ANEXO 1

APÉNDICE "C"

PILOTAJE AUTOMÁTICO

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES

(Pilotaje Automático)

	GERENCIA DE OBRAS Y MANTENIMIENTO . **TÍTULO:** ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático) DE LÍNEA 12.	COMINSA
FECHA: FEBRERO 2008	**No. DE ESPECIFICACIÓN:** 08-CMI-IEE-00-612000-III-08-1868-E	**MODIF.** 0

GERENTE DE OBRAS Y MANTENIMIENTO.	GERENCIA DE INSTALACIONES FIJAS	SUBGERENTE DE PROYECTOS.	COMINSA DIRECTOR GENERAL.	HOJA
ING. ARQ. M. ARTURO TAMAYO LEMUS.	IING. ADRIAN CORTEZ HERNANDEZ	ING. NOÉ RIVERA FLORES.	ING. RUBÉN OCHOA TORRES.	1/276

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPÍTULO 1 - ÍNDICE GENERAL DE LA ESPECIFICACIÓN

ÍNDICE

Capítulo 1 - Índice general de la especificación 3
Capítulo 2 - Objetivo de la especificación y características generales de la Línea 18
2.1.- Objetivo de la Especificación. 19
2.2. Etapas en la construcción y la operación de la Línea 12. 20
2.3. Características operativas. 20
2.3.1. Características de la Línea 12. 20
2.3.2. Características del material rodante. 21
2.3.3. Características de la vía. 22
2.3.4. Características del sistema de alimentación para la tracción. 22
2.3.5. Características del sistema de señalización 22
2.3.6. Características del sistema de modos de conducción. 23
Sumario capítulo 2 24
Capítulo 3. Definición del Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes 25
3.1 Descripción general. 26
3.1.1. Funciones del sistema. 26
3.1.2. Requisitos del sistema. 27
3.1.2.1. Seguridad. 27
3.1.2.2. Capacidad de transporte. 27
3.1.2.3. Características del tren. 27
3.1.2.4. Fluctuaciones normales de las características del tren. 28
3.1.2.5. Accesibilidad y facilidad de mantenimiento. 28
3.1.2.6. Prohibición de la marcha atrás. 28
3.1.2.7. Franqueamiento de señales. 28
3.1.2.8. Mando centralizado y regulación. 28
3.1.2.9. Mando del frenado de urgencia (FU). 29
3.1.2.9.1. Sobrevelocidad. 29
3.1.2.9.2. Rebasamiento del punto de paro. 29
3.1.2.9.3. Desaparición de la transmisión continúa. 29
3.1.2.9.4. Falla del equipo 30
3.1.2.9.5. Falla del equipo embarcado. 30
3.1.2.10. Concepción modular, independencia y disponibilidad. 30
3.1.2.10.1. Jerarquía de los modos de conducción. 30
3.1.2.10.2. Concepción e independencia entre ATP y ATO. 31
3.1.2.10.3. Disponibilidad del sistema. 31

3.1.2.10.4 Toma de conducciones PA o CMC. 31
3.1.2.10.5. Alimentación en energía eléctrica. 31
3.1.2.11. Funciones de seguridad del ATP. 33
3.1.3. Modos de conducción en las vías principales. 33
3.1.3.1. Pilotaje automático (PA). 34
3.1.3.2. Conducción manual controlada (CMC). 35
3.1.3.3. Conducción manual limitada al grado de tracción T2 (CLT2). 35
3.1.4. Modos de conducción en vías secundarias 35
3.1.4.1. Conducción automática (PA). 35
3.1.4.2. Conducción manual controlada (CMC). 36
3.1.4.3. Conducción manual limitada en grado de tracción T2 (CLT2). 36
3.1.5. Fiabilidad. 36
3.2. Especificación de los modos de conducción. 36
3.2.1. Pilotaje automático. 36
3.2.1.1. Toma del modo de conducción pilotaje automático. 36
3.2.1.2. Partida en pilotaje automático. 37
3.2.1.2.1. Partida en interestación. 37
3.2.1.2.2. Partida en estación. 37
3.2.1.2.3. Autorización de apertura de puertas. 38
3.2.1.2.4. Mando de anuncio de cierre de puertas. 39
3.2.1.2.5. Cancelación del procedimiento de partida. 39
3.2.1.2.6. Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto". 39
3.2.1.3. Marcha en interestación. 39
3.2.1.3.1. Mando de marchas. 40
3.2.1.3.2. Marchas. 40
3.2.1.3.3. Marcha lluvia. 41
3.2.1.3.4. Marcha restringida. 41
3.2.1.4. Paro ante señales al alto en interestación. 41
3.2.1.5. Paro en estación. 41
3.2.1.6. Disposiciones para el modo de conducción PA. 42
3.2.1.6.1. Interrupción de la alimentación de tracción. 42
3.2.1.6.2. Maniobra especial en Terminal. 42
3.2.2. Conducción manual controlada. 43
3.2.2.1. Toma del modo de conducción manual controlado. 43
3.2.2.2. Partida en conducción manual controlada. 43
3.2.2.2.1. Partida en interestación. 43
3.2.2.2.2. Partida en estación. 43
3.2.2.2.3. Control de apertura de puertas. 44

3.2.2.2.4. Mando de anuncio de cierre de puertas. 45
3.2.2.2.5. Cancelación del procedimiento de partida. 45
3.2.2.2.6. Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto". 45
3.2.2.3. Marcha en interestación. 45
3.2.2.4. Paro ante señales al alto en interestación. 46
3.2.2.5. Paro en estación. 46
3.2.2.6. Disposiciones para el modo de conducción CMC. 46
3.2.2.6.1. Interrupción de la alimentación de tracción. 46
3.2.2.6.2. Optimización del uso del modo CMC. 47
3.2.2.7. Marcha en vías secundarias. 48
3.2.2.7.1. Condiciones generales que debe cumplir el sistema para la conducción manual controlada para la zona de garage y talleres. 48
3.2.2.7.2.-. Concepción modular y disponibilidad. 49
3.2.2.7.2.1.- Equipo embarcado que conforma el sistema. 49
3.2.2.7.2.2.- Equipos en la vía. 49
3.2.2.7.3.- Seguridad. 50
3.2.2.7.4. Conducción Manual, Controlada para Zonas de Garage y Talleres (CMC). 50
3.2.2.7.5. Conducción limitada al grado de tracción T2 (CLT2). 51
3.2.2.7.6 Conducción Manual Controlada para Zonas de Garage y Talleres. 51
3.2.2.7.6.1 - Toma del modo de conducción manual controlada. 51
3.2.2.7.6.2. Partida en conducción manual controlada. 51
3.2.2.7.6.2.1 Optimización del modo conducción en zonas de garage y talleres. 52
3.2.2.7.6.3. Cancelación del procedimiento de partida. 52
3.2.2.7.6.4 Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto". 53
3.2.2.7.6.5. La marcha del tren en las zonas de garage y talleres. 53
3.2.2.7.6.6. Paro ante señales al alto. 53
3.2.3. Conducción manual limitada al grado de tracción T2 (CLT2). 53
3.2.4. Cambio de modo de conducción. 54
3.2.4.1. Tren parado. 54
3.2.4.2. Tren en circulación. 54
3.3. Visualización en cabina. 54
3.3.1. Generalidades. 54
3.3.2. Constitución. 55
3.3.3. Operación. 55
3.3.4. Ergonomía de la señalización en cabina. 56
3.3.5. Avería en el sistema de señalización en cabina. 56

3.4. Dispositivo de ayuda al mantenimiento (DAM). 56
3.4.1. DAM para equipos embarcados. 56
3.4.2. DAM para equipos fijos. 58
3.4.3. Bancos de pruebas y simulador. 59
3.4.4. Vía de pruebas 60
3.4.4.1. Equipos en vía y en local de vía de pruebas. 60
3.5. Interfaces del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes. 61
3.5.1. Estudios de definición de las interfaces. 61
3.5.2. Sistema de señalización. 61
3.5.2.1. Sistema de mando centralizado. 62
3.5.2.2. Vía férrea e instalación de los equipos de transmisión. 64
3.5.3. Interfaces de los equipos embarcados. 64
3.5.3.1. Informaciones proporcionadas del material rodante. 64
3.5.3.2. Informaciones mandadas al material rodante. 65
3.5.3.3. Informaciones enviadas por el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes a la caja negra del tren. 66
3.5.3.4. Instalación de los equipos embarcados. 66
Sumario capítulo 3. 67
Capítulo 4 - Requisitos generales del sistema. 70
4.1. Generalidades. 71
4.2. Normas y estándares. 71
4.3. Condiciones de entorno. 72
4.3.1. Condiciones climáticas y ambientales. 72
4.3.1.1. En la ciudad de México. 72
4.3.1.2. En locales técnicos (y de operación, subestaciones de rectificación y PCC). 73
4.3.1.3. En locales especiales para computadoras. 74
4.3.1.4. Trenes. 74
4.3.2. Condiciones generales. 74
4.3.3. Condiciones mecánicas. 75
4.3.3.1. Condiciones a bordo del material rodante. 75
4.3.3.2. Material con fijación sobre los rieles. 75
4.3.3.3. Material instalado en cajas fijadas sobre postes. 75
4.3.4. Condiciones de entorno electromagnético. 75
4.4. Interfaces con los sistemas externos. 76
4.4.1. Obra civil. 76
4.4.2. Alimentación en energía eléctrica. 76
4.4.2.1. Generalidades. 76

4.4.2.2. Potencia disponible en los locales técnicos. 77
4.4.3. Interfaces con el sistema de señalización. 78
4.4.3.1. Vía férrea. 78
4.4.3.1.1. Aislamiento de las vías. 78
4.4.3.1.2. Conexiones a los rieles. 78
4.4.3.1.3. Ubicación de las conexiones inductivas. 79
4.4.3.2. Alimentación tracción. 79
4.4.3.2.1. Subestaciones de Rectificación. 79
4.4.4. Interfaces del sistema de sistema de protección, seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12. 80
4.4.4.1. Vía férrea. 80
4.4.4.2. Material rodante. 80
4.5. Concepción de los equipos. 80
4.5.1. Expediente de fiabilidad y disponibilidad. 81
4.5.2. Expediente de seguridad. 82
4.5.2.1. Generalidades relativas a los equipos de seguridad. 82
4.5.2.1.1. Seguridad intrínseca. 83
4.5.2.1.2. Seguridad numérica (probabilista). 83
4.5.2.2. Tipología de incidente y de accidente. 83
4.5.2.3. Análisis orgánico del sistema. 84
4.5.2.3.1. Esquema sinóptico del conjunto del sistema. 84
4.5.2.3.2. Consistencia de la concepción de los módulos. 84
4.5.2.4. Seguridad del sistema. 84
4.5.3. Mantenimiento. 84
4.5.3.1. Organización del mantenimiento. 85
4.5.3.1.1. Niveles de intervención. 85
4.5.3.1.2. Medios de detección. 85
4.5.3.2. Tiempos de intervención. 86
4.5.3.3. Dispositivos de detección o de prueba. 86
4.5.3.3.1. Puntos de prueba. 87
4.5.3.3.2. Equipos de prueba. 87
4.5.3.3.3. Facilidad de detección de falla y de prueba. 87
4.5.3.3.4. Eficacia de detección y localización de las fallas. 87
4.5.3.4. Accesibilidad. 88
4.5.3.5. Intercambiabilidad. 88
4.5.3.6. Ajustes. 88
4.5.3.7. Matricula y marcado. 89
4.5.4. Expediente de diagramas a bloques de los módulos electrónicos por funciones. 90

4.5.5. Materiales a suministrar. 90
4.5.5.1. Bastidores, armarios y chasis. 90
4.5.5.2. Conexiones. 91
4.5.5.3. Seccionadores, fusibles y microdisyuntores. 91
4.5.5.4. Relés. 92
4.5.5.5. Conectores. 92
4.5.5.6. Cables. 92
4.6. Instalación. 93
4.6.1. Condiciones de instalación en los locales. 93
4.6.1.1. Instalaciones en los locales técnicos. 93
4.6.1.1.1. Disposición del material. 94
4.6.1.1.2. Principios de realización del cableado. 94
4.6.1.1.3. Conexiones. 95
4.6.1.1.4. Tierras. 95
4.6.1.2. Instalaciones en los locales de operacion. 95
4.6.1.3. Principios generales de instalación de los cables. 96
4.6.1.3.1. Canalización de los cables. 96
4.6.1.3.2. Tendido de los cables. 96
4.6.2. Principios de instalación en túnel, estaciones y edificios. 97
4.6.2.1. Sellados. 97
4.6.2.2. Tendido de los cables en vía corriente. 97
4.6.2.3. Instalación de soportes de cables y cables en estación. 98
4.6.2.4. Instalación y conexión de los equipos. 98
4.6.3. Reglas de identificación. 99
4.6.3.1. Marcado de cables de Línea. 100
4.6.3.2. Marcado de los cables locales y de distribución. 100
4.6.3.3. Numeración de los cables. 100
4.6.3.4. Marcado de los armarios, cajas, repartidores y equipos. 100
4.6.3.5. Identificación de los subconjuntos. 101
4.6.4. Instalación a bordo del material rodante. 101
Sumario capítulo 4 103
Capítulo 5 - Seguimiento del proyecto 106
5.1. Generalidades. 107
5.2. Programa de realización. 107
5.2.1. Constitución del programa. 107
5.2.2. Plazos y generalidades. 109
5.3. Seguimiento del programa de realización. 110
5.3.1. Informe de avance del proyecto. 110

5.3.2. Informe de trabajos a desempeñar. 110
5.4. Constitución de la documentación. 111
5.4.1. Documentación de desarrollo del proyecto. 111
5.4.2. Presentación de la documentación 111
5.4.2.1. Composición de un documento 111
5.4.2.2. Composición de los esquemas. 112
5.4.2.3. Idioma. 112
5.4.3. Documentación provisional. 113
5.4.3.1. Método para la verificación y aprobación. 113
5.4.3.2. Método para la modificación. 114
Anexo I - Expedientes necesarios para el desarrollo y el seguimiento del proyecto. 116
A.I.1. Programa e informes mensuales. 117
A.I.2. Documentos generales. 117
A.I.3. Documentos específicos para Modos de conducción. 120
A.I.4. Documentos necesarios para la operación y el mantenimiento. 120
A.I.5. Documentos necesarios para la capacitación (operación y mantenimiento a los tres niveles). 121
Anexo II - Organización del Proveedor para el desarrollo del proyecto. 123
A.II.1. Generalidades. 124
A.II.2. Alcance de la calidad. 124
A.II.3. Procedimientos generales en fase de estudio y de instalación. 124
A.II.3.1. Plan maestro de la calidad. 124
A.II.3.2. Plan de control del Proveedor. 125
A.II.3.3. Fichas de control. 125
A.II.3.4. Interfaces. 125
A.II.3.5. Armonización. 126
A.II.3.6. Tratamiento de las disconformidades. 126
A.II.3.6.1. Fichas de disconformidad. 126
A.II.3.6.2. Procesamiento de las disconformidades. 126
A.II.3.7. Gestión de la documentación. 126
A.II.4. Requerimientos para asegurar la calidad. 127
A.II.4.1. Responsabilidad de la Gerencia del Proveedor. 127
A.II.4.2. Organización. 127
A.II.4.2.1. Responsabilidad y autoridad. 127
A.II.4.2.2. Recursos para las verificaciones. 127
A.II.4.3. Programa de garantía de la calidad. 128
A.II.4.4. Control de la documentación. 128
A.II.4.4.1. Aprobación y circulación de documentos. 128
A.II.4.4.2. Cambios o enmiendas a documentos. 128

A.II.4.5. Compras. 129
A.II.4.5.1. Evaluación de Proveedores y subcontratistas. 129
A.II.4.5.2. Ordenes de compra. 129
A.II.4.5.3. Verificación del producto o equipo comprado. 129
A.II.4.6. Productos o materiales entregados por el STC. 130
A.II.4.7. Identificación de los productos. 130
A.II.4.8. Certificado de calidad. 130
A.II.4.9. Dominio de los métodos. 131
A.II.4.10. Inspección y pruebas. 131
A.II.4.10.1. Inspección y pruebas de compras. 131
A.II.4.10.2. Pruebas en fábrica. 131
A.II.4.10.3. Pruebas en sitio. 132
A.II.4.11. Calibración y certificación de equipos de medición y herramientas. 133
A.II.4.12. Relación de las inspecciones efectuadas. 133
A.II.4.13. Tratamiento de los productos o materiales no conformes. 134
A.II.4.14. Análisis y procedimiento de las disconformidades. 134
A.II.4.15. Acciones correctivas. 134
A.II.4.16. Manipulación, Almacenamiento y Entrega. 135
A.II.4.16.1. General. 135
A.II.4.16.2. Manipulación. 135
A.II.4.16.3. Almacenamiento. 135
A.II.4.16.4. Embalaje. 136
A.II.4.16.5. Transporte y entrega. 136
A.II.4.17. Auditoria interna. 136
A.II.4.18. Calificación y capacitación del personal. 137
APÉNDICE A - Ficha de disconformidad. 138
APÉNDICE B - Circulación y procedimiento de las fichas de disconformidad. 141
APÉNDICE C - Ejemplo de carátula para los documentos. 142
APÉNDICE D - Ejemplo de hoja para los documentos. 144
APÉNDICE E - Ejemplo de relación de esquemas para la cobertura de los expedientes. 146
Sumario capitulo 5 147
Capítulo 6 - Prestaciones objeto del contrato. 152
6.1. Alcances del contrato. 153
6.2. Límite de prestaciones del contrato. 153
6.2.1. En local técnico y de operación. 153
6.2.2. En vía. 153
6.2.3. En material rodante. 154
6.2.4. Adecuaciones. 155

6.3. Desarrollo del proyecto. 155
6.3.1. Estudios. 155
6.3.1.1. Estudios generales. 155
6.3.1.2. Estudios de prototipo. 155
6.3.1.3. Estudios de adecuaciones. 156
6.3.2. Abastecimiento. 156
6.3.3. Fabricación e integración. 156
6.3.4. Recepción en fábrica. 157
6.3.4.1. Pruebas de recepción. 157
6.3.4.2. Acta de recepción. 157
6.3.4.3. Autorización de expedición. 158
6.3.5. Expedición y transporte. 158
6.3.6. Almacenaje. 158
6.3.7. Instalación. 159
6.3.8. Pruebas de recepción en sitio. 160
6.3.8.1. Generalidades. 160
6.3.8.2. Definición de las pruebas. 160
6.3.8.3. Pruebas de conformidad. 161
6.3.8.4. Pruebas estáticas. 161
6.3.8.5. Pruebas dinámicas. 162
6.3.9. Recepción provisional. 162
6.3.10. Periodo de observación (marcha en vacío). 163
6.3.11. Puesta en servicio comercial. 163
6.3.12. Documentación definitiva (tal y como queda instalado). 163
6.3.13. Capacitación. 163
6.3.14. Refacciones. 164
6.3.14.1. Periodo de instalación, pruebas y mantenimiento. 164
6.3.14.2. Lote de refacciones. 165
6.3.14.2.1 Refacciones contractuales. 165
6.3.14.3. Perennidad de los suministros. 166
6.3.15. Herramientas, bancos de pruebas y dispositivos de ayuda al mantenimiento. 166
6.3.16. Mantenimiento contractual (como parte del alcance de la garantía). 167
6.3.16.1. Mantenimiento preventivo y correctivo durante la garantía, a partir de la puesta en servicio con pasajeros. 167
6.3.17. Garantía. 169
6.3.17.1. Condiciones de la garantía. 170
6.3.17.2. Prolongación de la garantía. 171
6.3.17.3. Condiciones particulares 171

6.3.17.4. Vicios ocultos. 171
6.3.18. Recepción definitiva. 172
Sumario capítulo 6. 173
Capitulo 7 – Cuestionario. 175
Apéndice 1 - Prescripciones para la concepción de los equipos de seguridad que no utilizan software 178
AP.1. Generalidades. 179
AP.1.1. Generalidades, normas y estándares. 179
AP.1.2. Maqueta. 179
AP.1.3. Examen de los expedientes y de la maqueta. 179
AP.1.3.1. Verificación de los esquemas y del manual de utilización. 180
AP.1.3.2. Verificación de los expedientes de fiabilidad y de mantenimiento. 180
AP.1.3.3. Estudio de seguridad de la maqueta. 180
AP.1.3.4. Verificación de funcionamiento global de la maqueta. 180
AP.1.3.5. Ensayos de temperatura de la maqueta. 181
AP.1.3.6. Consignación de los resultados del examen de la maqueta. 181
AP.1.4. Desarrollo del prototipo. 181
AP.1.4.1. Preparación del expediente de desarrollo. 181
AP.1.4.2. Aprobación del expediente de desarrollo. 182
AP.1.4.3. Consignación de los resultados del examen del expediente de desarrollo. 183
AP.1.4.4. Evaluación del prototipo. 183
AP.1.4.5. Ensayos del prototipo. 183
AP.1.4.6. Consignación de los resultados del examen del prototipo. 184
AP.1.4.7. Instalación del prototipo. 184
AP.1.4.8. Aprobación provisional de los estándares. 185
AP.1.4.9. Presentación del expediente de fabricación - Homologación provisional. 185
AP.1.4.9.1. Preparación del expediente de fabricación. 185
AP.1.4.9.2. Entrega del expediente de fabricación. 185
AP.1.4.9.3. Resultados del examen del expediente de fabricación. 186
AP.1.5. Procedimiento de fabricación de los equipos. 186
AP.1.5.1. Primer lote de la fabricación. 186
AP.1.5.1.1. Inicio de fabricación. 186
AP.1.5.1.2. Examen de un elemento del primer lote de la fabricación. 187
AP.1.5.1.3. Aprobación de los estándares. 187
AP.1.5.2. Condiciones de fabricación de un equipo de serie. 187
AP.1.5.2.1. Definición del equipo – Aceptación. 187
AP.1.5.2.2. Control de fabricación. 187
AP.1.5.3. Homologación final - Aprobación final. 188

Apéndice 2 - Prescripciones para la concepción de los equipos de seguridad que utilizan software para funciones de seguridad. 189
AP.2.1. Introducción. 190
AP.2.1.1. Objetivos y condiciones de la aplicación de este documento. 190
AP.2.1.2. Filosofía de desarrollo. 191
A.P.2.1.3. Organización de las actividades. 193
AP.2.2. Definición de las fases y consistencia del suministro. 194
AP.2.2.1. Introducción y terminología. 194
AP.2.2.2. Fase de concepción general preliminar. 196
AP.2.2.2.1. Definición. 196
AP.2.2.2.2. Consistencia del suministro. 198
AP.2.2.3. Fase de concepción general. 199
AP.2.2.3.1. Definición. 199
AP.2.2.4. Fase de concepción detallada y expedientes de programación. 203
AP.2.2.4.1. Definición. 203
AP.2.2.4.2. Consistencia del suministro de la documentación. 204
AP.2.2.5. Expedientes de codificación y pruebas unitarias. 206
AP.2.2.5.1. Definiciones. 206
AP.2.2.5.2. Expedientes. 207
AP.2.2.6. Expedientes de integración y de pruebas globales. 209
AP.2.2.7. Expedientes de pruebas funcionales. 211
AP.2.2.8. Expediente de mantenimiento. 212
AP.2.2.9. Consistencia de los suministros. 213
AP.2.2.10. Gestión de la configuración. 214
AP.2.3. Simuladores de entorno. 215
AP.2.3.1. Definición. 215
AP.2.3.1.1. Objetivos del suministro. 216
AP.2.3.1.2. Principio de funcionamiento. 216
AP.2.3.1.3. Planificación de los trabajos. 217
AP.2.3.2. Suministro de la documentación. 217
AP.2.3.2.1. Fase de especificación. 217
AP.2.3.2.2. Fase de realización y de recepción. 218
AP.2.3.3. Mantenimiento. 218
AP.2.3.3.1. Principios generales. 218
AP.2.3.3.2. Plazos de intervención. 219
AP.2.4. Entrega y aprobación de los suministros. 219
AP.2.4.1. Suministros de la documentación. 219
AP.2.4.2. Suministro software. 220

AP.2.5. Mantenimiento de las funciones software.	220
Apéndice 3 - Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos	222
AP.3.1. Generalidades.	223
AP.3.2. Condiciones de entorno.	223
AP.3.2.1. Intemperie - Agentes químicos – Polvos.	223
AP.3.2.2. Compatibilidad electromagnética.	223
AP.3.2.3. Ruidos.	224
AP.3.2.3.1. Equipos en estación.	224
AP.3.2.3.2. Equipos en túnel.	224
AP.3.2.3.3. Equipos en vía corriente en el exterior.	224
AP.3.3. Condiciones generales de concepción y de utilización.	225
AP.3.3.1. Concepción de los equipos.	225
AP.3.3.2. Conexiones e interfaces.	225
AP.3.4. Elección y utilización de los componentes.	226
AP.3.4.1. Elección de los componentes.	226
AP.3.4.1.1. Componentes activos con revestimiento plástico.	226
AP.3.4.1.2. Lista de los componentes.	227
AP.3.4.1.2.1. Contenido.	227
AP.3.4.1.2.2. Utilización de la lista de los componentes	227
AP.3.4.1.3. Control de los componentes en entrada.	228
AP.3.4.1.4. Seguimiento de los componentes con seguro de calidad.	228
AP.3.4.2. Exigencias sobre los componentes.	228
AP.3.4.2.1. Microprocesadores.	228
AP.3.4.2.1.1. Elección de los microprocesadores.	228
AP.3.4.2.1.2. Utilización de los microprocesadores en las funciones de seguridad.	229
AP.3.4.2.1.3. Obligaciones adicionales.	229
AP.3.4.2.2. Embobinados.	229
AP.3.4.2.2.1. Resistencia en temperatura.	230
AP.3.4.2.2.2. Aplicación de las ferritas.	231
AP.3.4.2.3 Indicadores luminosos.	232
AP.3.4.2.4 Termistancias (CTN y CTP).	232
AP.3.4.2.5 Cuarzo.	232
AP.3.4.2.6 Tiristores.	232
AP.3.4.2.7 Circuitos integrados.	233
AP.3.4.2.8 Relés electromecánicos.	234
AP.3.4.2.9 Enlaces por fibras ópticas	234
AP.3.4.2.10 Tecnología hiperfrecuencia.	235
AP.3.5 Concepción y realización de las tarjetas impresas.	235

AP.3.5.1 Prescripciones generales y definición. 235
AP.3.5.1.1 Materiales de base para circuitos rígidos. 236
AP.3.5.1.2 Dimensiones de la impresión conductora 237
AP.3.5.1.3 Orificios y plaquitas. 237
AP.3.5.1.3.1 Orificios. 237
AP.3.5.1.3.2 Plaquitas. 237
AP.3.5.1.4 Revestimiento de acabado. 238
AP.3.5.1.4.1 Revestimiento metálico de acabado. 238
AP.3.5.1.4.2 Revestimiento temporal. 238
AP.3.5.1.4.3 Revestimiento permanente - Barniz aislante. 238
AP.3.5.2 Reglas complementarias de concepción. 238
AP.3.5.2.1 Reglas mecánicas - Dimensiones de las tarjetas impresas. 238
AP.3.5.2.2 Implantación de los componentes. 239
AP.3.5.2.3. Zonas neutralizadas para la guía de tarjeta. 239
AP.3.5.2.4 Inestabilidad dimensional y aspecto térmico. 240
AP.3.5.2.5 Conexión. 240
AP.3.5.2.6 Intensidad máxima admisible. 241
AP.3.5.2.7 Enlaces entre plaquitas y conductores impresos 241
AP.3.5.2.8 Circuitos impresos para funciones tratadas en seguridad intrínseca. 241
AP.3.5.2.8.1 Circuitos con electrónica reparable. 241
AP.3.5.2.8.2 Circuitos con electrónica no reparable. 242
AP.3.5.2.9 Conectores de circuitos impresos. 242
AP.3.6 Montaje de los componentes. 243
AP.3.6.1 Corte de los hilos. 245
AP.3.6.2 Montaje de los transistores. 246
AP.3.6.2.1 Transistores de potencia. 246
AP.3.6.2.2 Transistores que no son de potencia. 247
AP.3.6.3 Enlaces con el circuito impreso. 247
AP.3.6.4 Montaje de los circuitos integrados. 248
AP.3.7 Montaje - Cableado – Marcado. 248
AP.3.7.1 Engaste. 249
AP.3.7.1.1 Reglas generales. 249
AP.3.7.1.2 Realización del engaste. 250
AP.3.7.2 Soldadura. 250
AP.3.7.2.1 Reglas generales. 250
AP.3.7.2.2 Realización de la soldadura. 251
AP.3.7.3 Termo-Contractil. 252
AP.3.7.3.1 Reglas generales. 252

AP.3.7.3.2 Cableado sobre niveles equivalentes. 252
AP.3.7.3.3 Implantación de las salidas de hilos. 252
AP.3.7.3.4 Restricciones particulares. 253
AP.3.7.3.5 Material y herramientas. 254
AP.3.7.3.6 Realización del Termo-Contractil. 254
AP.3.7.4 Enrollado (Wire Wrap). 254
AP.3.7.4.1 Reglas generales. 254
AP.3.7.4.2 Restricciones de realización. 255
AP.3.7.4.3 Realización del Wire Wrap. 255
AP.3.7.5 Zunchado en cordón. 256
AP.3.7.5.1 Formación de un cordón. 256
AP.3.7.5.2 Zunchado de un cordón. 256
AP.3.7.5.3 Encaminamiento de un cordón. 257
AP.3.7.5.4 Fijación de los cordones. 257
AP.3.7.6 Piezas de ensamblaje. 258
AP.3.7.6.1 Comportamiento mecánico de los equipos. 258
AP.3.7.6.2 Ensamblaje de las tarjetas o elementos componentes de los equipos. 258
AP.3.7.6.3 Piezas mecánicas. 260
AP.3.7.6.4 Tornillería y pernería. 260
AP.3.7.6.5 Remachado. 261
Apéndice 4 - Especificación técnica de los cables de fibras ópticas 262
AP.4.1. Generalidades. 263
AP.4.2.Fibra Óptica Monomodo. 263
Apéndice 5 - Glosario y lista de las normas utilizadas. 265
AP.5.1. Glosario de las abreviaturas. 266
AP.5.2. Definiciones. 268
AP.5.2.1. Equipos a disposición del conductor. 268
AP.5.2.2. Varios. 268
AP.5.3. Normas utilizadas. 269
Nota. El contratista debe regir todos los trabajos, prestaciones y suministros, por las normas y especificaciones definidas en este documento, el proveedor podrá proponer otros a la aprobación del STC, a condición de que el contratista demuestre que ofrecen condiciones iguales o superiores en cuanto a seguridad, fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, ahorro de energía, vida útil y otras condiciones definidas en la especificación. 273
Apéndice 6 - Documentos de referencia anexos a la especificación 273
AP.6.1. Especificaciones complementarias. 274
AP.6.2. Planos. 274
AP.6.2.1. Características de la Línea. 274

AP.6.2.2. Obra civil. 274
AP.6.2.3. Vía férrea. 274
AP.6.2.4. Sistema de alimentación tracción. 275
AP.6.2.5. Proyecto operativo. 275
AP.6.2.6. Señalización. 275
AP.6.2.7. Material rodante. 275

L Í N E A 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPÍTULO 2 - OBJETIVO DE LA ESPECIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

2.1.- OBJETIVO DE LA ESPECIFICACIÓN.

Establecer los requerimientos para la adquisición suministro y equipamiento tanto de la instalación fija como del material rodante, de un Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes (SAPSMT) en la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo (STC) de la Ciudad de México; que permita la operación de los trenes cumpliendo con el intervalo definido por las instalaciones fijas de la Línea, garantizando el mayor número de trenes en la operación.

La presente especificación establece las condiciones mínimas que debe cumplir el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes en la Línea 12. Es obligación del Proveedor agregar las que sean necesarias para garantizar la seguridad, la fiabilidad, la disponibilidad, la facilidad de mantenimiento y de operación requeridas, de acuerdo a estándares internacionales aplicables a los sistemas ferroviarios de transporte de pasajeros.

Los Licitantes deben presentar claramente y bajo la forma indicada en las bases de la licitación la manera en que establecen su propuesta.

El Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes incluye las funciones de:

- Protección automática de los trenes - ATP - de los modos de conducción PA y CMC.
- Ayuda a la operación y regulación de la circulación de los trenes, mediante el dispositivo para la conducción automática de los trenes – ATO, para la conducción PA.
- Mayor: Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Flexibilidad Operacional, de acuerdo a estándares internacionales aplicables a los Sistemas ferroviarios de transporte de pasajeros.
- Reducción del consumo de energía eléctrica de tracción, mediante la optimización de la marcha de los trenes.
- Mantenibilidad y Accesibilidad de los equipos que lo conforman.
- Ayuda a la Conducción.
- Sistemas o dispositivos de ayuda al mantenimiento de los equipos.

A fin de permitir a los Licitantes establecer su propuesta, se indican además, en los siguientes capítulos, los parámetros que determinan el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes, es decir las características:

- De la infraestructura de la Línea
- De sus sistemas electromecánicos
- De la operación prevista
- De los trenes que circularán en ésta.

Se indica el programa provisional de realización del proyecto y las condiciones estipuladas para:

- Los estudios
- La fabricación
- El transporte
- La instalación
- Las pruebas
- La puesta en servicio
- El mantenimiento

Del Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes así como todos los conjuntos, subconjuntos, equipos, etc., que los componen.

2.2. ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN Y LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA 12.

El sistema debe considerar las etapas de construcción para la operación de la Línea 12, que están definidas en el Proyecto Operativo, para el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes.

2.3. CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS.

El Licitante debe considerar las etapas de construcción para la operación de la Línea 12, así como los servicios provisionales que se requieran y realice el estudio y diseño para que instale su Sistema a los trenes que el S.T.C. designe para la Línea 12.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 12.

Las características de la Línea 12 están definidas en el Proyecto Operativo, para el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes en la Línea 12 de Pilotaje Automático se mencionan entre otras:

- La longitud total de la Línea.
  - La longitud de servicio.
  - La longitud de los tramos subterráneos.
  - La longitud del tramo superficial.
- La cantidad de estaciones.
  - Terminales de dos o tres vías.
  - Correspondencias con otras Líneas de la Red.
- Instalaciones de señalización de maniobra para:
  - Servicios Provisionales.
  - Vías de enlace con otras Líneas.

- Vías Z o Y.
- Las maniobras "O" y "V" en cada estación Terminal.
- Las maniobras desde y hacia las posiciones de estacionamiento de cada Terminal (fondo de las estaciones terminales).
- Vía de pruebas.
- Las maniobras en la zona de garaje y las vías de acceso a talleres de las estaciones terminales.
- Las maniobras en las zonas de garaje y las vías de acceso a las fosas de visita de las estaciones terminales.
-

Los trenes circulan a la derecha.

Los datos de trazo y perfil, los polígonos, límite de velocidad, la implantación mínima de la señalización y la localización de las estaciones se encuentran en los planos de marcha tipo, que forman parte del Proyecto Operativo.

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE.

El peso, las dimensiones, el desempeño en tracción y frenado de los trenes, velocidades, aceleraciones, el jerk en tracción y frenado, tiempos de respuesta, tensión nominal de alimentación, funciones de antipatinaje y antideslizamiento, interfases, consignas de tracción/frenado, corresponderán al Material Rodante que adquiera o designe el STC para circular en la Línea 12.

Además de las características mencionadas anteriormente, se deben considerar las siguientes:

- La consigna de tracción/frenado.
- Los mandos de seguridad del sistema de modos de conducción hacia el material rodante se indican entre otros:
  - Mando del FU.
  - Mando de los disyuntores.
  - Autorización de apertura de las puertas del lado derecho.
  - Autorización de apertura de las puertas del lado izquierdo.
  - Autorización de apertura de las puertas de ambos lados en caso de ser necesario.

Los documentos correspondientes al Material Rodante definitivos, serán entregados al Proveedor, quien deberá verificar todos los parámetros que él considere necesarios para el desarrollo de su proyecto, para lo cual el S.T.C. dará las facilidades para su realización.

2.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.

Los documentos correspondientes a las características de la vía, serán entregados al Proveedor, quien deberá solicitar y verificar todos los parámetros que él considere necesarios para el desarrollo de su proyecto, para lo cual el S.T.C. dará las facilidades para su realización.

Las informaciones concernientes a la implantación de los puntos de alimentación de las subestaciones de rectificación (SR), se encuentran en el Proyecto Operativo y en el diagrama de alimentación-tracción de la Línea 12.

2.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA LA TRACCIÓN.

Los documentos correspondientes a las características del Sistema de alimentación para la tracción, serán entregados al Proveedor, quien deberá verificar todos los parámetros que él considere necesarios para el desarrollo de su proyecto, para lo cual el S.T.C. dará las facilidades para su realización.

Las informaciones concernientes a la implantación de los puntos de alimentación de las subestaciones de rectificación (SR), se encuentran en el Proyecto Operativo y en el diagrama de alimentación-tracción de la línea 12.

2.3.5. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

Las características principales del Sistema de señalización son:

- Sistema del tipo bloque automático luminoso.
- Separación de los trenes según el concepto de la sección tapón.
- Señalización lateral de espaciamiento de dos aspectos.
- Señalización lateral de maniobra de dos aspectos con puestos de maniobra para el mando de los itinerarios según el concepto de tránsito rígido.
- Sistema de detección de los trenes por circuitos de vía de tipo birriel

Los documentos correspondientes a las características del Sistema de Señalización, serán presentados al Proveedor, quien deberá solicitar y verificar todos los parámetros que él considere necesarios para el desarrollo de su proyecto, para lo cual el S.T.C. dará las facilidades para su realización.

2.3.6. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE MODOS DE CONDUCCIÓN.

Algunas de las características principales del sistema de modos de conducción se indican a continuación; estas son únicamente un resumen de las características especificadas en los siguientes capítulos de este documento:

- Dos modos de conducción con control continuo de velocidad:
  - Pilotaje automático (PA).
  - Conducción manual controlada (CMC).

    Estos modos de conducción deben estar disponibles para la circulación de los trenes en: las vías principales, las maniobras de cambio de vía en las estaciones terminales y servicios provisionales.

    Las indicaciones de velocidad límite serán visualizadas en la cabina del conductor, así como otras que se indican en esta especificación.
- Paro obligatorio en todas las estaciones con protección de la señal de salida.
- Protección de toda señal al alto, de todo indicador límite de maniobra y/o de posición de garaje.
- Una conducción manual controlada para vías secundarias

Nota. Para el caso en que cualquiera de las Líneas existentes, sufra alguna modificación debido a la construcción de la nueva Línea 12, será responsabilidad y obligación del proveedor los suministros, las instalaciones, la obra, pruebas, documentación, capacitación, refacciones, garantía, trabajos, estudios y las interfaces, como es el caso de los enlaces y de la construcción de la nueva estación Axomulco de Línea 8, entre otros, que se deriven de la construcción, y también debe tomar en cuenta dentro de dichas modificaciones el Sistema de pilotaje automático tanto fijo como embarcado, instalado en las Líneas existentes, ya mencionadas, para la puesta en operación de las ya citadas Línea 12 y Línea 8.

SUMARIO CAPÍTULO 2

2.1.- Objetivo de la Especificación.

2.2.- Etapas en la construcción y la operación de la Línea 12.

2.3.- Características operativas.

2.3.1.- Características de la Línea 12.

2.3.2.- Características del material rodante.

2.3.3.- Características de la vía.

2.3.4.- Características del sistema de alimentación para la tracción.

2.3.5.- Características del sistema de señalización

2.3.6.- Características del sistema de modos de conducción.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPÍTULO 3 – DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

3.1.1. FUNCIONES DEL SISTEMA.

El sistema de automatización, protección y seguridad para la marcha de los trenes, tanto fijo como embarcado, debe estar concebido de tal manera que, las condiciones de seguridad estén garantizadas por un dispositivo de control y verificación permanente por medio de una transmisión continua, (vía – tren y/o tren vía), a fin de evitar que en cualquier circunstancia el tren se encuentre en situaciones peligrosas o se acerque a ellas.

Este sistema debe permitir al operador la fácil manipulación de los dispositivos a su alcance en los diversos modos de conducción que se establecen, debiendo cumplir en forma segura, en los modos de conducción PA (pilotaje automático) y CMC (conducción manual controlada), con las siguientes funciones:

- Salida del tren en estación y en interestación.
- Salida del tren en servicios provisionales y maniobras en terminales.
- Circulación programada en interestaciones respetando las limitaciones de velocidad y señalización establecidas por las condiciones locales de operación.
- Arribo y estacionamiento del tren en las estaciones.
- Autorización de apertura de puertas del lado del anden o de ser necesario de ambos lados, pero siempre en seguridad.
- Detener el avance y la circulación del tren en cualquier momento que se detecte al menos una puerta abierta.
- Por necesidades de operación permitir el franqueamiento en seguridad del punto normal de paro cuando la señal este en permisivo, de una estación sin servicio a usuarios, en modo de conducción CMC.
- Prohibir la circulación del tren en sentido contrario a la señalización localizada a lo largo de la vía.
- Protección de las señales al rojo, y de otros puntos donde el paro sea obligado (punto normal de paro (PNP), en conducción PA placa limite de maniobra (LM)).
  Este sistema debe ser concebido como un conjunto que permita la marcha del tren en conducción:
  - Manual mediante un modulo ATP (Automatic Train Protection)
  - Automática mediante el mismo modulo ATP mas un modulo ATO (Automatic Train Operation).

Una falla del modulo ATO, en hardware y/o software, no debe afectar en ningún caso la disponibilidad y funcionamiento del módulo ATP.

3.1.2. REQUISITOS DEL SISTEMA.

de su sistema, con lo cual debe garantizar en todo momento la seguridad a los usuarios y a las instalaciones, cualquiera que sean las condiciones ambientales y de operación de la red del STC.

3.1.2.5. ACCESIBILIDAD Y FACILIDAD DE MANTENIMIENTO.

Sin excepción, el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes en la Línea 12, debe permitir la accesibilidad a los equipos para el mantenimiento preventivo y correctivo; además debe contar con un subsistema de ayuda para el mantenimiento.
Para intervenir un módulo o tarjeta electrónica averiada, no se debe requerir el desmontaje de ningún otro elemento que no sea el que se encuentre en falla.

3.1.2.6. PROHIBICIÓN DE LA MARCHA ATRÁS.

El equipo ATP embarcado debe prohibir en conducción automática (PA) y en conducción manual controlada (CMC), que el tren se desplace en marcha atrás, independientemente de la cabina que este en servicio, activándose el frenado de urgencia (FU).

3.1.2.7. FRANQUEAMIENTO DE SEÑALES.

Si, por necesidad propia de la operación, se requiere franquear una señal al alto, la toma de los modos de conducción PA y/o CMC será posible solamente después del recorrido completo del itinerario correspondiente por el tren y al acercarse a una señal de espaciamiento o de maniobra presentando el estado permisivo.

3.1.2.8. MANDO CENTRALIZADO Y REGULACIÓN.

El sistema de mando centralizado, que esta fuera del alcance de esta especificación, será utilizado para la regulación de la circulación de los trenes gracias a los mandos de marcha telemandados por éste.

En caso de necesidad de operación la orden "NOPA", será mandada por el sistema de mando centralizado a fin de prohibir la salida de estación en el modo de conducción PA. Esta información "NOPA", será transmitida a los equipos embarcados del sistema y debe ser disponible para registrarse en la caja negra del tren.

Para efectos de regulación de la Línea, será ordenada por el sistema de mando centralizado la información DBO (Despacho bajo orden), a fin de prohibir la salida en estación en los modos de Conducción PA y CMC. Esta será transmitida a los equipos embarcados del Sistema, para que a la extinción de esta información, se active automáticamente el anuncio de cierre de las puertas, estando la llave T2 en la

posición SAS (Servicio automático de estación), permitiendo así la salida de la estación en los modos de conducción PA y CMC.

3.1.2.9. MANDO DEL FRENADO DE URGENCIA (FU).

El sistema debe mandar un frenado que en determinadas circunstancias cumpla con los siguientes requisitos:

3.1.2.9.1. SOBREVELOCIDAD.

En caso de que exista una sobrevelocidad se aplicará un frenado de urgencia reversible en forma automática, que permita continuar la marcha en seguridad hasta que la velocidad se encuentre nuevamente dentro de los límites permitidos. Durante la sobrevelocidad debe entrar en funcionamiento el dispositivo de control de sobrevelocidad y existirá en cabina el señalamiento o indicación óptico y acústico constante, hasta que el tren regrese a los límites de velocidad permitidos.

3.1.2.9.2. REBASAMIENTO DEL PUNTO DE PARO.

En caso de rebasamiento de un punto de paro obligatorio, se aplicará de inmediato, un frenado de urgencia irreversible.

A excepción del caso de franqueamiento del Punto Normal de Paro al permisivo en estación, por necesidades y/o consignas de operación.

3.1.2.9.3. DESAPARICIÓN DE LA TRANSMISIÓN CONTINUA.

En caso de que se pierda en forma permanente la transmisión continua y en la transmisión puntual que el licitante considere de seguridad debido a una anomalía en la emisión y/o la recepción, el sistema deberá mandar un frenado de urgencia irreversible. Lo anterior debe ser puesto a consideración del STC para su validación.

En caso de que exista una interrupción momentánea de la transmisión continua y/o puntual, debido a una anomalía en la emisión y/o la recepción, el sistema podrá autorizar la marcha del tren garantizando siempre la seguridad. En el caso que el tren no pueda circular en seguridad, se debe mandar un frenado de urgencia irreversible.

3.1.2.9.4. FALLA DEL EQUIPO FIJO.

En caso de falla de un equipo fijo, el sistema autorizará la marcha en seguridad del tren, hasta la primera señal frontera de la zona en falla (sin afectar la llegada al punto normal de paro en caso de que esta señal sea la de salida de estación).

3.1.2.9.5. FALLA DEL EQUIPO EMBARCADO.

El equipo embarcado incluirá la interface para la activación del frenado de urgencia. Esta interface estará directamente en relación con los equipos de frenado del tren. La interface deberá ser local para cada carro del tren, teniendo presente lo siguiente:

- La falla de un primer equipo de interface se traducirá por:
  - Indicación de la falla en la cabina de conducción.
  - Aislamiento automático del equipo en falla para permitir el desbloqueo y la marcha del tren con condiciones degradadas de frenado FU (un carro inactivo).
- La falla de un segundo equipo de interface se traducirá por:
  - Indicación de falla en la cabina de conducción.
  - Disparo de un frenado de urgencia irreversible que necesitará la toma del modo de conducción CLT2.

3.1.2.10. CONCEPCIÓN MODULAR, INDEPENDENCIA Y DISPONIBILIDAD.

3.1.2.10.1. JERARQUÍA DE LOS MODOS DE CONDUCCIÓN.

El modo de conducción normal es la conducción automática o pilotaje automático (PA).

En caso de indisponibilidad del modo de conducción automática PA, la conducción y el servicio a usuarios estarán asegurados por el modo de conducción manual controlada (CMC).

En caso de indisponibilidad de los modos de conducción PA y CMC se podrá utilizar el modo de conducción limitada al grado de tracción T2 y a una velocidad máxima de 35 Km/h, denominada CLT2. Este modo de conducción es propio del tren, y no es parte de la presente especificación.

3.1.2.10.2. CONCEPCIÓN E INDEPENDENCIA ENTRE ATP Y ATO.

Los equipos que conformarán los modos de conducción automática y manual, deberán ser modulares e independientes entre si, en hardware y software. Los equipos e informaciones que conformaran las funciones propias del ATO, serán concebidas de tal manera, que en caso de falla del ATO no afecte en ningún caso la disponibilidad y funcionamiento del ATP.

3.1.2.10.3. DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA.

En ningún caso la falla del equipo fijo debe afectar más de una interestación.

En ningún caso, la falla de un equipo fijo provocará la indisponibilidad de los modos de conducción CMC ni PA, del equipo embarcado.

En ningún caso, la falla de un equipo del sistema embarcado provocará la indisponibilidad del modo de conducción CLT2 propio del tren afectado, ni la indisponibilidad de los modos de conducción CMC ni PA en los trenes que lo siguen y/o lo preceden.

3.1.2.10.4 TOMA DE CONDUCCIONES PA O CMC.

Así mismo por cualquier causa que se presente indisponibilidad en el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes deberá ser posible la toma de las conducciones PA o CMC al acercarse a una señal de espaciamiento o de maniobra presentando el estado permisivo, si las instalaciones lo permiten por lo menos dos veces en cada inter estación. Esto siempre y cuando existan las condiciones para la toma de conducción en PA o CMC.

3.1.2.10.5. ALIMENTACIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA.

El Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes debe tomar en cuenta todas las disposiciones para que los equipos electromecánicos y electrónicos no se vean afectados en su funcionamiento por los regímenes transitorios rápidos, simétricos o asimétricos y por los micro cortes de alimentación inferiores a 1.5 segundos, a fin de que no se aporte ninguna perturbación a la circulación de los trenes.

El Proveedor del Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes, debe apegarse a las características eléctricas, mecánicas y de la alimentación de la energía eléctrica disponible en los trenes para Línea 12, de tal forma que no afecten el correcto funcionamiento de su sistema, adicionalmente debe tomar en consideración: el peso, las dimensiones, el desempeño en tracción y frenado de los trenes, velocidades, aceleraciones, el jerk en tracción y frenado, tiempos de respuesta,

tensión nominal de alimentación, funciones de antipatinaje y antideslizamiento, interfases, consignas de tracción/frenado, asegurándose que corresponderán al Material Rodante que adquiera o designe el STC para circular en la Línea 12.

En lo que respecta a la interferencia electromagnética se apegará al capitulo 2.6, de la especificación técnica de Material Rodante.

Los parámetros antes indicados se anotan como referencia, el contratista debe someter a la aprobación del STC otros que igualen o mejoren la seguridad, fiabilidad y la disponibilidad.

3.1.2.11. FUNCIONES DE SEGURIDAD DEL ATP.

El equipo de ATP que permite garantizar la seguridad en los modos de conducción PA y CMC, será concebido con los más altos estándares internacionales de seguridad de aplicación ferroviaria y lo mencionado en el capitulo 4. Con el objeto de proteger a los usuarios, a las instalaciones y al material rodante de todo incidente contrario a la seguridad, cualquiera que sea el defecto técnico o el error humano.

Para esto, el equipo de ATP debe utilizar circuitos de concepción y realización tecnológica, de tal forma que una falla en cualquiera de los elementos que lo constituirán no se traduzca en una información errónea que ponga en riesgo la seguridad. Este medio es esencial para obtener la seguridad que se trata en esta especificación.

Con el mismo objeto de garantizar la operación de la Línea con el mayor grado de seguridad, el equipo de ATP debe contar con un control que proporcione límites de velocidad, que operen de acuerdo con las indicaciones dadas por el polígono de velocidad preestablecido, respetando, la señalización.

El ATP de las instalaciones fijas debe contar, con una lógica que autorice la marcha de los trenes, únicamente si las condiciones permisivas de señalización y de seguridad están establecidas.

Para todas las funciones dependientes de la velocidad, el sistema debe utilizar su propio dispositivo de medición de velocidad. El control de velocidad que proporciona el equipo de ATP se realizará de tal forma que en los modos de conducción PA y CMC:

a) Se respeten las velocidades límite preestablecidas por el polígono de velocidad.

b) La velocidad límite impuesta en cada punto de la Línea, sea tal que aun en caso de avería o error humano, el tren no franquee una señal al rojo, tanto en PA como en CMC, ni invada la sección tapón, Protegiendo en todos los casos el obstáculo.

c) En caso de detección de sobrevelocidad, se aplicará un frenado de urgencia reversible, protegiendo en todos los casos el obstáculo.

3.1.3. MODOS DE CONDUCCIÓN EN LAS VÍAS PRINCIPALES.

El sistema debe permitir circular a los trenes en los siguientes modos de conducción:

- Pilotaje automático (PA), mediante un sistema ATP más un sistema ATO

- Conducción manual controlada (CMC), solo mediante el sistema ATP
- Conducción manual limitada al grado de tracción T2 (CLT2).

3.1.3.1. PILOTAJE AUTOMÁTICO (PA).

Los trenes circularán habitualmente en este modo de conducción; en vías principales, en maniobras "V" y "O" de terminales, servicios provisionales tal como se define en los programas de maniobras. Este modo de conducción debe ser operable, en las zonas autorizadas y cuando los equipos ATP y ATO operan correctamente.

La intervención del conductor se limita a:

- Preparar y mandar la autorización de la apertura y cierre de las puertas en las estaciones
- Realizar procedimiento de partida en la estación o en inter estación.
- Mandar un frenado de urgencia por manipulador en caso de un imprevisto en la circulación del tren.

En este modo de conducción la seguridad de la marcha del tren debe estar garantizada por el equipo ATP.

El tren circulará siempre, en conducción automática, respetando las limitaciones de velocidad y de la señalización. Todo esto a condición de que el conductor sostenga el dispositivo de hombre muerto, en caso de soltarlo durante un periodo mayor de 2.5 s, el sistema detendrá el tren en FU irreversible, impidiendo su salida hasta haber realizado nuevamente el procedimiento de partida.

Si el módulo que permite la conducción automática (ATO) en funcionamiento se avería, el tren continuará dando servicio mediante el equipo ATP, en el modo de conducción CMC, señalizándose en la cabina de mando la indisponibilidad del ATO.

En caso de perdida de conducción deberá ser posible la reactivación de este modo (P A), donde las condiciones lo permitan.

En este tipo de conducción, debe existir en cabina una señalización óptica y acústica de alta disponibilidad que indique al conductor entre otras cosas:

- En forma permanente la disponibilidad de los equipos ATP y ATO.
- Discordancia entre la posición de la llave T1, y el lado autorizado de servicio independientemente de la posición de la llave T2.
- Alguna otra información que el STC defina.

3.1.3.2. CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA (CMC).

En forma general el funcionamiento de este modo de conducción debe ser posible en vías principales incluyendo todas las maniobras y servicios provisionales, tal como se define en los programas de maniobras.

Este modo debe ser operable en vías principales, cuando el tren se encuentre en un punto normal de paro frente a una señal. En caso de perdida de conducción deberá ser posible la reactivación de este modo (CMC), siempre y cuando las condiciones lo permitan.

En este modo, la conducción del tren será efectuada por el conductor, mediante el manipulador con el cual se asignaran los grados de tracción o de frenado requeridos para la circulación, el equipo ATP garantiza la seguridad de la marcha de los trenes respetando el estado de la señalización.

En este tipo de conducción, debe existir en cabina una señalización óptica y acústica de alta disponibilidad que indique al conductor entre otras cosas:

- Las consignas de velocidad impuestas por la configuración y señalización de la Línea.
- En forma permanente la disponibilidad de los equipos ATP y ATO.
- Discordancia entre la posición de la llave T1, y el lado autorizado de servicio independientemente de la posición de la llave T2.
- Alguna otra información que el STC defina.

3.1.3.3. CONDUCCIÓN MANUAL LIMITADA AL GRADO DE TRACCIÓN T2 (CLT2).

Este modo de conducción limita la tracción al grado T2 y la velocidad a un máximo de 35 km/h. El modo de conducción CLT2, depende únicamente de los equipos del tren y se puede tomar en cualquier lugar, bajo las normas y consignas de operación establecidas.

3.1.4. MODOS DE CONDUCCIÓN EN VÍAS SECUNDARIAS.

3.1.4.1. CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA (PA).

En las vías secundarias no se requiere el modo de Conducción Automática (PA).

3.1.4.2. CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA (CMC).

Para las vías de acceso a los talleres, peines de maniobra, vías de estacionamiento de garajes, vías de enlace y en general en vías secundarias, se utilizará el modo de conducción manual limitada a 15 y 25 km/h. Este modo debe ser operable desde la preparación del tren cuando éste se encuentra en un punto normal de paro frente a una señal. El propio sistema identificará de manera automática cuando se encuentre ubicado en vías secundarias, estableciendo el límite de velocidad que corresponda a la zona.

3.1.4.3. CONDUCCIÓN MANUAL LIMITADA EN GRADO DE TRACCIÓN T2 (CLT2).

Este modo de conducción limita la tracción al grado T2 y la velocidad a un máximo de 35 Km/h. El modo de conducción CLT2, depende únicamente de los equipos del tren y se puede tomar en cualquier lugar, bajo las normas y consignas de operación establecidas.

3.1.5. FIABILIDAD.

El Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes debe ser altamente confiable y debe garantizar una alta fiabilidad, asegurando el valor mínimo de un M.T.B.F., de 250,000 km para el lote de trenes que asigne el STC.

3.2. ESPECIFICACIÓN DE LOS MODOS DE CONDUCCIÓN.

3.2.1. PILOTAJE AUTOMÁTICO.

3.2.1.1. TOMA DEL MODO DE CONDUCCIÓN PILOTAJE AUTOMÁTICO.

La conducción en Pilotaje Automático se logrará tomar, estando el tren completamente detenido y con la llave "C" en la posición PA en la cabina de conducción correspondiente al sentido normal de circulación o autorizado por una señal de maniobra, mediante un hilo de tren que le informará al sistema, el conmutador T1 en una posición de servicio. Al colocar el conmutador "C" en posición PA se alimentaran los bloques ATO y ATP.

3.2.1.2. PARTIDA EN PILOTAJE AUTOMÁTICO.

3.2.1.2.1. PARTIDA EN INTERESTACIÓN.

Para efectuar la partida en interestación en pilotaje automático será necesario que:

- El tren este completamente detenido entre el inicio de la zona PNP y el pie de la señal; y que la señal al frente se encuentre en estado permisivo
- El conductor efectúe el procedimiento de partida siguiente:
  - Oprimir el botón FD (hasta obtener la confirmación de enclavamiento del cierre de las puertas por el Monocoup).
  - Accione el dispositivo de hombre muerto, obteniéndose entonces automáticamente la tracción del tren. Si ésta última no se logra después de 5 segundos el tren debe bloquearse en FU, siendo necesario repetir el procedimiento de partida.

Nota 1: Si después de efectuar el procedimiento de partida, alguno de los carros del tren permanece bloqueado o que el cierre de las puertas no es efectivo, se debe prohibir la tracción del tren.

Las interfaces entre el Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes y el tren deberán ser validadas por el STC en la revisión de diseño.

3.2.1.2.2. PARTIDA EN ESTACIÓN.

Para efectuar la partida en estación en pilotaje automático, será necesario que:

- El tren este completamente detenido en el PNP, es decir que el eje de la puerta de la cabina de conducción coincida con la cabecera del anden, con una tolerancia de ± 0.50 m o que se encuentre entre éste punto y antes de la señal
- La señal al frente se encuentre en estado permisivo
- El DBO este apagado
- No se haya mandado la prohibición de salida en PA (información NOPA - ver Nota 2)

El conductor efectuará el procedimiento de partida siguiente:

- Oprimir el botón V de anuncio de cierre de puertas.
- Oprimir el botón FD del lado de servicio (hasta obtener la confirmación de enclavamiento de cierre de las puertas por el monocoup).

- Accionar el dispositivo de hombre muerto obteniéndose automáticamente la tracción del tren. Si ésta no se logra después de 5 segundos, el tren debe bloquearse en FU irreversible, debiéndose repetir el procedimiento de partida, excepto la activación del botón V, para un nuevo intento de salida.

Nota 1: Si después de efectuar el procedimiento de partida, alguno de los carros del tren permanece bloqueado o que el cierre de las puertas no es efectivo, se debe prohibir la tracción del tren.

Nota 2: La prohibición de salida en PA (señal NOPA), es transmitida por el sistema de mando centralizado, según las necesidades de operación, para cada interestación y cada vía. El conductor será informado por medio de la visualización en cabina.

3.2.1.2.3. AUTORIZACIÓN DE APERTURA DE PUERTAS.

El sistema contará con un control en seguridad del lado correcto de apertura de puertas del tren, derecha, izquierda y para el caso de ambas, primero de un lado y 5 segundos después de la apertura efectiva de estas puertas se autorizará la apertura del lado contrario, dependiendo de las características de la estación.

La apertura de las puertas será preparada solo si se cumplen las siguientes condiciones:

- El tope de la cabeza del tren este ubicada dentro de una zona de + 2.00 m, - 4.00 m del punto normal de paro en estación, asegurando así que todas las puertas de pasajeros se encuentran en el andén.
- La velocidad del tren sea menor o igual a 6 km/h.

El sistema no autorizará la apertura en caso de existir discordancia entre la posición seleccionada por el conmutador T1 y el lado de servicio de la estación, indicándose a través de una alarma sonora y óptica sin importar la posición del conmutador T2.

En caso que la llave T2 se encuentre en la posición de servicio manual en estación (SMS), la apertura de las puertas será responsabilidad del conductor.

Se cancelará la autorización si el tren se desplaza más allá de la zona de autorización de apertura de puertas y se mandará un FU irreversible.

3.2.1.2.4. MANDO DE ANUNCIO DE CIERRE DE PUERTAS.

Cuando está presente la información despacho bajo orden (DBO) y después de extinguirse o apagarse, el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes automáticamente activará a bordo del tren el anuncio de cierre indicando que esta próximo el cierre de puertas, lo anterior a condición de que la llave T2 se encuentre en la posición SAS.

3.2.1.2.5. CANCELACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE PARTIDA.

El procedimiento de partida después del accionamiento del dispositivo de hombre muerto, podrá ser interrumpido por el conductor a través de los diversos medios a su alcance, después de lo cual será necesario repetir el procedimiento para poder partir.

3.2.1.2.6. ACCIÓN SOBRE EL "DISPOSITIVO DE HOMBRE MUERTO".

El accionamiento del dispositivo de hombre muerto debe efectuarse permanentemente durante la marcha del tren, el máximo tiempo admisible de interrupción será de 2.5 s, toda interrupción superior a este tiempo, provocará que el sistema mande el paro del tren en frenado de urgencia irreversible. La salida no será posible hasta que se realice nuevamente el procedimiento de partida.

3.2.1.3. MARCHA EN INTERESTACIÓN.

La marcha en interestación se realizará:

- Respetando las limitaciones de velocidad, el estado de la señalización y de los aparatos de vía
- Respetando las señales al alto y deteniéndose ante éstas en el PNP, es decir, 3 m antes de cada señal con una tolerancia de - 5 m, + 1 m, y para el caso de las señales de maniobra ± 0.5 m. En operación normal el tren debe permanecer detenido y bloqueado en F6 hasta que la señal cambie al estado permisivo.
- Si una señal al alto cambia al estado permisivo cuando un tren se encuentra en fase de frenado para detenerse ante ella, el tren debe poder automáticamente traccionar de nuevo sin necesidad de detenerse en el momento en que se establece el cambio de estado, esto si el tren se encuentra a una velocidad superior a 6 Km/h, al momento del cambio.

Una vez efectuado el procedimiento de partida, el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes debe vigilar en todo momento el cierre de puertas y mandar un frenado de urgencia irreversible en caso de que al menos una puerta se abra o este abierta.

En caso de detección de sobrevelocidad, se aplicará un frenado de urgencia reversible.

Una falla en la transmisión de las informaciones del ATP será señalada en la cabina de conducción, en la caja negra del tren y en el subsistema de ayuda al mantenimiento.

Una perdida indebida de las informaciones de la instalación fija hacia el tren deberá ser señalizada en la terminal de cabina del tren.

3.2.1.3.1. MANDO DE MARCHAS.

Para la regulación automática de los trenes, una computadora central podrá imponer desde el PCC o PCL, modificaciones a la marcha de los trenes, estas modificaciones son transmitidas a todas las interestaciones. El sistema debe tomar en cuenta el cambio de marcha.

Las correcciones de marcha se llevarán a cabo modificando la velocidad máxima impuesta para el modo PA en la interestación, tomando en cuenta las particularidades de perfil de cada una de las interestaciones a fin de respetar el tiempo de recorrido previsto.

La ausencia de mando de una orden de marcha, ó la recepción de un mando desconocido, no debe provocar la indisponibilidad del modo de conducción PA, en ambos casos se aplicará la marcha normal.

3.2.1.3.2. MARCHAS.

Las marchas que debe considerar el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes son:

- 1 (o 2) acelerada(s).
- 1 normal.
- 1 lenta.
- 1 lluvia.
- 1 restringida.

Aquí definiremos:

- La marcha acelerada; como la marcha más próxima a las velocidades máximas permitidas
- La marcha normal; utilizada para cumplir las características de la Línea en situación normal (intervalo y tiempo de recorrido).Esta marcha esta definida con respecto a la marcha acelerada más una reserva de tiempo equivalente a 5 segundos por kilómetro recorrido. Si el tiempo entre la marcha acelerada y la normal es superior o igual a 7 segundos se agregará una marcha acelerada intermedia.

- la marcha lenta; estará definida con respecto a la marcha normal, agregando 5 segundos por kilómetro recorrido a ésta.

La ausencia de mando de una orden de marcha, no debe provocar la indisponibilidad del modo de conducción PA, en ambos casos se aplicará la marcha normal.

3.2.1.3.3. MARCHA LLUVIA.

En caso de lluvia, este tipo de marcha contribuye a reducir las afectaciones al tren y a la operación por efectos de patinajes y deslizamientos de las ruedas. El mando de esta marcha debe ser posible manualmente desde el PCC o PCL, para zonas superficiales.

El accionamiento de un conmutador en la cabina del tren "marcha normal/marcha lluvia", provocará los mismos efectos que el mando antes mencionado.

Esta marcha exigirá una reducción de la aceleración en tracción y en frenado. Las reducciones en las aceleraciones en tracción y frenado serán definidas en la etapa de diseño del proyecto.

3.2.1.3.4. MARCHA RESTRINGIDA.

A fin de controlar la demanda en corriente de tracción, se limitará el jerk a la tracción, esta marcha podrá ser ajustada con el Proveedor durante el desarrollo del proyecto.

3.2.1.4. PARO ANTE SEÑALES AL ALTO EN INTERESTACIÓN.

El punto normal de paro ante una señal al alto, esta situado a un distancia de 3 metros en frente de dicha señal, los trenes deben pararse en este punto con una tolerancia de + 1 m, - 5 m, para el caso de las señales de maniobras ± 0.5 m.

Por ningún motivo, en este modo de conducción (PA) los trenes deben circular dentro de la zona denominada sección tapón.

3.2.1.5. PARO EN ESTACIÓN.

Los trenes que circulan en el modo PA deben respetar sin excepción alguna el paro en estación en el PNP, independientemente del estado en que se encuentre la señal de salida, y la indicación del DBO.

Los trenes deben respetar el punto normal de paro (es decir que el centro de la puerta de la cabina de conducción coincida con la cabecera del anden), con una tolerancia de ± 0.50 metros. En caso que por diseño de la estación se presentara algún riesgo para el usuario y el conductor esta ubicación será conciliada con el STC.

El tren al detenerse en estación debe bloquearse, 3 segundos después debe desbloquearse al neutro.

Además una información de apertura de puertas será elaborada por el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes para el tren, a través de la instalación fija y del equipo a bordo, para indicar el lado en que se encuentra el andén y luego ser utilizada para la autorización de apertura de puertas.

3.2.1.6. DISPOSICIONES PARA EL MODO DE CONDUCCIÓN PA.

3.2.1.6.1. INTERRUPCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE TRACCIÓN.

La interrupción momentánea de esta tensión, no debe provocar el paro del tren, el cual por inercia y mediante un dispositivo propio del tren continuará su marcha. Si la reenergización se produce antes del paro del tren, este podrá continuar su marcha sin la necesidad de detenerse.

Si la reenergización se produce después del paro del tren, la nueva salida en PA será posible.

3.2.1.6.2. MANIOBRA ESPECIAL EN TERMINAL.

Por necesidades de operación, durante el recorrido de la maniobra V1 y V2 en Terminal con tres vías (maniobra V en Terminal provisional), será posible modificar la marcha en PA del tren sobre el itinerario entre el andén de llegada y el de maniobra tal como sigue:

- Al recibir una información (maniobra especial ME), mandada por el operador y transmitida por los equipos de señalización, el automatismo establecerá un paro obligatorio, en PA, a una distancia aproximada de 152 m después del PNP del anden de llegada. Esto para permitir al conductor titular del tren subir en la cabina trasera. La continuación del recorrido en PA, desde este punto, será posible después de realizar la secuencia de partida.
- En caso de no recibir la información ME, la marcha en PA se realizará normalmente.

3.2.2. CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA.

3.2.2.1. TOMA DEL MODO DE CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADO.

La conducción manual controlada se logrará, estando el tren completamente detenido y colocando la llave "C" en posición CMC., para lo cual se tendrá asignado un hilo de tren exclusivo y el conmutador T1 en posición de servicio.

Al colocar el conmutador C en posición CMC, se alimentara el bloque ATP.

3.2.2.2. PARTIDA EN CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA.

3.2.2.2.1. PARTIDA EN INTERESTACIÓN.

Para efectuar la partida en interestación en conducción manual controlada será necesario que el tren este completamente detenido, la señal al frente se encuentre en estado permisivo.

El conductor efectúe el procedimiento de partida siguiente:

- Oprima el botón FD (hasta obtener la confirmación del mantenimiento del cierre de las puertas por el monocoup).
- Accione el dispositivo de hombre muerto y con el manipulador ordene la tracción del tren. Si esta última no se logra después de 5 segundos, el tren debe bloquearse en FU, siendo necesario repetir el procedimiento de partida.
- No se permitirá el franqueamiento de la señal de salida al alto.

Nota 1: Si después de efectuar el procedimiento de partida, alguno de los carros del tren permanece bloqueado o que el cierre de las puertas no es efectivo, se debe prohibir la tracción del tren.

3.2.2.2.2. PARTIDA EN ESTACIÓN.

Para efectuar la partida en estación en conducción manual, será necesario que:

- El tren este completamente detenido en el PNP, (es decir que el centro de la puerta de la cabina de conducción, coincida con la cabecera del anden, con una tolerancia de ± 0.50 m) o que se encuentre entre éste punto y antes de la señal.
- La señal al frente se encuentre en estado permisivo.

- El DBO este apagado.

El conductor efectuará el procedimiento de partida siguiente:

- Oprimir el botón V de anuncio de cierre de puertas.
- Oprimir el botón FD del lado de servicio (hasta obtener la confirmación de enclavamiento de cierre de las puertas por el monocoup).
- Accione el dispositivo de hombre muerto y con el manipulador ordene la tracción del tren. Si ésta no se logra después de 5 segundos, el tren debe bloquearse en FU irreversible. , debiéndose repetir el procedimiento de partida, excepto la activación del botón V, para un nuevo intento de salida.

Nota 1: Si después de efectuar el procedimiento de partida, alguno de los carros del tren permanece bloqueado o que el cierre de las puertas no es efectivo, se debe prohibir la tracción del tren

3.2.2.2.3. CONTROL DE APERTURA DE PUERTAS.

El sistema contará con un control en seguridad del lado correcto de apertura de puertas del tren, derecha, izquierda y para el caso de ambas, primero de un lado y 5 segundos después de la apertura efectiva de estas puertas se autorizará la apertura del lado contrario, dependiendo de las características de la estación.

La apertura de las puertas será preparada solo si se cumplen las siguientes condiciones:

- El tope de la cabeza del tren este ubicada dentro de una zona de + 2.00 m, - 4.00 m del punto normal de paro en estación, asegurando así que todas las puertas de pasajeros se encuentran en el anden.
- La velocidad del tren sea menor o igual a 6 km/h.

El sistema no autorizará la apertura en caso de existir discordancia entre la posición seleccionada por el conmutador T1 y el lado de servicio de la estación, indicándose a través de una alarma sonora y óptica sin importar la posición del conmutador T2.

En caso que la llave T2 se encuentre en la posición de servicio manual en estación (SMS), la apertura de las puertas será responsabilidad del conductor. El automatismo será inhibido.

Se cancelará la autorización si el tren se desplaza más allá de la zona de autorización de apertura de puertas y se mandará un FU irreversible.

3.2.2.2.4. MANDO DE ANUNCIO DE CIERRE DE PUERTAS.

Cuando esta presente la información despacho bajo orden (DBO) y después de extinguirse o apagarse, el sistema automáticamente activará a bordo del tren el anuncio de cierre indicando que esta próximo el cierre de puertas, lo anterior a condición de que la llave T2 se encuentre en la posición SAS.

3.2.2.2.5. CANCELACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE PARTIDA.

El procedimiento de partida después del accionamiento del dispositivo de hombre muerto, podrá ser interrumpido por el conductor a través de los diversos medios a su alcance, después de lo cual será necesario repetir el procedimiento para poder partir.

3.2.2.2.6. ACCIÓN SOBRE EL "DISPOSITIVO DE HOMBRE MUERTO".

El accionamiento del dispositivo de hombre muerto debe efectuarse permanentemente durante la marcha del tren, el máximo tiempo admisible de interrupción será de 2.5 segundos, toda interrupción superior a este tiempo, provocará que el sistema mande el paro del tren en frenado de urgencia irreversible.

La salida no será posible hasta que se realice nuevamente el procedimiento de partida.

3.2.2.3. MARCHA EN INTERESTACIÓN.

La marcha en interestación se realizará:

- Respetando las limitaciones de velocidad de acuerdo con el estado de la señalización y de los aparatos de cambio de vía, el conductor podrá utilizar todos los grados del manipulador entre T5 y FU.
- Con el fin de lograr orientar al conductor a seguir una marcha lo más apegada a la prevista, el sistema debe contar con los medios necesarios en la cabina de conducción que informe al operador, durante todo el recorrido del tren, las consignas de las velocidades impuestas.
- Si una señal al alto cambia al estado permisivo cuando el tren se encuentra en fase de frenado para detenerse ante ella, el conductor podrá traccionar de nuevo sin necesidad de detenerse al momento en que se establece el cambio de estado, esto si el tren se encuentra a una velocidad superior a 6 km/h al momento del cambio.

Una vez efectuado el procedimiento de partida, el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes debe vigilar en todo momento el cierre de puertas y mandar un frenado de urgencia irreversible en caso de que al menos una puerta se abra.

En caso de detección de sobrevelocidad, se aplicará un frenado de urgencia reversible.

Una falla en la transmisión de las informaciones del ATP será señalada en la cabina de conducción, en la caja negra del tren y en el subsistema de ayuda al mantenimiento.

3.2.2.4. PARO ANTE SEÑALES AL ALTO EN INTERESTACIÓN.

El tren debe respetar estrictamente el punto normal de paro ante una señal al alto, el cual esta situado a una distancia de 3 metros en frente de dicha señal.

En este modo de conducción, el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes no permitirá el franqueamiento de señales al alto, y por ningún motivo, los trenes podrán accesar ni circular dentro de la zona denominada sección tapón. El ATP garantizará la seguridad de la marcha de los trenes.

3.2.2.5. PARO EN ESTACIÓN.

Los trenes que circulan en el modo CMC se pararán en estación bajo la responsabilidad del conductor. Además una información de apertura de puertas será enviada por el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes al tren, para indicar el lado en que se encuentra el andén y ser utilizada en el control de apertura de puertas.

No se permitirá el franqueamiento del DBO encendido y/o de la señal de salida al alto.

El conductor podrá franquear la estación, siempre y cuando el DBO esté apagado, la señal de salida se encuentre permisiva y el sistema controlará que la velocidad no exceda de 35 km/h al franqueo de la cabeza del tren a dicha señal. El equipo ATP asegurará este control.

3.2.2.6. DISPOSICIONES PARA EL MODO DE CONDUCCIÓN CMC.

3.2.2.6.1. INTERRUPCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE TRACCIÓN.

La interrupción momentánea de esta tensión, no debe provocar el paro del tren, el cual por inercia y mediante un dispositivo propio del tren continuará su marcha. Si la reenergización se produce antes del paro del tren, este podrá continuar su marcha sin la necesidad de detenerse.

Si la reenergización se produce después del paro del tren, la salida en CMC será posible.

3.2.2.6.2. OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL MODO CMC.

Con el objeto de limitar el uso del modo de conducción libre (CLT2) y optimizar la CMC, el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes debe permitir, con la llave "C" en la posición CMC lo siguiente:

- Efectuar el franqueo de una señal al alto, si se requiere por motivo operativo con autorización del PCC o PCL, el conductor debe mantener accionado el dispositivo de vigilancia, a fin de que se lleve a cabo el avance del tren sin que se aplique el freno de urgencia. Debe registrarse dicha situación en la caja negra, en la informática embarcada y en el subsistema de ayuda al mantenimiento.
- El recorrido de una zona en donde el equipo fijo del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes esté en falla con el dispositivo de vigilancia oprimido.
- La supresión de un frenado de urgencia irreversible, siempre y cuando: El tren se encuentre detenido, la llave C quede en posición CMC, el control de velocidad del ATP opere correctamente y el conductor mantenga oprimido el dispositivo de vigilancia (suministrado por el proveedor), dispuesto en cabina y realice la secuencia de partida.

En la condición anterior el automatismo se limitará luego a:

- Controlar la velocidad a un máximo de 35km/h.
- Visualizar en cabina activa la indicación CMC intermitente en color rojo.

El conductor respetará las prescripciones operativas definidas en caso de marcha de seguridad.

La reactivación completa del modo de conducción CMC será posible a proximidad de una señal permisiva o eventualmente después de pasar por una zona de reactivación.

El dispositivo de vigilancia solo estará activo en la cabina donde se tienen tomados los mandos, inhibiendo esta condición para la otra cabina del tren, El estado de este dispositivo debe registrarse en la caja negra, en la informática embarcada y en el subsistema de ayuda al mantenimiento.

En aquellos casos que este indisponible en forma total el automatismo de modos de conducción este debe permitir una velocidad de 35 km/h.

En el caso que este en forma parcial, y que las condiciones de seguridad lo permitan, se podrá circular a una velocidad máxima de 50 km/h. exceptuando las zonas de maniobra y en donde el perfil de la Línea

indique velocidades menores. Este caso será conciliado entre el STC y el Proveedor durante el desarrollo del Proyecto

En la etapa de diseño del proyecto se definirá la ubicación y características del dispositivo de vigilancia en la cabina.

En caso que no sea posible desactivar momentáneamente el frenado de urgencia irreversible, se tomara el modo de conducción CLT2.

3.2.2.7. MARCHA EN VÍAS SECUNDARIAS.

La marcha en vías secundarias será:

- Respetando la velocidad límite establecida y la señalización. El conductor puede utilizar todos los grados del manipulador comprendidos entre T5 y FU.

El sistema debe contar con una conducción manual controlada concebida en seguridad, que proteja las vías de acceso a los talleres, los peines de maniobras y vías de estacionamiento en zonas de garage, para evitar franqueamientos de señales al rojo y sobre velocidad.

3.2.2.7.1. CONDICIONES GENERALES QUE DEBE CUMPLIR EL SISTEMA PARA LA CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA PARA LA ZONA DE GARAGE Y TALLERES.

El sistema debe incluir una conducción manual controlada para las zonas de garage y talleres, permitiendo al operador la fácil manipulación de los dispositivos a su alcance en este modo de conducción, el sistema debe cumplir en forma segura con las siguientes funciones:

- Salida del tren en las posiciones A y B, de las zonas de garage, de los talleres protegiendo siempre el no franqueamiento de las señales.
- Llegada y estacionamiento del tren en zonas de garage y talleres, protegiendo en el primer caso el tapón y el tren de la posición B, en talleres protección del tapón.
- Circulación en las zonas: de la nave de garage, peine de talleres, respetando las limitaciones de velocidad (15 km/h) y señalización establecida.
- Circulación en las zonas: de vías de estacionamiento, maniobras y vías de acceso (fuera del peine de talleres y de la nave de garage), respetando las limitaciones de velocidad (25 km/h) y señalización establecida.
- El equipo de vías secundarias debe ser independiente del equipo de vías principales, de tal manera que una avería del primero no afecte la disponibilidad del otro.

- En caso de sobrevelocidad el sistema debe aplicar un frenado de urgencia irreversible. La acción anterior debe cumplirse siempre garantizando la seguridad de los equipos, este frenado será mandado directamente por los equipos del sistema automáticamente, mediante circuitos de interfase concebidos en seguridad intrínseca.
- El sistema debe prohibir en este modo de conducción que el tren se desplace en marcha atrás desde la cabina que se encuentre en servicio.

3.2.2.7.2.-. CONCEPCIÓN MODULAR Y DISPONIBILIDAD.

3.2.2.7.2.1.- EQUIPO EMBARCADO QUE CONFORMA EL SISTEMA.

El equipo embarcado que conforma este sistema (Conducción Manual Controlada para zonas de garage y talleres), debe ser modular e independiente, del sistema de pilotaje automático de tal manera que una avería del primero no afecte la disponibilidad del segundo.

La concepción modular debe ser de realización sencilla, ligera y fácil de mantener para:

- El cumplimiento de la tracción y el frenado, el equipo a bordo del tren debe aprovechar óptimamente las características de funcionamiento de los propios equipos del tren.
- La fácil accesibilidad que permita de manera eficaz y oportuna realizar las intervenciones tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo.

Las interfases entre las Líneas del tracción - frenado y el sistema deben realizarse con tecnología a semiconductores, evitando el uso de relevadores.

El sistema debe ser altamente confiable, garantizando una alta fiabilidad, asegurando el valor mínimo de un M.T.B.F de 5000 horas por tren. La disponibilidad del equipo embarcado incluyendo los captores será garantizada por el proveedor a partir de la puesta en servicio.

3.2.2.7.2.2.- EQUIPOS EN LA VÍA.

Los equipos en la vía que conforman el modo de conducción manual protegida para zonas de garage y talleres deben cumplir con las siguientes condiciones:

- No encontrarse sobre algún elemento energizado debe contar con las interfaces necesarias para eliminar cualquier influencia hacia otros equipos en la vía y estos hacia el propio sistema.

- No deberán estar dispuestos en forma continúa en medio de la vía (entre los rieles) ni a lo largo de los rieles.

- La construcción de la instalación fija deberá ser de realización lo más sencillo posible, ligera y fácil de mantener.

- Los emisores de información dispuestos en las vías deberán ser puntuales (no continuos) con el objeto de facilitar el mantenimiento y aumentar la disponibilidad.

- La instalación fija deberá ser altamente disponible aceptándose como máximo una avería cada 12,000 horas por conjunto incluyendo la instalación en las vías (el proveedor deberá comprometerse a cumplir este M.T.B.F. una vez que se encuentre en funcionamiento su sistema).

- En caso de indisponibilidad de este modo de conducción manual, controlada para zonas de garage y talleres se empleará el grado de tracción T2 denominada "CLT2" a una velocidad máxima de 35km/h (este modo de conducción (CTL2) es propio del tren), y deberá ser operado bajo las consignas de seguridad y los procedimientos de operación vigentes.

3.2.2.7.3.- SEGURIDAD.

EL sistema de conducción manual, controlada para zonas de garage y talleres debe garantizar la seguridad en este modo de conducción, por lo que deberá ser concebido y construido bajo los conceptos de la seguridad intrínseca, de tal manera que esta técnica libere a las instalaciones de todo incidente contrario a la seguridad, cualquiera que sea el defecto técnico o el error humano, sin importar la probabilidad para esto el equipo deberá utilizar circuitos de concepción y realización tecnológica, de tal forma que una falla de cualesquiera de los elementos que los constituyan no se traduzca en una información errónea que ponga en riesgo la seguridad.

Las instalaciones fijas contarán con una lógica concebida en seguridad intrínseca como se describió antes de tal manera que se autorice la marcha de los trenes únicamente si todas las condiciones permisivas de señalización se cumplen.

3.2.2.7.4. CONDUCCIÓN MANUAL, CONTROLADA PARA ZONAS DE GARAGE Y TALLERES (CMC).

Este modo de conducción será efectuado por el conductor, mediante el manipulador con el cual se asignarán los grados de tracción y frenado requeridos para la circulación y el sistema garantizará la seguridad de la marcha de los trenes.

En este modo de conducción el sistema debe garantizar:

- Un control de velocidad a un máximo de 15 km/h en la zona del peine de talleres y la zona de la nave de garage.
- . Un control de velocidad a un máximo de 25 km/h en las zonas: de vías de acceso estacionamiento, maniobras (fuera del peine de talleres y de la nave de garage).
- Un frenado de urgencia irreversible en caso de franqueamiento de una señal al alto.

En caso de indisponibilidad del sistema, se deberá circular en conducción limitada al grado de tracción T2 (CLT2).

3.2.2.7.5. CONDUCCIÓN LIMITADA AL GRADO DE TRACCIÓN T2 (CLT2).

Este modo de conducción es propio del tren y no contempla ninguna protección al franqueamiento de señales al alto, pero si ofrece control de sobrevelocidad.

3.2.2.7.6 CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA PARA ZONAS DE GARAGE Y TALLERES.

3.2.2.7.6.1 - TOMA DEL MODO DE CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA.

La conducción manual controlada se logra tomar estando el tren completamente detenido y colocando la llave "C" en posición "CM".

3.2.2.7.6.2. PARTIDA EN CONDUCCIÓN MANUAL CONTROLADA.

La partida del tren en cualquiera de las zonas de garage y talleres será posible cuando:

- La señalización se encuentre en estado permisivo y se realice la ecuación de partida.

Lo anterior deberá cumplirse siempre que:

- El tren se encuentre detenido.
- El tren se encuentre completamente desbloqueado.
- El sistema de C.M.C. para las zonas de garage y talleres este disponible.
- La llave "C" este en posición "CM".
- Se haya realizado la ecuación de partida = monocup y dispositivo de hombre muerto (procedimiento de partida).
- Si el tren no se desplaza después de 2.5 segundos después del accionamiento del dispositivo de hombre muerto, el tren deberá bloquearse en FU.

3.2.2.7.6.2.1 OPTIMIZACIÓN DEL MODO CONDUCCIÓN EN ZONAS DE GARAGE Y TALLERES.

Con el objeto de limitar el uso del modo de conducción libre (CLT2) y optimizar la conducción manual en garage y talleres, el sistema debe permitir, con la llave C en CM:

- El franqueo de una señal al alto (si se requiere por motivo operativo), y debe registrarse dicha situación en el registrador electrónico de eventos (caja negra), además de registrarse en el subsistema de ayuda al mantenimiento.
- El recorrido de una zona en donde el equipo fijo del sistema esté en falla.
- La supresión de un frenado de urgencia irreversible, siempre y cuando:
  - El tren se encuentre detenido (a proximidad de la señal a franquear o del inicio de la zona averiada).
  - El control de velocidad del ATP opere correctamente.
  - El conductor mantenga oprimido el dispositivo de vigilancia (suministrado por el proveedor), dispuesto en cabina y realice la secuencia de partida.

El automatismo se limitará luego a:

- Controlar la velocidad a un máximo de 15 km/h o 25km/h, dependiendo la zona.
- Visualizar en cabina activa la indicación CM intermitente en color rojo, sin indicación de velocidad.

El conductor respetará las prescripciones operativas definidas en caso de marcha de seguridad.

La reactivación completa del modo de conducción CM será posible a proximidad de una señal permisiva o eventualmente después de pasar por una zona de reactivación.

El dispositivo de vigilancia solo estará activo en la cabina donde se tienen tomados los mandos. Inhibiendo esta condición para la otra cabina del tren.

3.2.2.7.6.3. CANCELACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE PARTIDA.

El procedimiento de partida antes del accionamiento del dispositivo de hombre muerto, puede ser interrumpido por el conductor por los diversos medios a su alcance, después de lo cual será necesario repetir el procedimiento de partida para poder salir.

3.2.2.7.6.4 ACCIÓN SOBRE EL "DISPOSITIVO DE HOMBRE MUERTO".

El accionamiento del "dispositivo de hombre muerto" debe efectuarse permanentemente durante la marcha del tren el máximo tiempo admisible de interrupción del accionamiento será de 2.5 segundos, toda interrupción superior a este tiempo provocará el bloqueo del tren con frenado de urgencia irreversible. La salida será posible solo hasta realizar nuevamente el procedimiento de partida.

3.2.2.7.6.5. LA MARCHA DEL TREN EN LAS ZONAS DE GARAGE Y TALLERES.

La marcha de los trenes en las zonas mencionadas se hará:

- Respetando la velocidad límite de 15 km/h o 25 km/h dependiendo la zona y la señalización, el conductor podrá a su iniciativa utilizar todos los grados de tracción y frenado del manipulador, comprendidos entre T5 y FU.
- En todo momento el conductor podrá provocar el paro del tren con frenado de urgencia, o con los medios que tiene a su alcance (accionando la llave "C", accionando un KFS, liberando el dispositivo de hombre muerto durante más de 2.5 seg. etc.)
- En caso de sobrevelocidad el sistema debe aplicar un frenado de urgencia irreversible. La acción anterior debe cumplirse siempre garantizando la seguridad de las instalaciones y los equipos, este frenado será mandado directamente por los equipos del sistema automáticamente.

3.2.2.7.6.6. PARO ANTE SEÑALES AL ALTO.

En este modo de conducción el sistema no permitirá el franqueamiento de señales al alto, en caso contrario el sistema sancionará el franqueamiento con un FU irreversible.

Una vez efectuado el procedimiento de partida, el sistema debe vigilar el cierre de puertas y mandar un frenado de urgencia irreversible en caso de que al menos una puerta se abra.

En caso de detección de sobrevelocidad, se aplicará un frenado de urgencia irreversible.

3.2.3. CONDUCCIÓN MANUAL LIMITADA AL GRADO DE TRACCIÓN T2 (CLT2).

Este modo de conducción depende únicamente de los equipos del tren y se puede tomar en cualquier lugar. Durante su utilización:

- Estarán fuera de servicio los modos de conducción PA y CMC.
- Se limita la tracción al grado T2 (fuera de los alcances del sistema de modos de conducción).
- Se limita la velocidad al máximo de 35 km/h (fuera de los alcances del sistema de modos de conducción).

Nota: En el modo de conducción CLT2, los modos de conducción PA y CMC están fuera de servicio; por lo tanto los equipos de los sistemas ATP y ATO no tienen ninguna acción sobre los equipos del tren pero, en funcionamiento nominal, deben quedarse en estado de espera. Solo en éste modo de conducción CLT2, el sistema enviará en cabina, a la caja de señalización propia del tren, una información indicando cuando el modo de conducción CMC este disponible. Al recibir esta información, el conductor podrá cambiar de modo de conducción estando el tren detenido.

3.2.4. CAMBIO DE MODO DE CONDUCCIÓN.

3.2.4.1. TREN PARADO.

Cuando el tren se encuentra totalmente detenido, el cambio de posición de la llave C, debe ser posible sin que esto modifique el estado funcional de los equipos del ATP ni del ATO.

3.2.4.2. TREN EN CIRCULACIÓN.

No será posible el cambio de modo de conducción durante el movimiento del tren; al cambiar de posición la llave C, el sistema activará un FU irreversible.

3.3. VISUALIZACIÓN EN CABINA.

3.3.1. GENERALIDADES.

Para la ayuda a la conducción, el sistema contará con un dispositivo de señalización en cabina que dará al conductor, mediante una caja de visualización situada en la cabina de mando lo siguiente:

- Las informaciones permanentes de velocidad en modo CMC (indicación numérica con marco verde).
- La indicación visual de sobrepaso de la velocidad de consigna (substitución del marco verde por un marco anaranjado), con una información sonora puntual a la detección del sobrepaso de la velocidad.
- La indicación visual (triángulo rojo en lugar de la información de velocidad) y acústica constante del mando de frenado de urgencia, hasta la desaparición de éste.
- La disponibilidad de sistema (equipos y transmisión).
- La no salida en PA o CMC.
- El tipo de marcha.
- El modo de conducción.

- La indicación de la discordancia entre la posición seleccionada por el conmutador T1 y el lado de servicio de la estación, a través de una alarma sonora y óptica sin importar la posición del conmutador T2.

Este dispositivo estará activo solo cuando la llave C se encuentre en servicio y el tren encendido.
La caja de visualización esta apagada en mandos al neutro.

3.3.2. CONSTITUCIÓN.

El equipo suministrado debe estar concebido con protecciones de blindaje contra golpes, fuego, vibraciones y vandalismo, conforme a las normas y más altos estándares internacionales de aplicación ferroviaria.

3.3.3. OPERACIÓN.

Para sensibilizar al conductor cuando sobrepasa la velocidad de consigna y se acerca a los límites de velocidad máxima permisible se suministrará una indicación visual (marco anaranjado) y sonora puntual. En caso de sobrepasar los límites velocidad máxima permisible, entrará en funcionamiento el dispositivo de control de sobrevelocidad y la señalización en cabina suministrará una indicación visual (triángulo rojo) y sonora constante hasta que el tren regrese a los límites de velocidad permitidos.

Lo anterior debe ser considerado también para el siguiente caso:

- En un cambio restrictivo de la velocidad o en las informaciones de consigna, dicha indicación debe aparecer a una distancia de seguridad anticipada, tomando en cuenta los tiempos de reacción del conductor, del sistema, de los equipos de frenado, y las condiciones de lluvia, mientras que la velocidad del tren sea superior a la nueva consigna, ya sea por DBO, una señal de maniobra o espaciamiento. Al producirse el paso a vía libre, la velocidad de consigna substituye a la indicación de paro.

Las informaciones de las que dispone el conductor no deben ser ambiguas ni contradictorias para no provocar una confusión en su interpretación. Las indicaciones presentadas por la señalización en cabina, por lo tanto, deben ser coherentes con las suministradas por la señalización fija de espaciamiento o de maniobra.

3.3.4. ERGONOMÍA DE LA SEÑALIZACIÓN EN CABINA.

El conductor debe observar la vía con constancia de tal manera que las informaciones que le serán suministradas permanentemente por la señalización en cabina, por lo que no deben distraer su campo visual y debe ser de lectura fácil; en particular, la comparación entre la velocidad de consigna u objetivo y la velocidad efectiva o real del tren debe ser inmediata. Por lo tanto, la velocidad de consigna u objetivo debe mostrarse mediante un indicador numérico, a la proximidad del medidor de la velocidad del tren (velocidad efectiva o real).

Además, a fin de no distraer la atención del conductor, conviene restringir la cantidad de apariciones sucesivas de los cambios en las velocidades visualizadas; por lo tanto, éstas deben visualizarse por niveles y en cantidad limitada.

Para sensibilizar al conductor cuando se produce un cambio restrictivo de señalización en cabina, se suministrará una información sonora puntual.

En la etapa de diseño el Proveedor presentará al STC, alternativas para determinar la mejor ubicación de este equipo en la cabina de conducción.

3.3.5. AVERÍA EN EL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN EN CABINA

El sistema de ayuda a la conducción del que forma parte la señalización en cabina es, en el aspecto funcional, totalmente diferente del sistema de control que garantiza la seguridad.

Una avería de señalización en cabina, no tendrá ninguna repercusión sobre la seguridad de circulación de los trenes.

El sistema de señalización en cabina, debe contar con las protecciones necesarias para evitar interferencias: electromagnéticas, electrostáticas, mecánicas y/o de cualquier tipo que afecte su correcto funcionamiento

3.4. DISPOSITIVO DE AYUDA AL MANTENIMIENTO (DAM).

3.4.1. DAM PARA EQUIPOS EMBARCADOS.

Para facilitar las operaciones de mantenimiento, los equipos a bordo contarán con un dispositivo de ayuda al mantenimiento integrado a cada tren que indique con claridad al operador de mantenimiento lo siguiente:

- El ATP y/o el ATO en falla.

- El subconjunto de ATP y/o de ATO en falla.
- La función en falla.
- La información de entrada y/o salida del conjunto ATP/ATO, causante de un FU del sistema.

Este dispositivo no afectará los equipos en operación y debe ser tal que permita:

- Identificar, memorizar en el momento que ocurren todas aquellas averías transitorias y permanentes, causadas por el propio sistema o de los equipos del tren con los que tenga relación, de tal manera que el técnico, con el uso de un analizador, podrá determinar la función en falla sin mayor análisis de su parte.
- Registrar las señales lógicas y analógicas de interface con el tren y propias del sistema.
- Memorizar las averías transitorias o permanentes que se presenten cuando menos durante una jornada, para fines estadísticos.
- Conservar en memoria los registros por lo menos de las últimas 48 horas posteriores al apagado del tren.
- Su auto diagnóstico.

Este dispositivo debe ser desarrollado con tecnología a base de microprocesadores. El software del dispositivo de ayuda al mantenimiento tendrá la posibilidad de seleccionar nuevas necesidades de registro y diagnostico que pudieran presentarse en el futuro, por medio de menús y ventanas en un ambiente amigable.

La recuperación de información de fallas memorizadas del DAM embarcado debe realizarse conectando una memoria USB y una computadora portátil. Para el análisis en tiempo real de los parámetros del sistema de pilotaje automático se utilizará una computadora portátil, sin que perturbe el registro de la información en el DAM. Además el equipo debe contar con un dispositivo que permita la recuperación en campo (1) de información de fallas transmitidas por los trenes (fallas de equipos embarcados y/o de equipos fijos vistas desde el tren). Cada avería registrada deberá ser con su nombre el cual deberá hacer referencia al tipo de falla, no se acepten códigos.

Las características del software para el análisis de las informaciones registradas permitirán:

- Mostrar el valor o estado de los siguientes parámetros:
  - Identificación, velocidad y ubicación del tren.
  - Fecha y hora.
  - Estado de las señales relacionadas con el tipo de falla.
- La presentación gráfica de las señales analógicas y digitales.
- La presentación en pantalla de archivo de tipo texto y despliegue los parámetros que ocasionaron la falla.

[1]) La recuperación en campo debe ser posible por lo menos, antes de llegar a cada terminal.

- Obtener una tabla resumen de todos los tipos de fallas que se presentaron, así como los totales para el periodo que se esta analizando.
- Contabilizar y mostrar el número de fallas de un tipo que se seleccione a partir de un menú para las siguientes condiciones:

  - Sin ninguna condición, es decir el total de esa falla para todo el periodo que se esta analizando.
  - Para un tren o trenes en específico.
  - Para un rango de velocidad establecido por el usuario.
  - Para una zona.
  - Para un rango de tiempo.
  - Para una combinación de 2 o más de las condiciones anteriores.
  - Todos los diálogos para el usuario deben estar totalmente en idioma español.
  - Su consulta de manera rápida, para obtener la información clara, precisa y en español. Evitando la utilización de numeración binaria, incluyendo menús de ayuda.

El software debe contar con un editor de ecuaciones, donde los parámetros de las ecuaciones pueden ser solo señales digitales, solo señales analógicas o una combinación de ambas. Además, se presentarán los valores o estados de los parámetros de la ecuación así como el resultado en forma tabular en pantalla y en forma impresa.

Este punto debe cumplirse tanto para los registros obtenidos abordo del tren, como para los recuperados a partir del campo.

El funcionamiento correcto de este equipo debe ser validado conjuntamente entre el proveedor y el S.T.C. en campo, para lo cual se deberá elaborar un protocolo de pruebas que contemple la corroboración de los eventos registrados, con los cuales se permita discriminar la causa de la avería y que certifique los disparadores de las mismas.

La definición y depuración del Software para los disparadores, de este dispositivo, se definirán conjuntamente entre el STC y el Proveedor durante el desarrollo del proyecto.

Asimismo, este dispositivo debe ser de fácil manejo y amigable en cuanto al software de análisis de la información. Debe proporcionar los datos en archivos de texto.

3.4.2. DAM PARA EQUIPOS FIJOS.

Para facilitar y agilizar las labores del mantenimiento correctivo y preventivo de la instalación fija sin afectarla, se precisará la concepción, el desarrollo, el suministro y la puesta en servicio de un dispositivo portátil que permitirá:

- Su instalación en cualquiera de los armarios de los equipos fijos de PA en la Línea (teniendo en memoria la configuración de cada armario).

- Su conexión a una toma de pruebas prevista en cada armario, para verificar automáticamente el funcionamiento global del mismo, indicando si existe alguna avería (que sea ó no anterior a la conexión del DAM).
- Identificar la función y los equipos en falla en la zona de influencia de cada armario
- Una vez conectado, operar durante toda la jornada, registrar y memorizar las averías transitorias o permanentes que se hubieran presentado en 72 horas.
- Proporcionar la información para fines estadísticos.
- Proporcionar un software de análisis de los registros (similar al del DAM embarcado).
- Su auto diagnóstico.

Este dispositivo debe ser portátil y desarrollado con tecnología a base de microprocesadores y que el software sea modificable en base a las necesidades que en el futuro pudieran presentarse.

La recuperación de información de fallas memorizada del DAM fijo debe realizarse conectando una computadora portátil directamente en el equipo.

Nota 1: El DAM para equipos fijos y el DAM para equipos embarcados deben ser completamente independientes uno del otro.

Nota 2: Este dispositivo debe vigilar el funcionamiento tanto de los equipos del ATP como del ATO.

3.4.3. BANCOS DE PRUEBAS Y SIMULADOR.

El Proveedor indicará cuales son las herramientas y accesorios específicos que son necesarios para efectuar la instalación y el mantenimiento de los equipos de su sistema.

El Proveedor debe entregar todos los dispositivos de mantenimiento específicos para sus equipos como son:

- Banco de pruebas de fácil y ágil utilización que permita evaluar para cada equipo o módulo su funcionamiento en condiciones normales de operación, para su reparación a tercer nivel
- Simulador para trenes, este simulador debe permitir agilizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo embarcado, en talleres o en fosa de visita. Se precisa la concepción, desarrollo, suministro y puesta en servicio de un dispositivo portátil, que permita:

- Estando el tren detenido y con todos sus equipos instalados, debe ser posible verificar las funciones del tren en sus diferentes modos de conducción, simulando para ello todas las condiciones dinámicas y estáticas que presenta la instalación fija del sistema

- Una vez conectado y funcionando el dispositivo, se inhiba en cualquier circunstancia la tracción del tren

- Evaluar el buen funcionamiento global del tren mediante señalamientos en cuanto se refiere al automatismo

- Una independencia total del dispositivo embarcado de ayuda al mantenimiento requerido en esta especificación, pero que resulten complementarios para la determinación del origen de la falla.

En caso de requerir alguna preparación especial el proveedor deberá realizar lo necesario para la instalación de estos equipos.

3.4.4. VÍA DE PRUEBAS.

Se deberá prever el equipamiento de la vía de pruebas del taller de Tláhuac con el equipo fijo requerido para realizar recorridos en los modos de conducción del sistema de pilotaje automático que permita reproducir la operación real de recorridos de una estación a otra, por mencionar algunas de las funciones, las interfaces sistema - tren, tren - sistema, servicio en estaciones e interestaciones como son, punto normal de paro, servicio en estación, toma de marchas, sentido de marcha, maniobras de retorno, DAM, modos de conducción, consignas operativas entre otras. Los equipos del sistema instalados en la vía de pruebas deberán permitir verificar dinámicamente el buen funcionamiento de los equipos del sistema a bordo del tren y de la transmisión de información vía – tren y viceversa tanto para vías principales como para vías secundarias. El STC se reserva el derecho de solicitar incluir alguna función que considere necesaria para verificar el buen funcionamiento del sistema de modos de conducción.

3.4.4.1. EQUIPOS EN VÍA Y EN LOCAL DE VÍA DE PRUEBAS.

A fin de aislar la parte "operativa" de la parte "prueba" de esta vía, los equipos fijos que dirigen la entrada y la salida de esta vía, se instalarán en el local técnico del puesto de maniobra del taller (PMT), de los otros equipos fijos de la zona de talleres.

Las informaciones de la señalización propias de esta vía de pruebas, estarán disponibles en el local técnico para PA.

Los equipos fijos del sistema que se utilizarán para las pruebas, se ubicarán en local técnico y en la vía de pruebas.

En la vía de pruebas se colocarán los equipos propios de las operaciones de prueba del sistema, así como una platina que permita la fácil programación de los parámetros necesarios para dichas pruebas.
Los equipos del sistema de la vía de pruebas deben estar formados por módulos estándares, similares a los que están en Línea.

3.5. INTERFACES DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES.

3.5.1. ESTUDIOS DE DEFINICIÓN DE LAS INTERFACES.

El Proveedor debe realizar los estudios de todas las interfaces eléctricas y mecánicas necesarias para la implantación del sistema en base a la información proporcionada por el fabricante de los trenes, de los equipos: de señalización, mando centralizado y los que sean necesarios.

El resultado de estos estudios debe ser presentado al STC para su aprobación.

Todas las interfaces deben prever un aislamiento galvánico entre los equipos del sistema de automatización, protección y seguridad para la marcha de los trenes y los equipos con los cuales se intercambia información. Eso implica el diseño de las interfaces con bucles secos o dispositivos opto electrónicos.

3.5.2. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.

Para la realización de las interfaces con el sistema de señalización, los siguientes puntos serán parte de los alcances del Proveedor del sistema de señalización:

- Estudio de las instalaciones de señalización para tomar en cuenta la lista de informaciones de seguridad necesarias para el buen funcionamiento del sistema de modos de conducción (dicha lista será entregada al Proveedor de señalización por el STC).
- Suministro de los borneros y bornes de interfaces (previstos para cables de 14 pares salvo otro acuerdo con el STC) y su instalación en los equipos del sistema de señalización (bastidores, armarios...) en los locales técnicos.
- Cableado de los "bucles secos" hasta los borneros de interface.

Las siguientes informaciones de señalización servirán de base para los requisitos del sistema de modos de conducción:

- El control de cada aspecto permisivo de las señales.
- El control de la posición "izquierda" y "derecha" de los aparatos de cambio de vía.
- El mando del encendido del indicador de "límites de maniobra".
- El mando de las "maniobras especiales" en Terminal.

Eventualmente:

- La formación de itinerarios simples, combinados o ciclos.
- El control de la no ocupación de circuitos de vía.
- Los enclavamientos de "nariz-nariz".
- El mando de indicadores diversos.

Para la realización de las interfaces con el sistema de señalización, los siguientes puntos serán parte de los alcances del Proveedor del sistema de modos de conducción:

- Elaboración de la relación de las informaciones de señalización necesarias para el buen funcionamiento de su sistema (dicha relación será revisada y aprobada por el STC y luego enviada al Proveedor de señalización).
- Concepción de las interfaces que se hará de tal manera que cualquier falla del sistema de modos de conducción, ya sea del ATO o del ATP, no pueda interferir en el funcionamiento del sistema de señalización.
- Cableado desde los borneros de interfase (en los equipos de señalización) hasta los equipos del sistema de modos de conducción (cables de 14 pares salvo otro acuerdo del STC).

El Proveedor del sistema de Automatización, Protección y Seguridad para la marcha de los trenes debe garantizar la compatibilidad de su sistema con los sistemas involucrados:

3.5.2.1. SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO.

Para cada interestación de vía simple el sistema de mando centralizado enviará al sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes:

- Las informaciones de marcha siguientes:
    - Marcha restringida

- Marcha lluvia ([2])
- Marcha acelerada 2
- Marcha acelerada 1
- Marcha lenta
- Marcha normal
- 2 reservas

- Las informaciones diversas siguientes:
  - DBO
  - DBO-42A
  - Señalización de la posición de la llave T2.
  - NOPA (prohibición de salida en modo PA)
  - 4 reservas.

Nota: En el caso particular de terminales con tres (3) vías, se mandará la misma orden de marcha en las dos (2) salidas, las órdenes "DBO" deben ser distintas.

Estas informaciones estarán disponibles, en forma de "bucles secos", sobre un bornero en el equipo del mando centralizado de cada estación. Afín de limitar a ocho (8) el número de bucles secos (S1...S4, D1...D4), el mando de las informaciones se realizara con el arreglo y las combinaciones siguientes:

	bornes	1-2	3-4	5-6	7-8
	mandos	S1	S2	S3	S4
tipo de marcha					
reserva		1	1	0	0
restringida		1	0	1	0
lluvia		1	0	0	1
acelerada 2		0	1	1	0
acelerada 1		0	1	0	1
lenta		0	0	1	1
normal		0	0	0	0
reserva		1	1	1	1

bornes	9-10	11-12	13-14	15-16
mandos	D1	D2	D3	D4

([2]) En las interestaciones donde no existen estas informaciones, se conservarán a titulo de reserva.

mando diverso
reserva
DBO
DBO-42A
reserva
NOPA
reserva
reserva
reserva

1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0
0	1	0	1
0	0	1	1
0	0	0	0
1	1	1	1

3.5.2.2. VÍA FÉRREA E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN.

Los equipos transmisores no podrán sujetarse por ningún motivo sobre algún elemento energizado, ni podrán estar dispuestos en forma continua en medio de la vía.

No se permitirá tampoco, en las mismas fosas de visita o de mantenimiento, la instalación de equipos que obstruyan el libre acceso al personal o a los equipos de mantenimiento. Lo anterior con el objeto de facilitar el mantenimiento y aumentar la disponibilidad.

El sistema debe contar con los dispositivos adecuados para la eliminación de cualquier influencia de los equipos existentes sobre el funcionamiento propio del sistema y para que éste no influya en los mismos.

3.5.3. INTERFACES DE LOS EQUIPOS EMBARCADOS.

En el caso particular de las interfaces con el material rodante, los trenes que darán servicio en esta Línea serán de tipo férreo. Por lo tanto, si el Proveedor considera necesario realizar una visita a los trenes deberá solicitarlo por escrito al STC. Las características que se proporcionan son indicativas.

En caso de que el material rodante presente otras características, el sistema de automatización debe adaptarse a ellas.

3.5.3.1. INFORMACIONES PROPORCIONADAS DEL MATERIAL RODANTE.

Las informaciones proporcionadas del material rodante, deberán ser, a título informativo más no limitativo:

- Cabina vía 1 activa.
- Cabina vía 2 activa.
- Llave C en posición PA.

- Llave C en posición CMC.
- Llave C en posición CM para CLT2 (con KCL en posición conducción libre).
- FD + confirmación del enclavamiento del cierre de las puertas izquierdas y derechas.
- Mantenimiento del dispositivo del "hombre muerto".
- Información de tren detenido (independiente de los sistemas del tren).
- Información de la apertura indebida de alguna puerta.
- Informaciones de señales de tracción y frenado.
- Información del bucle de seguridad y frenado de urgencia.
- No desbloqueo.
- Mando en cabina de la marcha lluvia.
- Alimentación BT.

- Información a definir para ser enviada a la informática embarcada.

El Proveedor presentará al STC, para su aprobación, la definición de las informaciones proporcionadas del Material Rodante.

3.5.3.2. INFORMACIONES MANDADAS AL MATERIAL RODANTE.

Las informaciones mandadas al material rodante deberán ser a titulo informativo más no limitativo ser:

- Mando FU.
- Mando disyuntores.
- Mando de tracción /frenado en el modo de pilotaje automático.
- Autorización de apertura de las puertas lado derecho.
- Autorización de apertura de las puertas lado izquierdo.
- Modo de conducción CMC disponible.
- Mando vibradores a la extinción del DBO.
- Información a definir para ser enviada a la informática embarcada.

El Proveedor presentará al STC, para su aprobación, la definición de las informaciones mandadas al Material Rodante.

3.5.3.3. INFORMACIONES ENVIADAS POR EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES A LA CAJA NEGRA DEL TREN.

Las principales informaciones del funcionamiento del sistema de pilotaje automático, serán registradas por el equipo de la caja negra del tren. Las informaciones definitivas y su concepción se acordaran con el Proveedor. Siendo algunas de estas las que se indican a continuación a titulo informativo más no limitativo:

- Falla del enlace vía tren.
- Mando del Fu del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes.
- Autorización de apertura de puertas lado derecho.
- Autorización de apertura de puertas lado izquierdo.
- Mando "NOPA".
- Señal "P".
- El accionamiento del dispositivo de vigilancia utilizado en la optimización del modo CMC.
- La discordancia de llave T1 con respecto a la autorización del lado de apertura del servicio de puertas.

3.5.3.4. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS EMBARCADOS.

Los espacios requeridos para la instalación de los equipos a bordo del tren, deberán convenirse entre diseñador del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes, el constructor de los trenes y el STC.

Nota. Para el caso en que cualquiera de las Líneas existentes, sufra alguna modificación debido a la construcción de la nueva Línea 12, será responsabilidad y obligación del proveedor los suministros, las instalaciones, la obra, pruebas, documentación, capacitación, refacciones, garantía, trabajos, estudios y las interfaces, como es el caso de los enlaces y de la construcción de la nueva estación Axomulco de Línea 8, entre otros, que se deriven de la construcción, y también debe tomar en cuenta dentro de dichas modificaciones el Sistema de pilotaje automático tanto fijo como embarcado, instalado en las Líneas existentes, ya mencionadas, para la puesta en operación de las ya citadas Línea 12 y Línea 8.

SUMARIO CAPÍTULO 3

3.1 Descripción general.
3.1.1. Funciones del sistema.
3.1.2. Requisitos del sistema.
3.1.2.1. Seguridad.
3.1.2.2. Capacidad de transporte.
3.1.2.3. Características del tren.
3.1.2.4. Fluctuaciones normales de las características del tren.
3.1.2.5. Accesibilidad y facilidad de mantenimiento.
3.1.2.6. Prohibición de la marcha atrás.
3.1.2.7. Franqueamiento de señales.
3.1.2.8. Mando centralizado y regulación.
3.1.2.9. Mando del frenado de urgencia (FU).
3.1.2.9.1. Sobrevelocidad.
3.1.2.9.2. Rebasamiento del punto de paro.
3.1.2.9.3. Desaparición de la transmisión continua.
3.1.2.9.4. Falla del equipo fijo.
3.1.2.9.5. Falla del equipo embarcado.
3.1.2.10. Concepción modular, independencia y disponibilidad.
3.1.2.10.1. Jerarquía de los modos de conducción.
3.1.2.10.2. Concepción e independencia entre ATP y ATO.
3.1.2.10.3. Disponibilidad del sistema.
3.1.2.10.4 Toma de conducciones PA o CMC.
3.1.2.10.5. Alimentación en energía eléctrica.
3.1.2.11. Funciones de seguridad del ATP.
3.1.3. Modos de conducción en las vías principales.
3.1.3.1. Pilotaje automático (PA).
3.1.3.2. Conducción manual controlada (CMC).
3.1.3.3. Conducción manual limitada al grado de tracción T2 (CLT2).
3.1.4. Modos de conducción en vías secundarias.
3.1.4.1. Conducción automática (PA).
3.1.4.2. Conducción manual controlada (CMC).
3.1.4.3. Conducción manual limitada en grado de tracción T2 (CLT2).
3.1.5. Fiabilidad.
3.2. Especificación de los modos de conducción.
3.2.1. Pilotaje automático.
3.2.1.1. Toma del modo de conducción pilotaje automático.

3.2.1.2. Partida en pilotaje automático.
3.2.1.2.1. Partida en interestación.
3.2.1.2.2. Partida en estación.
3.2.1.2.3. Autorización de apertura de puertas.
3.2.1.2.4. Mando de anuncio de cierre de puertas.
3.2.1.2.5. Cancelación del procedimiento de partida.
3.2.1.2.6. Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto".
3.2.1.3. Marcha en interestación.
3.2.1.3.1. Mando de marchas.
3.2.1.3.2. Marchas.
3.2.1.3.3. Marcha lluvia.
3.2.1.3.4. Marcha restringida.
3.2.1.4. Paro ante señales al alto en interestación.
3.2.1.5. Paro en estación.
3.2.1.6. Disposiciones para el modo de conducción PA.
3.2.1.6.1. Interrupción de la alimentación de tracción.
3.2.1.6.2. Maniobra especial en Terminal.
3.2.2. Conducción manual controlada.
3.2.2.1. Toma del modo de conducción manual controlado.
3.2.2.2. Partida en conducción manual controlada.
3.2.2.2.1. Partida en interestación.
3.2.2.2.2. Partida en estación.
3.2.2.2.3. Control de apertura de puertas.
3.2.2.2.4. Mando de anuncio de cierre de puertas.
3.2.2.2.5. Cancelación del procedimiento de partida.
3.2.2.2.6. Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto".
3.2.2.3. Marcha en interestación.
3.2.2.4. Paro ante señales al alto en interestación.
3.2.2.5. Paro en estación.
3.2.2.6. Disposiciones para el modo de conducción CMC.
3.2.2.6.1. Interrupción de la alimentación de tracción.
3.2.2.6.2. Optimización del uso del modo CMC.
3.2.2.7. Marcha en vías secundarias.
3.2.2.7.1. Condiciones generales que debe cumplir el sistema para la conducción manual
3.2.2.7.2.-. Concepción modular y disponibilidad.
3.2.2.7.2.1.- Equipo embarcado que conforma el sistema.
3.2.2.7.2.2.- Equipos en la vía.
3.2.2.7.3.- Seguridad.

3.2.2.7.4. Conducción Manual, Controlada para Zonas de Garage y Talleres (CMC).
3.2.2.7.5. Conducción limitada al grado de tracción T2 (CLT2).
3.2.2.7.6 Conducción Manual Controlada para Zonas de Garage y Talleres.
3.2.2.7.6.1 - Toma del modo de conducción manual controlada.
3.2.2.7.6.2. Partida en conducción manual controlada.
3.2.2.7.6.2.1 Optimización del modo conducción en zonas de garage y talleres.
3.2.2.7.6.3. Cancelación del procedimiento de partida.
3.2.2.7.6.4 Acción sobre el "dispositivo de hombre muerto".
3.2.2.7.6.5. La marcha del tren en las zonas de garage y talleres
3.2.2.7.6.6. Paro ante señales al alto.
3.2.3. Conducción manual limitada al grado de tracción T2 (CLT2).
3.2.4. Cambio de modo de conducción.
3.2.4.1. Tren parado.
3.2.4.2. Tren en circulación.
3.3. Visualización en cabina.
3.3.1. Generalidades.
3.3.2. Constitución.
3.3.3. Operación.
3.3.4. Ergonomía de la señalización en cabina.
3.4. Dispositivo de ayuda al mantenimiento (DAM).
3.4.1. DAM para equipos embarcados.
3.4.2. DAM para equipos fijos.
3.4.3. Bancos de pruebas y simulador.
3.4.4. Vía de pruebas.
3.4.4.1. Equipos en vía y en local de vía de pruebas.
3.5. Interfaces del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes.
3.5.1. Estudios de definición de las interfaces.
3.5.2. Sistema de señalización.
3.5.2.1. Sistema de mando centralizado.
3.5.2.2. Vía férrea e instalación de los equipos de transmisión.
3.5.3. Interfaces de los equipos embarcados.
3.5.3.1. Informaciones proporcionadas del material rodante.
3.5.3.2. Informaciones mandadas al material rodante.
3.5.3.3. Informaciones enviadas por el sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes a la caja negra del tren.
3.5.3.4. Instalación de los equipos embarcados.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPÍTULO 4 - REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA

4.1. GENERALIDADES.

Este capítulo precisa los requisitos generales que debe cumplir el equipo del sistema de seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12 y especifica las reglas a aplicar para los estudios, la fabricación, la instalación, así como las condiciones de recepción de los equipos del sistema. Se dirige tanto a los equipos montados a bordo de los trenes como a los instalados en Línea, tomando en cuenta las restricciones específicas vinculadas a la operación ferroviaria.

Las prescripciones de este capítulo corresponden al mínimo exigido para todos los equipos del sistema de modos de conducción.

Es responsabilidad del Proveedor asegurarse que en ausencia de requisito particular estipulado por este documento, su equipo cumpla con las exigencias referente a seguridad, fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de, de acuerdo a las normas internacionales vigentes aplicables a un sistema de transporte ferroviario de pasajeros tipo metro.

Las instalaciones deben cumplir con las leyes, normas, los decretos y reglamentaciones en vigor aplicables en México que correspondan.

4.2. NORMAS Y ESTÁNDARES.

El vocabulario técnico, así como la simbología y las reglas de identificación, que no se indiquen en esta especificación, serán las empleadas y las definidas por las normas generalmente utilizadas en las técnicas ferroviarias vigentes. Las normas mencionadas en este documento se dan a titulo indicativo. El Proveedor podrá someter a la aprobación del STC otras normas oficiales similares con la condición que demuestre que sus requisitos son por lo menos equivalentes.

De una manera general, los suministros deben ser de calidad altamente profesional. Los componentes y los materiales se seleccionan en el estado original y se utilizan con tolerancias de funcionamiento apegadas a las normas vigentes, evitando en particular los calentamientos excesivos. Las instalaciones deben estar conforme a las "reglas del oficio o del arte" que incluyen el respeto de las normas en vigor para las realizaciones profesionales.

Salvo disposiciones contrarias, los aparatos e instalaciones deben cumplir con las últimas normas vigentes en el momento de la firma del contrato editadas por:
La "Comission Electrotechnique Internationale" (CEI)
La "Unión Technique de l'Electricité" (UTE)

La "Unión Internationale des Chemins de fer" (UIC).

Si las condiciones de estas especificaciones requiriesen la realización de materiales especiales o elementos específicos susceptibles de desempeñar funciones de seguridad, estos deben realizarse en cumplimiento de las presentes especificaciones y particularmente de:

- Los requisitos generales del sistema indicados en el presente Capítulo 4,
- Las Prescripciones para la concepción de los equipos de seguridad que no utilizan software – Apéndice 1
- Las Prescripciones para la concepción de los equipos de seguridad que utilizan software para funciones de seguridad - Apéndice 2
  Según el caso, y obtener la aprobación por parte del STC antes de la puesta en servicio.

Por otra parte, todos los equipos suministrados deben satisfacer las:

- Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos - Apéndice 3.

Nota: Las normas referidas en las bases del concurso rigen sobre las normas de la serie ISO 9000 indicadas en esta especificación.

4.3. CONDICIONES DE ENTORNO.

Para la concepción de los equipos, se considerarán las condiciones de entorno indicadas en las normas NF F 05-510 y NF F 01-510, salvo para las condiciones particulares correspondientes a la ciudad de México que se indican a continuación y que pudieran contradecir los valores indicados en estas normas.

4.3.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y AMBIENTALES.

A continuación, las condiciones que se indican son ambientales y es responsabilidad del Proveedor averiguar las condiciones de entorno más desfavorables que podrían ocurrir en exterior, en túnel en los diversos locales y durante el transporte y el almacenamiento de sus equipos, y por lo tanto tomar las previsiones necesarias.

4.3.1.1. EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Altura de la Ciudad de México sobre el nivel del mar: 2,240 m

Sismisidad:

Según el reglamento vigente de construcciones para el D.F. para zona III (lago) y estructura tipo A.

Temperatura atmosférica:

Temperatura máxima medida a la sombra: + 40 °C
Temperatura mínima medida a la sombra: - 5 °C

Lluvia:

Caída anual promedio: 1,500 mm., repartida en 5 meses del año principalmente

Viento:

Velocidad máxima durante una hora: 80 Km/h

Nivel ceráunico:

Promedio de 80 días por año

Humedad relativa:

Máximo relativo: 90 %
Mínimo relativo: 10 %

Calidad del aire:

Aire contaminado
Con partículas en suspensión de 0.1 micra a 20 micras.
Contaminantes hasta 300° IMECA según norma vigente de la ciudad de México:

Ozono
Monóxido de carbono
Óxidos de azufre
Óxidos de nitrógeno.

4.3.1.2. EN LOCALES TÉCNICOS (Y DE OPERACIÓN, SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN Y PCC).

Temperatura de operación:

+0°C a 45°C ambiente

Humedad relativa ambiente:

De 20% a 70%

Sismisidad:

Según el reglamento vigente de construcciones para el D.F. para zona III (lago) y estructura tipo A.

Partículas en suspensión:

Tamaño 0.1 micra a 20 micras.

4.3.1.3. EN LOCALES ESPECIALES PARA COMPUTADORAS.

Temperatura de operación:

+ 0°C a 45°C ambiente

Humedad relativa ambiente de 20% a 70%

Sismisidad:

Según el reglamento vigente de construcciones para el D.F. para zona III (lago) y estructura tipo A.

Partículas en suspensión:

Tamaño 0.1 micra a 20 micras.

4.3.1.4. TRENES.

Corresponderán al Material Rodante que adquiera o designe el S.T.C. para circular en la Línea 12

4.3.2. CONDICIONES GENERALES.

El material debe ser sólido y estar tratado contra la corrosión. Esta protección debe estar adaptada a las condiciones ambientales tropicales.

Todos los aparatos y los componentes deben funcionar sin falla en régimen permanente o durante una puesta bajo tensión, en las condiciones indicadas en la presente especificación.

Además, a la entrada y a la salida de los túneles, así como a proximidad de las bocas y aparatos de ventilación de éstos, las variaciones bruscas de temperatura podrán producir choques térmicos de + 20°C y - 10°C.

El almacenamiento de los equipos podrá hacerse dentro de la misma gama de temperatura.

4.3.3. CONDICIONES MECÁNICAS.

4.3.3.1. CONDICIONES A BORDO DEL MATERIAL RODANTE.

Se considerarán las condiciones indicadas en el párrafo 7 de la norma NF F 01-510.

4.3.3.2. MATERIAL CON FIJACIÓN SOBRE LOS RIELES.

Se considerarán, para el material con fijación sobre los rieles y los durmientes o instalado sobre el balasto, las condiciones indicadas en el párrafo 6 de la norma NF F 05-510, para una vía férrea normal, es decir para rodamiento férreo.

4.3.3.3. MATERIAL INSTALADO EN CAJAS FIJADAS SOBRE POSTES.

Se considerarán, para el material instalado en cajas fijadas sobre postes o en bastidores y armarios instalados en locales técnicos, las peores condiciones:

- Las indicadas en el párrafo 6 de la norma NF F 05-510, para una vía férrea normal, es decir para rodamiento férreo
- Las inducidas por las aceleraciones producidas durante un sismo como indicado en el párrafo 3.1. del presente capítulo.

4.3.4. CONDICIONES DE ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO.

Los equipos serán concebidos de tal manera que cumplan con los requisitos de:

- Los párrafos 5.2 y 5.3 de la norma NF F 05-510 para los equipos fijos

- El párrafo 5.8 de la norma NF F 01-510 para los equipos embarcados.

En cuanto a las perturbaciones sufridas y producidas.

4.4. INTERFACES CON LOS SISTEMAS EXTERNOS.

4.4.1. OBRA CIVIL.

La realización (estudios de concepción, fabricación, transporte, instalación) de postes y soportes especiales para la fijación de los equipos del sistema protección, seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12 para tomar en cuenta sus características particulares, corre a cargo del Proveedor.

El proveedor debe solicitar al STC toda información que le sea necesaria para tal efecto y someter a la aprobación de ésta los dispositivos que propone.

4.4.2. ALIMENTACIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para la concepción de los equipos fijos, se considerarán las condiciones indicadas en el párrafo 5.1 de la norma NF F 05-510, salvo para las condiciones particulares correspondientes a la red del sistema metropolitano de la ciudad de México que se indican a continuación y que contradicen los valores indicados en esta norma.

4.4.2.1. GENERALIDADES.

La energía se distribuye en corriente alterna trifásica en una tensión de 220 V ± 10%, en una frecuencia de 60 Hz ± 2Hz.

Se deben tomar todas las disposiciones para que los equipos electromecánicos y electrónicos no se vean afectados en su funcionamiento por los regímenes transitorios rápidos, simétricos o asimétricos y por los cortes de alimentación inferiores a 1.5 segundos, a fin de que no se aporte ninguna perturbación a la circulación de los trenes.

Además, se tomarán todas las disposiciones necesarias para que estos equipos no se alteren, al menos en su funcionamiento de seguridad, por un factor de distorsión armónica de alimentación primaria hasta del 20%.

Por otra parte, los materiales deben funcionar permanentemente. Sin embargo, después de un corte de la alimentación en energía inferior al tiempo de autonomía de las instalaciones alimentadas por batería, las instalaciones de señalización y modos de conducción deben estar en estado normal de funcionamiento a más tardar 30 segundos después de la vuelta de la tensión.

Las variaciones de tensión o parásitos que se encuentran en las redes de distribución, no deben ser generadores de indisponibilidades de los equipos. Estos últimos no deben tampoco generar parásitos y corrientes parásitas. Se tomarán en cuenta los requisitos de la norma NF F 05-510, considerando que la frecuencia de la alimentación primaria es de 60 Hz.

Estos equipos estarán, además, protegidos de las variaciones o parásitos accidentales (por ejemplo, utilizando fusibles) durante las catástrofes naturales.

De una forma general y a reserva de responder a las especificaciones técnicas de cada conjunto, el Proveedor es libre de utilizar las tensiones que considere mejor adaptadas al interior de un mismo subconjunto a reserva de respetar las reglas de seguridad y de protección y de minimizar la cantidad de tensiones diferentes.

Por el contrario, (y salvo derogación expresamente acordada por el STC), el Proveedor utilizará tensiones débiles e inferiores a 48 V cuando éstas sean utilizadas para alimentar las interfaces entre conjuntos u órganos que sirven a la explotación (indicadores luminosos, botones, cerraduras, etc.).

4.4.2.2. POTENCIA DISPONIBLE EN LOS LOCALES TÉCNICOS.

La potencia máxima para el equipo del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes en los locales técnicos de cada tipo de estación se indica en el cuadro siguiente:

Tipo de estación	Modos de Conducción
Estación de paso: - Tablero de alimentación normal ("U")	2.5 kW
Estación con vía "Z": - Tablero de alimentación normal ("U")	4.5 kW
Estación con Servicio Provisional doble: - Tablero de alimentación normal ("U")	2.5 kW
Estación con Servicio Provisional doble y enlace: - Tablero de alimentación normal ("U")	4.5 kW

Estación Terminal provisional de 2 vías: - Tablero de alimentación normal ("U")	5.5 kW
Estación Terminal definitivo de 3 vías con nave de deposito: - Tablero de alimentación normal ("U")	12.5 kW
Talleres: - Tablero de alimentación normal ("U")	8.0 kW

En caso de falla de un circuito de alimentación, será realizada automáticamente en la Subestación de Alumbrado y Fuerza (SAF) una transferencia a otro circuito por un dispositivo cuyo suministro no forma parte de los alcances de la empresa. El tiempo máximo de transferencia de un circuito al otro no sobrepasará 1.5 segundos.

El licitante ganador deberá incluir todas las adecuaciones, suministro e instalación del cable de alimentación proviniendo del tablero "P" hasta el local técnico; además tendrá a su cargo la conexión del cable a sus equipos.

El Proveedor suministrará e instalará el cable de alimentación proviniendo del tablero "U" hasta el local técnico y tendrá a su cargo la conexión del cable tanto al tablero "U" como a sus equipos.

4.4.3. INTERFACES CON EL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.

4.4.3.1. VÍA FÉRREA.

4.4.3.1.1. AISLAMIENTO DE LAS VÍAS.

El Licitante ganador deberá tomar en cuenta para el desarrollo de su proyecto las informaciones de los planos de aislamiento de las vías que hace parte de los alcances del proyecto integral.

El Proveedor debe entregar al STC (3), su aprobación, o sus observaciones y sus pedidos de modificación si hubiesen, relativos a este documento. Queda entendido que las modificaciones eventualmente pedidas requieren la aprobación del STC. Una vez aprobado el Plano de aislamiento de las vías por ambas partes, se considerará definitivo y se realizará como tal.

4.4.3.1.2. CONEXIONES A LOS RIELES.

3) Ver plazo máximo de entrega en el **Capítulo 6**.

Las conexiones de toda categoría de cable a los rieles sometidos a la intemperie deben realizarse con el procedimiento "CEMBRE" con las siguientes prescripciones:

- Perforación de huecos de diámetro máximo 22 mm en el alma del riel (cuatro al máximo en una longitud de 500 mm)
- Achaflanado ligero de los bordes de estos huecos en las dos caras del alma del riel
- Primer hueco ubicado a una distancia superior a 550 mm. del eje de una junta aislante o mecánica
- Distancia mínima entre dos huecos superior a 150 mm.

Si el Proveedor considera otro procedimiento de conexión en su proposición, debe obtener la aprobación del STC y para tal efecto entregar a ésta todos los antecedentes y datos técnicos relativos a este último. No se podrá empezar ningún trabajo de conexión sin la aprobación previa del procedimiento utilizado.

4.4.3.1.3. UBICACIÓN DE LAS CONEXIONES INDUCTIVAS.

Las conexiones inductivas se colocarán por el proveedor de los equipos de señalización respetando el plano "Distribución de durmientes en tangente y curva", mostrando la repartición de los durmientes en la proximidad de las juntas aislantes:

Excepcionalmente y por razones de falta de espacio o por alguna otra dificultad en el sitio, podrán instalarse fuera de la vía, previo acuerdo con el STC.

4.4.3.2. ALIMENTACIÓN TRACCIÓN.

4.4.3.2.1. SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN.

La posición de las conexiones de retorno negativo a las Subestaciones de Rectificación así como la ubicación de las conexiones equipotenciales entre las dos vías se indican en el plano de aislamiento de las vías que hace parte de la documentación de referencia de la Licitación.

El Proveedor debe cerciorarse que las conexiones equipotenciales que se proyectan instalar en la Línea son compatibles con el tipo de sus circuitos de vía y no van a perturbar su funcionamiento.

El Proveedor debe entregar al STC (4), su aprobación, o sus observaciones y sus pedidos de modificación si hubiesen, relativos a este documento. Queda entendido que las modificaciones eventualmente pedidas

(4) Ver plazo máximo de entrega en el **Capítulo 6**.

requieren la aprobación del STC. Una vez aprobado el Plano de aislamiento de las vías por ambas partes, se considera definitivo y se realizará como tal.

4.4.4. INTERFACES DEL SISTEMA DE SISTEMA DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD PARA LA MARCHA DE LOS TRENES DE LÍNEA 12.

4.4.4.1. VÍA FÉRREA.

La fijación del soporte del elemento para la transmisión continua, si lo hubiera, no debe entorpecer de ninguna manera las operaciones normales de mantenimiento de la vía férrea.
Se prohíbe la fijación del soporte del elemento para la transmisión continua en cualquier elemento de la vía férrea energizado a la tensión de la corriente de tracción.
Se prohíbe la instalación de equipos en vía bajo andén y en las fosas de revisión y de mantenimiento.

4.4.4.2. MATERIAL RODANTE.

Para la concepción de los equipos embarcados, se considerarán las condiciones de alimentación indicadas en el párrafo 5 de la norma NF F 01-510; la fuente de alimentación de los equipos de modos de conducción es tomada de un circuito alimentado por la batería 72 V del tren.

El Proveedor se referirá también al Capítulo 3 - sistema de protección, seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12

4.5. CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

La concepción de los equipos electromecánicos, electrónicos y microinformáticos será compatible con los objetivos de duración de vida del material ferroviario, o sea al menos:

- 20 años para el material electromecánico
- 20 años para el material electrónico.

Durante la concepción de los equipos, el Proveedor debe tomar en cuenta los requisitos de fiabilidad, disponibilidad, de seguridad y de mantenimiento indicados en los diferentes capítulos de estas especificaciones.

En consecuencia, el debe suministrar:

- Un expediente de fiabilidad y disponibilidad
- Un expediente de seguridad
- Un expediente de facilidad de mantenimiento.
- Un expediente de los diagramas a bloques de los módulos electrónicos por funciones.

Estos expedientes se basarán en los documentos técnicos y manuales de utilización de los equipos e incluirán un sinóptico funcional de las instalaciones y una descripción detallada del funcionamiento.

El Proveedor elaborará una actualización de estos expedientes para cada evolución en el transcurso del proyecto.

4.5.1. EXPEDIENTE DE FIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD.

Este documento será elaborado con anterioridad a la fase de los estudios de fiabilidad e indicará, entre otros:

- Las exigencias del STC en términos de fiabilidad y disponibilidad.
- El método, los medios en termino de organización, de recursos humanos y técnicos que el Proveedor utilizará para demostrar que su sistema alcanza los objetivos especificados.
- El cronograma de las tareas que él realizará en cada etapa del desarrollo del sistema.
- El detalle de los equipos a los cuales se aplican los estudios.
- el empleo de cada equipo donde se precisan:
  - Sus modos de funcionamiento.
  - Sus tiempos de funcionamiento.
- La definición de las actividades de verificación de la fiabilidad y de los procedimientos establecidos para realizarlas según el desarrollo del sistema.

El Proveedor someterá también a la aprobación del STC un estudio de fiabilidad provisional.
Este estudio de fiabilidad provisional, basado en los componentes, considerará todos los defectos (cortocircuito, corte, variación de las características, etc.).

Para los componentes menos tradicionales tales como microprocesadores, acopladores optoelectrónicos, etc., el estudio efectuado por el Proveedor estará basado en la documentación de sus proveedores y los resultados de pruebas que suministrará.

Los niveles de calidad utilizados para los componentes y las temperaturas tomadas en cuenta serán los definidos en el documento:

Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos - Apéndice 3.

El Proveedor describirá las medidas adoptadas para mantener el funcionamiento correcto de su sistema a pesar de los desajustes por envejecimiento de los componentes.

4.5.2. EXPEDIENTE DE SEGURIDAD.

Elaborado anteriormente al estudio de seguridad, este expediente comprenderá:

- La organización del grupo seguridad
  Se tratará de una descripción de la organización, de los recursos humanos y técnicos establecidos para los estudios y las verificaciones de seguridad.
- La descripción sinóptica del sistema
  Esta última precisará:
  - La utilización de cada elemento del sistema
  - Los modos de funcionamiento
  - Los tiempos de funcionamiento
  - La descripción completa de la misión funcional
  - La descripción de los entornos naturales e inducidos
- El esquema del conjunto del sistema
- La definición de las actividades de verificación de la seguridad y de los procedimientos establecidos para realizarlas según el desarrollo del sistema.

El Proveedor suministrará en este expediente un esquema que describa el funcionamiento, mostrando claramente los módulos específicos de cada función y de los órganos vitales, incluyendo sistemas informáticos y funcionales de software. .

La naturaleza de los bloques (seguridad o no de seguridad) debe indicarse en el esquema y quedar debidamente justificada.

4.5.2.1. GENERALIDADES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD.

Los equipos de seguridad utilizados para algunas funciones de señalización y modos de conducción estarán concebidos para que, en el caso de un defecto, no haya causa que modifique los principios funcionales creando una situación que vaya contra la seguridad ferroviaria (Ejemplo: cierre simultáneo de un contacto "trabajo" y de un contacto "reposo" de un mismo relé).

La concepción de un sistema homologado de seguridad se basa en uno de los dos tipos de seguridad: seguridad intrínseca o seguridad numérica (probabilista).

4.5.2.1.1. SEGURIDAD INTRÍNSECA.

Ninguna de las fallas globales o propias en cada uno de los elementos constitutivos puede autorizar una situación permisiva, u ocasionar una consecuencia peligrosa que aquéllas que hubieran existido sin falla, en las condiciones del entorno dadas.

La demostración de la seguridad intrínseca se basa en hipótesis de serie de defectos de componentes validadas por la experiencia y de acuerdo con las reglas del oficio (condiciones de utilización, elección de los componentes, etc.). La aplicación de este concepto no puede conducir a la seguridad absoluta (que no puede existir) pero conduce a una muy pequeña ocurrencia de defectos nocivos a la seguridad, próxima a 10-9 por hora y por equipo en funcionamiento.

4.5.2.1.2. SEGURIDAD NUMÉRICA (PROBABILISTA).

Un equipo se denomina de seguridad probabilista cuando el diseñador, quien no puede eliminar los escenarios con consecuencias contrarias a la seguridad (por razones técnicas, económicas o imposibilidad) demuestra que la probabilidad de aparición de estos escenarios es inferior a un umbral definido por anticipado.

La evaluación de la probabilidad de aparición de escenarios catastróficos puede tomar en cuenta factores como el tiempo y la fiabilidad de los componentes. Para lograr el objetivo, varios enfoques que pueden ser complementarios según los tipos de escenarios previstos (por ejemplo: utilización de una redundancia física, de una redundancia de información, de dispositivos de auto-test).

La probabilidad de ocurrencia de una falla con consecuencias catastróficas (por ejemplo colisión o descarrilamiento) debe ser menor de 10-9 por equipo y por hora de funcionamiento.

4.5.2.2. TIPOLOGÍA DE INCIDENTE Y DE ACCIDENTE.

El Proveedor someterá una lista de incidentes o de accidentes que podrían producirse y estudiará todas las causas posibles y esto de manera exhaustiva.

Las causas posibles emanan principalmente:

- De un error humano
- De una falla de los equipos
- De intervenciones de los pasajeros

- De condiciones del entorno anormales (excepto las catástrofes naturales, explosiones criminales, etc.).

4.5.2.3. ANÁLISIS ORGÁNICO DEL SISTEMA.

4.5.2.3.1. ESQUEMA SINÓPTICO DEL CONJUNTO DEL SISTEMA.

A partir del esquema sinóptico del conjunto del sistema, y antes de proceder con la concepción detallada de los equipos, el Proveedor realizará la distinción entre los bloques que tienen una incidencia sobre la seguridad y aquéllos que no tienen incidencia; que nombrará:

- Equipo de seguridad,
- Equipo que no es de seguridad.

4.5.2.3.2. CONSISTENCIA DE LA CONCEPCIÓN DE LOS MÓDULOS.

A partir del esquema sinóptico funcional precedente, el Proveedor justificará su elección de seguridad para respetar los objetivos de fiabilidad, de prestaciones técnicas, de nivel de seguridad, de costo y demostrará la consistencia de sus opciones.

4.5.2.4. SEGURIDAD DEL SISTEMA.

El Proveedor demostrará la seguridad de su sistema para cada modo de funcionamiento que involucre los módulos concernientes.

4.5.3. MANTENIMIENTO.

El Proveedor debe, para la concepción de su sistema, tomar en cuenta los principios de la organización del mantenimiento del STC según se indican en el punto 5.3.1.

Si él considera que esta organización no permite asegurar el mantenimiento adecuado del sistema que propone, el debe proponer en detalle la organización que estima correcta.

Es responsabilidad del Proveedor indicar en su propuesta la estimación de los medios humanos y técnicos requeridos para el mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, de su sistema según la organización existente o aquella que él proponga;

- Durante los primeros seis (6) meses de operación
- Al terminar este periodo o una vez alcanzados los objetivos de disponibilidad especificados, lo que ocurra primero.

El Proveedor suministrará un expediente de mantenimiento que describa los principios y los métodos aplicados desde el origen de la concepción del sistema para lograr el cumplimiento de los objetivos de facilidad de mantenimiento y el respeto de los requisitos indicados en los párrafos siguientes.

Este expediente incluirá también la definición de las actividades de verificación asociadas y de los procedimientos establecidos para realizarlas según el desarrollo del sistema.

El Proveedor debe entregar todos los medios y la documentación adecuados para que se pueda hacer eficientemente el mantenimiento de los sistemas objeto de la presente especificación.

4.5.3.1. ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

4.5.3.1.1. NIVELES DE INTERVENCIÓN.

El mantenimiento correctivo esta organizado según tres niveles de intervención:

Nivel 1: Consiste en el reemplazo de un módulo defectuoso (cajón o cofre, por ejemplo). Esta intervención es realizada en el sitio (instalaciones fijas) o en los talleres de mantenimiento o fosas de visita (material rodante). Debe ser posible, mirando los indicadores luminosos de prueba o mediante la utilización de aparatos de verificación portátiles, detectar el elemento intercambiable que presenta una falla.

Nivel 2: Consiste en el reemplazo de un elemento defectuoso (como una tarjeta electrónica, por ejemplo) en el interior del módulo defectuoso intercambiado durante la intervención de nivel 1. Esta intervención se realiza en talleres especializados. Los bancos de control permitirán la verificación detallada de cada subconjunto (fijo o embarcado) para determinar los elementos defectuosos y reanudar los ajustes eventualmente necesarios.

Nivel 3: Consiste en identificar el componente defectuoso en el elemento defectuoso intercambiado durante la intervención de nivel 2. Esta intervención se realiza en laboratorio.

4.5.3.1.2. MEDIOS DE DETECCIÓN.

A cada nivel de mantenimiento corresponderán diferentes medios de detección que podrán consistir, según el sistema y según lo requerido en los capítulos correspondientes, en:

- Dispositivos de señalización de buen funcionamiento o de falla (alarmas)
- Dispositivos de ayuda al mantenimiento (DAM)
- Herramientas tales como bancos de prueba, simuladores de funcionamiento, incluyendo el respaldo del software correspondiente, a la aplicación y utilización para estas herramientas y de las que el Proveedor use y proponga.

El Proveedor indicará claramente y sin ambigüedad los diferentes momentos en los cuales se podrán utilizar los dispositivos y las herramientas que propone:

- Durante la operación de la Línea y el funcionamiento del sistema
- En el sitio, fuera de los periodos de operación
- En talleres o laboratorio.

4.5.3.2. TIEMPOS DE INTERVENCIÓN.

El primer nivel de intervención debe ocasionar la menor cantidad posible de perturbaciones en la operación, por lo tanto, los tiempos de intervención requeridos para el mantenimiento correctivo del sistema respetarán las condiciones siguientes:

- Valor medio de la distribución de los tiempos técnicos de reparación (MTTR) inferior a 40 minutos
- Tiempo técnico de reparación inferior a 80 minutos para 90% de las intervenciones.

El tiempo técnico de reparación se entiende como el tiempo necesario para que el técnico localice la falla y cambie el o los módulos averiados, sin tomar en cuenta su tiempo de traslado al sitio indicado por el reporte de falla.

Los tiempos de intervención del segundo nivel de mantenimiento respetarán las condiciones siguientes:

- Valor medio de la distribución de los tiempos técnicos de reparación (MTTR) inferior a 80 minutos.
- Tiempo técnico de reparación inferior a 160 minutos para 90% de las intervenciones.

4.5.3.3. DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN O DE PRUEBA.

El Proveedor tomará en cuenta los requisitos siguientes.

4.5.3.3.1. PUNTOS DE PRUEBA.

Estos estarán previstos desde la concepción y su parte utilizable siempre se dejará libre de aislante eléctrico pero serán instalados de tal manera que no ocasionen riesgos ni para el equipo ni para sus funciones.

Todos los puntos de prueba y los indicadores de defectos serán identificados por indicaciones (codificación numérica o color u otros medios) con el objetivo de favorecer las operaciones de mantenimiento y de prueba.

4.5.3.3.2. EQUIPOS DE PRUEBA.

Se deben prever equipos de prueba, de diagnóstico o de autodiagnóstico integrados a los equipos o prever la utilización de equipos de prueba de alto nivel, cuando esto es necesario desde un punto de vista económico y técnico.

4.5.3.3.3. FACILIDAD DE DETECCIÓN DE FALLA Y DE PRUEBA.

Los equipos deben comprender en el frente:

- Indicadores luminosos de buen funcionamiento.
- Enchufes que permitan la conexión inmediata de los aparatos de verificación.

Los diversos órganos de protección (fusibles, micro disyuntores, etc.) deben estar reagrupados en un punto de acceso fácil a los agentes habilitados y comprender un dispositivo indicador de disparo.

El Proveedor hará lo necesario para que las pruebas se realicen sin o con lo mínimo posible de desconexión o desmontaje del elemento a probar.

4.5.3.3.4. EFICACIA DE DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS FALLAS.

Los dispositivos de ayuda al mantenimiento deben permitir la detección y la localización de las fallas y suministrar los diagnósticos adecuados de manera que se cumpla con lo siguiente, para volver al funcionamiento normal del sistema:

- Cambio de un sub-conjunto único en 75% de los casos.
- Cambio de dos sub-conjuntos en 20% de los casos.

- Indeterminación de la causa de la falla en 5% de los casos al máximo.

Ni el funcionamiento normal, ni una falla de un DAM deben perturbar el equipo vigilado.

4.5.3.4. ACCESIBILIDAD.

La accesibilidad de los diferentes equipos y módulos debe permitir y facilitar las operaciones de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

El reemplazo o el ajuste de un módulo intercambiable debe realizarse sin requerir el desmontaje de otros componentes.

Habrá un número suficiente de puertas, de accesos o de paneles móviles para permitir el acceso en posición normal del operador.

Los elementos fijados sobre todos los paneles móviles, tapas o puertas permanecerán fijos sobre sus soportes; ninguna herramienta especial será necesaria para su retiro, excepto para evitar actos de vandalismo o para impedir el acceso.

4.5.3.5. INTERCAMBIABILIDAD.

Los equipos y módulos que realizan o pueden realizar funciones idénticas serán físicamente intercambiables, sin requerir ajuste.

Los equipos y módulos que no realizan funciones idénticas no serán físicamente intercambiables y por lo tanto se preverán dispositivos mecánicos y/o electrónicos destinados a prohibir el reemplazo material y/o el funcionamiento de un equipo o módulo cambiado por equivocación.

Se dará prioridad a la utilización de componentes normalizados disponibles en el mercado (preferentemente nacional), que requieren intervenciones y reemplazos previsibles, a condición que sus características satisfagan las recomendaciones de las especificaciones.

4.5.3.6. AJUSTES.

El Proveedor justificará la naturaleza de los ajustes necesarios y limitará su número a la cantidad mínima necesaria.

El Proveedor suministrará un documento que precisa todas las características de los ajustes previstos, especialmente los valores mínimos y máximos, y los puntos de prueba para verificarlos.

Se deben evitar, en la medida de lo posible, los ajustes a realizar antes de la recepción de los elementos o de las tarjetas.

Los ajustes a realizar al poner en funcionamiento el equipo o el sistema deben corresponder a las adaptaciones de funcionamiento de los equipos a las condiciones externas al sistema:

- Características de la vía.
- Características del tren o de otros dispositivos.

Con el objetivo de preservar la intercambiabilidad de los equipos, estos ajustes dependerán únicamente de las condiciones externas al sistema y de ninguna manera del equipo ajustado.

Serán realizados conforme a un procedimiento documentado y eventualmente a través de un dispositivo específico.

4.5.3.7. MATRICULA Y MARCADO.

Con el fin de facilitar el seguimiento de los diversos elementos, el Proveedor matriculará cada uno de ellos de forma fija, indeleble y de duración de vida acorde al equipo correspondiente:

- Todos los bastidores, armarios, cajones, módulos, tarjetas electrónicas, Relés, etc. serán identificados.
- Los bastidores y armarios contarán con un código de coordenadas para la localización fácil y sin ambigüedad de los equipos o módulos que contienen:
    - Todos los dispositivos de conexión, cables, bornes y extremos de hilos serán identificados por etiquetas, según un sistema de marcado coherente a someter al STC ([5]).
    - Las etiquetas de los cables e hilos indicarán sin ambigüedad el origen y el destino de estos.
    - Se establecerá la documentación con este objetivo.

No se aceptarán identificaciones manuscritas.

([5]) Para el caso particular de los equipos a bordo, las conexiones con las Líneas de tren serán identificadas según las reglas propias del material rodante.

Además, un depósito de planos con expedientes suspendidos de tamaño apropiado estará previsto en cada local técnico para ordenar la documentación.

4.5.4. EXPEDIENTE DE DIAGRAMAS A BLOQUES DE LOS MÓDULOS ELECTRÓNICOS POR FUNCIONES.

El Licitante ganador debe proporcionar los planos y/o diagramas a bloques de los módulos electrónicos por funciones, así como del software propio del sistema.

4.5.5. MATERIALES A SUMINISTRAR.

4.5.5.1. BASTIDORES, ARMARIOS Y CHASIS.

En el local técnico, los equipos estarán reagrupados en chasis o en armarios modulares cuyas dimensiones serán preferiblemente uniformizadas:

- Se recomienda la elección de los bastidores en el estándar de 19 pulgadas
- Para permitir asociar varios armarios entre sí en una misma fila, se recomienda normalizar dos dimensiones: la altura a 2.00 m y la profundidad a 0.60 m.

La altura máxima de los bastidores, armarios o chasis no sobrepasará 2.50 m.

El color utilizado para el conjunto de todos los armarios, chasis y cajas debe recibir la aprobación del STC.

Las pinturas anticorrosivas y de acabado utilizadas deben cumplir con los últimos requisitos de las Normas de Construcción en vigor en México, particularmente en lo que se refiere a la prohibición de componentes tóxicos en su composición.

Los armarios y chasis se suministrarán en la medida de lo posible precableados.

Los subconjuntos incluidos en los bastidores se seleccionarán, cuando esto es posible, dentro de la gama de elementos "estándares" (cajones con corredores, paneles, porta tarjetas, paneles de fachada delantero pivotantes, etc.).

Los armarios estarán previstos para recibir las llegadas de cables por la parte inferior, ya que la parte superior estará reservada a la ventilación de los equipos internos del bastidor.

El Proveedor debe prever un espacio suficiente para el tendido, la fijación y la identificación de los cables exteriores que llegan a cada armario. Para garantizar esta función se recomienda la utilización de chapa perforada.

Los armarios no pegados a las paredes estarán equipados con puertas delantera y trasera, cerradas por cerraduras, salvo autorización del STC. El número de llaves se indicará al Proveedor por el STC.

Se deben instalar en cada armario las tomas eléctricas de 127 V y 220 V 60 Hz destinadas al mantenimiento para permitir la conexión de equipos soldadores tipo cautín, lámparas portátiles, aparatos de medición, etc.

4.5.5.2. CONEXIONES.

Los sistemas de conexión de cables por presión (engaste, "wrapping" "taper pin", etc.) se impondrán para los enlaces entre chasis en los locales técnicos, las soldaduras no se aceptan salvo casos particulares que autorice el STC.

Los retornos comunes serán de un calibre suficiente para responder a todas las condiciones de explotación, en particular a las de prueba de lámparas.

La mayor cantidad posible de puntos de conexión se ejecutarán en planta para facilitar el montaje en el sitio, limitar los errores y permitir la realización de las pruebas de ensamble de subconjuntos en fábrica.

Los enlaces entre cajones (hasta la caja de bornes de conexión de los cables exteriores al armario) estarán precableados y controlados según los planos de cableado.

4.5.5.3. SECCIONADORES, FUSIBLES Y MICRODISYUNTORES.

Los seccionadores, fusibles y microdisyuntores estarán previstos en los circuitos, tomando en cuenta:

Las facilidades de mantenimiento (aislamiento del circuito para localización de fallas)
La protección contra incendio (destrucción de las alimentaciones).

La instalación de estos elementos debe ser conciliado con el STC

Los calibres se determinarán de forma que las sobretensiones ocasionales especificadas que pueda soportar el material no provoquen la fusión de los fusibles.

Todos los fusibles serán instalados con portafusiles de tipo adecuado.

Los circuitos de las instalaciones de seguridad deben contar con indicadores luminosos permitiendo la identificación inmediata por el personal de mantenimiento de cualquier fusible fundido. No se debe utilizar lámparas incandescentes.

4.5.5.4. RELÉS.

Se tomarán todas las disposiciones para evitar los cortocircuitos en los conectores.

Los Relés, diferentes a los Relés de seguridad estarán, en principio, montados directamente en paneles verticales y no en cajón (facilidad de acceso, de examen y de enfriamiento).

4.5.5.5. CONECTORES.

El número de tipos de conectores debe ser limitado. La elección del tipo de los conectores se someterá a la aprobación del STC.

4.5.5.6. CABLES.

Todos los cables de Línea serán suministrados por el Proveedor y deben cumplir con los requisitos del documento:

• Especificación técnica para la fabricación y suministro de cables armados no propagadores del fuego - K13 MB [Mod.2].

Todos los cables locales y conductores de conexión serán suministrados por el Proveedor y deben cumplir como mínimo, en función de su utilización, con los requisitos de los documentos:

- Especificación para cable de control multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento y cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC), no propagador de incendio, para operar a 75°C - COV-SÑ-ET 05/86-18
- Especificación para cable de cobre estañado de tensión nominal, aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomerica para operar a 90°C - COV-SÑ-ET 05/86-19
- Especificación para cable de control multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomerica para operar a 90°C - COV-SÑ-ET 05/86-20

- Especificaciones para cordones de uso rudo tipo SO, 600 V de tensión nominal con aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomerica para operar a 90°C - COV-SÑ/TQ-ET 05/86-21

Nota: El Proveedor podrá proponer otros tipos de cables que sean de características equivalentes o superiores a las indicadas en dichas especificaciones en termino a protección contra roedores, blindaje electrostático, no propagación del fuego, baja emisión de humos y de gases tóxicos.

Si el Proveedor propone utilizar cables de fibras ópticas, estos deben cumplir con las normas indicadas (o equivalentes) en esta especificación; correspondientes al tema, ver:

- Especificación técnica de los cables de fibras ópticas - Apéndice 4.

4.6. INSTALACIÓN.

4.6.1. CONDICIONES DE INSTALACIÓN EN LOS LOCALES.

Los planos de instalación de los equipos en los diferentes locales técnicos y de operación serán realizados por el Proveedor y sometidos para aprobación al STC, respetándose en la medida de lo posible las disposiciones del documento:

- Especificaciones técnicas de los locales técnicos y de los puestos de maniobra.

El Proveedor debe entregar al STC (6), su aprobación, o sus observaciones y sus pedidos de modificación si hubiesen, relativos a este documento. Queda entendido que las modificaciones eventualmente pedidas requieren la aprobación del STC, y serán a cargo del Proveedor.

4.6.1.1. INSTALACIONES EN LOS LOCALES TÉCNICOS.

En general, los equipos activos de señalización y modos de conducción estarán situados en los locales técnicos.

La altura máxima bajo techo es de 3.00 m a partir del suelo. Las dimensiones de la puerta de entrada son de 2.50 m x 2.50 m como mínimo.
No se aceptarán equipos con altura superior a 2.50 m.

(6) Ver plazo máximo de entrega en el **Capítulo 6.**

Deben respetarse las reglas de implantación, de conexión y de puesta a tierra de los equipos situados en los locales técnicos.

4.6.1.1.1. DISPOSICIÓN DEL MATERIAL.

Los locales técnicos estarán equipados de huecos o trincheras para permitir una mayor flexibilidad de instalación y de extensiones ulteriores. Los armarios serán instalados en fila y accesibles por ambos lados de la fila. El espacio mínimo reservado para la circulación alrededor de los armarios será de 80 cm.

Los armarios estándar deben ser instalados y fijados sobre piso de concreto por perneado del chasis o del armario al suelo, o sobre un soporte, y este perneado al suelo.

Todas las caras "delanteras" de los armarios, de los chasis o repartidores estarán situados del mismo lado. La cara "delantera" es aquélla donde están reagrupados todos los órganos de mando y de control y donde se extraen los cajones montados sobre correderas. La cara "trasera" es generalmente la que da acceso a los cableados traseros de los cajones, paneles porta tarjetas y al cableado exterior (caja de bornes y conectores).

Todas las cajas o cofres pequeños instalados en los locales estarán agrupados en la misma pared y deben conservar el andador de paso previsto anteriormente.

4.6.1.1.2. PRINCIPIOS DE REALIZACIÓN DEL CABLEADO.

Los circuitos de lógica de seguridad llamados interiores cuyos elementos (alimentación, condiciones, recepción) se encuentran todos en el mismo local podrán realizarse según los principios de "corte unifilar" a condición que sus cables e hilos dispongan de una protección mecánica (canalización).

Al contrario, los circuitos de lógica de seguridad llamados exteriores cuyos elementos (alimentación, condiciones, recepción) no se encuentran todos en el mismo local deben realizarse según los principios de "corte bifilar" y disponer de una protección contra inducciones parásitas.

La conexión de los circuitos en los repartidores de alimentación debe respetar la siguiente disposición:

- Lado positivo o fase, por medio de un fusible
- Lado negativo o neutro, por medio de un borne.

4.6.1.1.3. CONEXIONES.

Las cajas de conexiones, conectores o regletas serán fácilmente accesibles para satisfacer las condiciones de mantenimiento (identificación de los cables, acceso a los puntos de prueba, puentes de corte, protecciones, etc.).

Todas las etiquetas de identificación de los cables se situarán a proximidad inmediata de los bornes extremos, y se instalarán de manera que no se "corran" a través del cable. La ubicación de los conectores será tal que, en la medida de lo posible, permita descubrir una conexión en un borne equivocado sin leer las etiquetas.

Los conectores serán codificados de tal manera que no sea posible su intercambiabilidad.

4.6.1.1.4. TIERRAS.

Las puestas a tierra se ejecutarán de conformidad a las normas o reglamentación específica en vigor.

El Proveedor hará la conexión a tierra de sus equipos utilizando la red de tierra prevista por el STC.
En principio, un circuito de tierra de las masas es suministrado en los locales técnicos de estaciones.
Los armarios y bastidores deben ser estudiados para agrupar las conexiones a la tierra de las masas en un punto bien definido y con una longitud de los hilos de conexión la más corta posible.

Si el Proveedor considera que la red de tierra instalada por el STC no tiene las características adecuadas para ciertos equipos electrónicos, él tendrá a su cargo la realización de circuitos de tierra propios para sus equipos previo acuerdo del STC.

El Proveedor debe estudiar cuidadosamente la repartición de las conexiones a la red de tierra, para que éstas garanticen condiciones satisfactorias para la protección contra los accidentes y los parásitos que corren el riesgo de provocar la destrucción de ciertos aparatos, o bien trastornos de funcionamiento.

4.6.1.2. INSTALACIONES EN LOS LOCALES DE OPERACIÓN

Se debe, además de lo indicado anteriormente, estudiar la implantación de los equipos para facilitar la intervención de los equipos de mantenimiento, en caso de avería ocasionando al mismo tiempo un mínimo de molestias a la explotación.

4.6.1.3. PRINCIPIOS GENERALES DE INSTALACIÓN DE LOS CABLES.

4.6.1.3.1. CANALIZACIÓN DE LOS CABLES.

El Proveedor debe utilizar prioritariamente los soportes de cables existentes.

Las categorías de cable que llegan a estos locales son:

- Los cables de Línea
- Los cables locales de distribución
- Los cables de alimentación.

Los enlaces entre el local técnico y los soportes de cable en la Línea se realizarán:

- Ya sea por ductos o forros
- Bien, por soportes de cables metálicos.

En el interior del local, la llegada de los cables se realizará por la parte inferior para los armarios y bastidores.

Todo el tendido de los cables instalados en los locales respetará los radios de curvatura mínima, principalmente para los cables de Línea hasta los armarios y bastidores.

Todos los soportes de cables, todos los chasis, cajas y armarios metálicos estarán conectados al circuito de tierra.

Si el Proveedor considera los soportes de cables existentes como insuficientes o inadecuados, la creación de nuevos soportes de cables en el interior de los locales técnicos correrá a su cargo.

4.6.1.3.2. TENDIDO DE LOS CABLES.

El Proveedor brindará un cuidado muy particular al tendido y a la identificación de los cables en los locales.

En particular, los cables instalados en ducto o falso piso estarán cuidadosamente ordenados y agrupados por sistemas. Los cables de alimentación (tensión superior a 48 V) estarán separados de las otras categorías en la medida de lo posible. Se deben evitar al máximo los cruces de cables.

Los cables tendidos bajo los falsos pisos no serán instalados sobre el suelo mismo, sino cuidadosamente colocados en capas y fijados en los soportes de cables, a su vez, fijados en el piso.

4.6.2. PRINCIPIOS DE INSTALACIÓN EN TÚNEL, ESTACIONES Y EDIFICIOS.

4.6.2.1. SELLADOS.

Se recuerda al Proveedor que toda perforación estará formalmente prohibida en las zonas construidas con elementos de hormigón pretensado y en las paredes revestidas con capas de impermeabilización. El Proveedor debe tomar todas las disposiciones útiles para realizar los sellados mediante taquetes impermeables en estas paredes; la no observancia de estas disposiciones comprometerá la responsabilidad del Proveedor.

4.6.2.2. TENDIDO DE LOS CABLES EN VÍA CORRIENTE.

El enlace entre los armarios o bastidores del local técnico y los diferentes puntos de concentración de extremos de cables está previsto por charolas, canaletas, ductos, tubos o diferentes soportes por tratarse de un proyecto integral, todas las canalizaciones forman parte de los alcances del Proveedor.

En caso de paso de cables con forros, cuando los cables se hayan tendido, el Proveedor se encargará de taponar cuidadosamente los extremos de los forros mediante un tampón ligeramente cimentado, a fin de impedir el acceso de roedores u otros parásitos.

No se aceptarán empalmes de cables salvo derogación acordada expresamente por el STC. Tal derogación quedará excepcional y debe justificarse por motivos técnicos.
En los forros o ductos están estrictamente prohibidas las uniones.

Las uniones se harán por medio de cajas de conexión o de bornes y los extremos se confeccionarán de conformidad a las recomendaciones dadas por el constructor de cables.

Los hilos se instalarán directamente sobre las cajas de bornes con fijación sólida y rígida del cuerpo de cable. Además, los flejes y las protecciones se pondrán en continuidad eléctrica por algún medio seguro, duradero, de baja resistencia eléctrica y bien aislados (el circuito de los flejes estará aislado de las masas exteriores).

Los radios de curvatura mínima, especificados por el fabricante de cables deben ser respetados, además de respetar los radios de curvatura de los ductos y otros pasos de cables.

En todos los cables se debe prever un mínimo de 20% de hilos para reserva.

4.6.2.3. INSTALACIÓN DE SOPORTES DE CABLES Y CABLES EN ESTACIÓN.

La instalación de soportes plásticos de cables está estrictamente prohibida.

Los soportes de cables se pueden instalar sobre soportes prefabricados o sobre herrajes especiales, fijados en número y con un intervalo suficiente para evitar toda flexión. Pueden fijarse directamente sobre las paredes mediante tornillos o pernos.

Todos los cortes de piezas metálicas realizadas en el sitio serán protegidos de la oxidación por una pintura anticorrosiva.

Los cables se podrán instalar:

- En soportes de cables (charolas, ganchos, canaletas, etc.)
- En ductos
- Bajo tubos o forros (empotrados o no).

Los cables tendidos en soportes de cables serán cuidadosamente instalados en capas y se fijarán mediante abrazaderas o bridas de acero galvanizado o de latón.

Los pasos de techo, de pared o de tabiques se efectuarán en forro metálico o PVC reforzado. Al final de los trabajos, las extremidades de los registros serán cuidadosamente taponadas con yeso u otro material incombustible para impedir la propagación del fuego.

Los cables instalados a menos de 1.5 m del suelo estarán protegidos por soportes de cables, ductos o tubos.

Los cables bajo ducto estarán equipados en su extremidad con un extremo aislante y un anillo de identificación; los conductores de peines estarán sujetos mediante una ligadura o una empaquetadura de espiral.

4.6.2.4. INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS.

Todo el material de distribución y de conexión será suministrado por el Proveedor, cualquiera que sea el tipo de cable.

Todos los equipos se fijarán por tornillos o pernos ya sea directamente sobre las paredes, o mediante clavijas o por medio de herrajes o chasis especiales. Algunos equipos también se podrán fijar mediante clavijas auto perforadoras.

El Proveedor instalará todo el material de distribución y de conexión fuera de los límites del gálibo dinámico del tren aumentados:

- De 30 cm para las partes verticales (gálibo lateral), debe considerarse esta distancia con las puertas del equipo abiertas
- De 5 cm, por abajo del nivel de rodamiento del tren para las partes horizontales inferiores (gálibo inferior), debe considerarse esta distancia con las puertas o tapas del equipo en posición abierta
- De un espacio suficiente para permitir:
    - El trabajo en el equipo sin corte de la corriente de tracción
    - Abrir los cofres y/o las puertas del tren.

Se prohíbe la instalación de material distribución o de conexión en el techo o en las partes superiores de los túneles, salvo autorización escrita del STC.

Todas las piezas metálicas y de tortillería estarán eficazmente protegidas contra toda corrosión y, en particular, contra la provocada por los pares galvánicos que puedan aparecer entre metales de naturaleza diferente.

La conexión de estos cables se efectuará según los casos:

Por borne o por tornillo (con o sin utilización de terminales o zapatas engastados)
Por clips.

En caso de conexión por tornillo, éstos deben ser inmovilizados, después del apriete. Además, los bornes de tipo Ferel deben estar obligatoriamente protegidos por una caja impermeable cuyo modelo se someterá al acuerdo previo del STC.

Cualquiera que sea el tipo de conexión, la continuidad de los flejes y de las protecciones eventuales debe estar garantizada. Estos enlaces deben, si procede, ser interrumpidos en extremo de enlaces y conectados a la tierra, del lado local técnico únicamente, para evitar drenar corrientes parásitas.

4.6.3. REGLAS DE IDENTIFICACIÓN.

La identificación de los cables se hace mediante etiquetas metálicas grabadas, fijadas por abrazaderas metálicas.

Las etiquetas deben ser resistentes al clima, corrosión e indelebles.

4.6.3.1. MARCADO DE CABLES DE LÍNEA.

El marcado estará materializado por dos tipos de etiquetas:

- Las etiquetas de Línea colocadas a lo largo del cable
- Las etiquetas de extremos, colocadas a proximidad de las cajas de bornes.

Las etiquetas de Línea estarán colocadas sobre los cables, principalmente:

- En los extremos o en las cajas de bornes
- En todas las derivaciones en el recorrido de los cables (incluyendo a nivel de las cajas de continuidad, de división o de derivación)
- En las entradas y salidas de estación.

4.6.3.2. MARCADO DE LOS CABLES LOCALES Y DE DISTRIBUCIÓN.

Todos estos cables serán marcados:

- En los extremos
- En los cambios de recorrido, ambas partes de los registros atravesados y de los forros.

4.6.3.3. NUMERACIÓN DE LOS CABLES.

El Proveedor podrá hacer uso de un sistema propio de numeración a reserva del acuerdo previo del STC.

4.6.3.4. MARCADO DE LOS ARMARIOS, CAJAS, REPARTIDORES Y EQUIPOS.

El marcado del material instalado tiene por objeto facilitar las intervenciones de los equipos de mantenimiento en caso de avería y en particular para localizar rápidamente un órgano defectuoso en un sistema.

Así, las identificaciones utilizadas deben ser claras y concisas y, de acuerdo con las identificaciones ya utilizadas en el STC.

El material a identificar comprende principalmente:

- Todos los armarios y cajas de mando, de alimentación
- Todos los chasis, repartidores y subrepartidores
- Todas las cajas de tierra
- Todas las cajas de derivación hacia los equipos
- Los equipos terminales con función específica
- En general todo el equipo.

Nota: el material para etiquetar será preferentemente metálico y aprobado por el STC.

4.6.3.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBCONJUNTOS.

En el interior de los armarios y de todo aparato complejo, el Proveedor debe identificar los órganos siguientes:

- Los extremos de cables:
  - Los bornes y los hilos que se conectan
  - Los conectores (machos y hembras), así como sus enchufes.

Se recomienda la utilización de etiquetas grabadas en Plexiglás y la fijación por tornillo o remache "pop". Se prohíbe la utilización de pegamentos o de cinta autoadhesiva.

- Los equipos activos:
  - Los cajones de mando, de alimentación
    La función del subconjunto se indicará en la etiqueta
  - Las tarjetas electrónicas
    La etiqueta de identificación se encontrará en la parte delantera del extractor de tarjetas
  - Los componentes tales como Relés, fusibles, indicadores luminosos, que puedan ser remplazados frecuentemente y cuya referencia o valor requiere ser especificado.
    La identificación se grabará sobre el soporte del componente.

4.6.4. INSTALACIÓN A BORDO DEL MATERIAL RODANTE.

El Proveedor debe utilizar los espacios reservados y las canalizaciones de cables previstas para la instalación de sus equipos.

Las reglas y los principios de instalación propios del material rodante deben respetarse estrictamente. Se deben instalar los equipos de captación de manera tal que no aumenten ni el gálibo estático ni el gálibo dinámico del tren.

Las reglas de identificación de los circuitos y de los cables serán las utilizadas para los mismos circuitos del material rodante.

Las informaciones al respecto que no aparezcan en la documentación de referencia deben ser solicitadas al STC.

Todo pedido de modificación al respecto debe ser transmitido al STC y recibir su aprobación previamente a la realización de los estudios correspondientes.

SUMARIO CAPÍTULO 4

4.1. Generalidades.
4.2. Normas y estándares.
4.3. Condiciones de entorno.
4.3.1. Condiciones climáticas y ambientales.
4.3.1.1. En la ciudad de México.
4.3.1.2. En locales técnicos (y de operación, subestaciones de rectificación y PCC).
4.3.1.3. En los locales especiales para computadoras
4.3.1.4. Trenes.
4.3.2. Condiciones generales.
4.3.3. Condiciones mecánicas.
4.3.3.1. Condiciones a bordo del material rodante.
4.3.3.2. Material con fijación sobre los rieles.
4.3.3.3. Material instalado en cajas fijadas sobre postes.
4.3.4. Condiciones de entorno electromagnético.
4.4. Interfaces con los sistemas externos.
4.4.1. Obra civil.
4.4.2. Alimentación en energía eléctrica.
4.4.2.1. Generalidades.
4.4.2.2. Potencia disponible en los locales técnicos.
4.4.3. Interfaces con el sistema de señalización.
4.4.3.1. Vía férrea.
4.4.3.1.1. Aislamiento de las vías.
4.4.3.1.2. Conexiones a los rieles.
4.4.3.1.3. Ubicación de las conexiones inductivas.
4.4.3.1.4.
4.4.3.1.5.
4.4.3.2. Alimentación tracción.
4.4.3.2.1. Subestaciones de Rectificación.
4.4.3.2.2.
4.4.4. Interfaces del sistema de sistema de protección, seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12.
4.4.4.1. Vía férrea.
4.4.4.2. Material rodante.
4.5. Concepción de los equipos.
4.5.1. Expediente de fiabilidad y disponibilidad.
4.5.2. Expediente de seguridad.
4.5.2.1. Generalidades relativas a los equipos de seguridad.

4.5.2.1.1. Seguridad intrínseca.
4.5.2.1.2. Seguridad numérica (probabilista).
4.5.2.2. Tipología de incidente y de accidente.
4.5.2.3. Análisis orgánico del sistema.
4.5.2.3.1. Esquema sinóptico del conjunto del sistema.
4.5.2.3.2. Consistencia de la concepción de los módulos.
4.5.2.4. Seguridad del sistema.
4.5.3. Mantenimiento.
4.5.3.1. Organización del mantenimiento.
4.5.3.1.1. Niveles de intervención.
4.5.3.1.2. Medios de detección.
4.5.3.2. Tiempos de intervención.
4.5.3.3. Dispositivos de detección o de prueba.
4.5.3.3.1. Puntos de prueba.
4.5.3.3.2. Equipos de prueba.
4.5.3.3.3. Facilidad de detección de falla y de prueba.
4.5.3.3.4. Eficacia de detección y localización de las fallas.
4.5.3.4. Accesibilidad.
4.5.3.5. Intercambiabilidad.
4.5.3.6. Ajustes.
4.5.3.7. Matricula y marcado.
4.5.4. Expediente de diagramas a bloques de los módulos electrónicos por funciones.
4.5.5. Materiales a suministrar.
4.5.5.1. Bastidores, armarios y chasis.
4.5.5.2. Conexiones.
4.5.5.3. Seccionadores, fusibles y microdisyuntores.
4.5.5.4. Relés.
4.5.5.5. Conectores.
4.5.5.6. Cables.
4.6. Instalación.
4.6.1. Condiciones de instalación en los locales.
4.6.1.1. Instalaciones en los locales técnicos.
4.6.1.1.1. Disposición del material.
4.6.1.1.2. Principios de realización del cableado.
4.6.1.1.3. Conexiones.
4.6.1.1.4. Tierras.
4.6.1.2. Instalaciones en los locales de operación.
4.6.1.3. Principios generales de instalación de los cables.

4.6.1.3.1. Canalización de los cables.
4.6.1.3.2. Tendido de los cables.
4.6.2. Principios de instalación en túnel, estaciones y edificios.
4.6.2.1. Sellados.
4.6.2.2. Tendido de los cables en vía corriente.
4.6.2.3. Instalación de soportes de cables y cables en estación.
4.6.3. Reglas de identificación.
4.6.3.1. Marcado de cables de Línea.
4.6.3.2. Marcado de los cables locales y de distribución.
4.6.3.3. Numeración de los cables.
4.6.3.4. Marcado de los armarios, cajas, repartidores y equipos.
4.6.3.5. Identificación de los subconjuntos.
4.6.4. Instalación a bordo del material rodante

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPÍTULO 5 - SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

5.1. GENERALIDADES.

Este capítulo presenta los métodos y principios que regirán el seguimiento del proyecto.

Los principios enunciados a continuación son ampliados y detallados para las etapas de la concepción, la fabricación, las pruebas en fábrica, la instalación en el sitio, las pruebas y la puesta en servicio de partes o componentes del sistema:

- De protección, seguridad para la marcha de los trenes de Línea 12

5.2. PROGRAMA DE REALIZACIÓN.

El Proveedor detallará el programa contractual de realización del proyecto, conforme al programa general de realización de la Línea 12 elaborado por el STC. Este será entregado a más tardar 30 días después de la firma del contrato para su aprobación.

5.2.1. CONSTITUCIÓN DEL PROGRAMA.

Este programa cubrirá todas las fases del proyecto con los eventos "clave" correspondientes a la entrega, realización, recepción, cualquiera que sea el lugar de desarrollo y contemplará las tareas siguientes:

Estudios:

- Esquema director de la calidad para la realización del proyecto (incluyendo la parte software) ver el anexo 2.
- Arborescencia de la documentación
- Especificaciones técnicas
- Especificación de interfaces con sistemas externos
- Esquemas de corte funcional de los equipos del sistema en campo
- Estudios de prototipos eléctricos y mecánicos
- Presentación prototipos eléctricos y mecánicos
- Estudios particulares y complementos de informaciones de interface
- Esquemas sinópticos funcionales
- Esquemas de realización
- Expedientes del software
- Expedientes de fabricación
- Cuadernos de pruebas y de recepción
- Expedientes de montaje para la integración en sitio
- Validación, aprobación, verificación (Proveedor, STC)

- Los expedientes de disponibilidad, fiabilidad, mantenimiento y seguridad
- etc.

Abastecimiento y - Fabricación e integración (por lote):

- Prototipos, cabeza de serie
- Elaboración del software
- Equipos fijos
- Equipos embarcados
- Integración de los subsistemas (cajón, armario, bastidor...)
- Integración funcional (campo ficticio, simulación...)
- etc.

Pruebas y recepción en fábrica:

- Elemento (componentes, tarjeta, modulo, software...)
- Integración de los subsistemas (cajón, armario, bastidor...)
- Integración funcional (campo ficticio, simulación...)
- Pruebas tipo conforme a las normas vigentes para equipos de uso ferroviario
- etc.

Expedición (embalaje, trámites...)

Transporte

Entrega de materiales, almacenaje

Instalación:

- Requerimientos logísticos del Proveedor en sitio
- Puesta a disposición de los equipos e infraestructuras del STC (tren, particularmente en Línea 8, para Línea 12 el contratista tendrá todo a su cargo, alimentaciones eléctricas...)
- Preparación de la obra (tren, vía, locales)
- Tendido de cables (fijo y embarcado)
- Equipos fijos (por zona y tipo)
- Equipos embarcados (por tren y tipo)

Capacitación:

- Temarios
- Para proyecto
- Para mantenimiento

Pruebas técnicas del Proveedor en sitio (fijo y embarcado):

- Estáticas
- Dinámicas

Pruebas técnicas y funcionales de recepción del sistema en sitio:

- Estáticas
- Dinámicas

Periodo de observación y preparación a la operación de la Línea (marcha en vacío)

Puesta en servicio comercial

Documentación definitiva

Mantenimiento contractual (como parte del alcance de la garantía)

Cada fase y actividad identificada en el programa detallado de realización del proyecto aparecerá con su duración y su fecha de entrega y/o de realización.

5.2.2. PLAZOS Y GENERALIDADES.

Por regla general, para permitir el buen desarrollo del proyecto en sus diversas etapas el Proveedor:

- Tomará en cuenta el calendario de entrega y/o de aprobación de los documentos conforme a lo indicado en el anexo I.
- Indicará la fecha límite para incorporar los equipos del lote de refacciones, las herramientas y los bancos de pruebas, en la fabricación de los otros equipos del sistema.
- Enviará todos los documentos necesarios para las fases de fabricación, pruebas, recepción y/o validación para verificación y aprobación del STC, con una anticipación de 90 días para cada actividad correspondiente.
- Confirmará con 30 días de anticipación el desarrollo de pruebas de recepción, validación.
- Enviará los esquemas sinópticos funcionales y de realización en un plazo que permita varias verificaciones antes de su aprobación, para inicializar las etapas siguientes:
    - Desglosará por lote significativo sus actividades, durante las diferentes etapas de fabricación, integración, recepción y expedición.

Por parte del STC:

Descripción de los trabajos a cargo de cada empresa (el Proveedor y sus subcontratistas) incluyendo las distintas etapas:
Un organigrama completo del personal encargado de la instalación.
Un listado del personal encargado de la calidad en el sitio y la función de cada uno de ellos.
El plan de control del Proveedor.

Los planes maestros de la calidad deben demostrar que el Proveedor tiene la capacidad para controlar la calidad a todo lo largo del proceso de suministro, desde la revisión de los estudios de ingeniería hasta la puesta en servicio de los equipos en sitio.

Los planes maestros de la calidad establecerán y mantendrán evidencias documentadas del acatamiento de todos los requerimientos de las especificaciones y los medios de control diseñados por el Proveedor.

A.II.3.2. PLAN DE CONTROL DEL PROVEEDOR.

El plan de control elaborado por el Proveedor tendrá como objeto definir el proceso de verificación llevado a cabo durante todas las etapas de la producción de los equipos, desde la concepción hasta el control final.

Este plan incluirá:

1) La lista de las tareas a controlar
2) La identificación de los puntos a controlar para cada una de dichas tareas
3) La frecuencia de control de estos puntos.

A.II.3.3. FICHAS DE CONTROL.

Las fichas de control serán elaboradas por el proveedor y serán de concepción tan simple como sea posible para que sean efectivamente completadas por el personal en la planta o en la obra.

A.II.3.4. INTERFACES.

La coordinación y las interfaces con otros Proveedores, especialmente la puesta a disposición del Proveedor de partes de la obra para instalación de sus equipos se harán conforme a lo establecido en las presentes especificaciones y siempre con el acuerdo del STC o de su representante.

A.II.3.5. ARMONIZACIÓN.

El STC revisará los planes de calidad así como todos los documentos y procedimientos y después de las consultas necesarias con las diferentes partes involucradas dará las instrucciones para armonizar todos los documentos tomando en cuenta los puntos de control para los cuales el STC requiere una atención especial.

A.II.3.6. TRATAMIENTO DE LAS DISCONFORMIDADES.

Una disconformidad significa un incumplimiento de las características especificadas pero que no altera las características exigidas para la utilización del producto.
Una disconformidad no afecta las exigencias de la seguridad ni tampoco las de la disponibilidad.

A.II.3.6.1. FICHAS DE DISCONFORMIDAD.

Cada una de las personas del Proveedor, involucradas en la obra podrá presentar fichas de disconformidad de acuerdo a sus observaciones. Un ejemplo de una ficha de disconformidad tipo se presenta en apéndice A del presente documento.

A.II.3.6.2. PROCESAMIENTO DE LAS DISCONFORMIDADES.

La circulación de las fichas de disconformidad así como el procedimiento de las etapas de resolución de las disconformidades esta descrito en apéndice B al presente documento.

A.II.3.7. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

Todos los documentos para asegurar la calidad serán gestionados por el Proveedor quién mantendrá registros para suministrar reportes y evidencias de calidad. Tales registros incluirán resultados de inspecciones, pruebas, controles de proceso, certificación del proceso y equipos utilizados, calificación del personal empleado, material rechazado (incluyendo registro de desechos), fichas de disconformidad con las acciones correctivas y otros requerimientos de calidad definidos en estas especificaciones. Estos registros de calidad se mantendrán completos y a disposición del STC hasta la Recepción Definitiva del Sistema. Si ésta así lo requiere, dichos registros deben ser suministrados al STC.

A.II.4. REQUERIMIENTOS PARA ASEGURAR LA CALIDAD.

A.II.4.1. RESPONSABILIDAD DE LA GERENCIA DEL PROVEEDOR.

La Gerencia del Proveedor tendrá que definir claramente su política, sus objetivos y sus compromisos respecto a la garantía de la calidad y dejar constancia de estos por escrito. El Proveedor se asegurará que su política ha sido bien entendida por todo su personal, y esta seguida a todos los niveles de su organización.

A.II.4.2. ORGANIZACIÓN.

A.II.4.2.1. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD.

La organización para asegurar la calidad estará claramente definida. El personal y las organizaciones que desempeñen actividades que afecten la Garantía de Calidad tendrán responsabilidad suficiente y bien definida, libertad de organizarse y autoridad para:

1) Iniciar acciones que permitan prevenir las disconformidades
2) Identificar y evaluar los problemas de calidad
3) Iniciar, recomendar o proponer soluciones
4) Verificar la implantación de las soluciones
5) Controlar más allá el proceso, para detener la entrega o instalación de elementos no conformes, o deficientes hasta que las disposiciones apropiadas hayan sido obtenidas.

A.II.4.2.2. RECURSOS PARA LAS VERIFICACIONES.

El Proveedor tendrá que proporcionar los recursos necesarios para las verificaciones y ponerlos a disposición del STC. El Proveedor asignará las personas encargadas de las actividades de verificación.

El personal u organización responsable de la implantación y administración del programa de garantía de calidad, no estará sometido a la presión de los grupos de producción y del diseño, y tendrá contacto directo con la Gerencia del Proveedor al nivel donde puedan ser tomadas acciones apropiadas.

A.II.4.3. PROGRAMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD.

El Proveedor proveerá un Programa de Garantía de calidad para regular métodos, procedimientos y procesos a fin de cumplir permanentemente con las especificaciones.

Este programa incluirá:

1) La elaboración de los procedimientos e instructivos que definan todo el proceso de aseguramiento de la calidad de acuerdo a los requisitos de la norma internacional contractual.
2) La aplicación de aquellos procedimientos e instrucciones escritos.

A.II.4.4. CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN.

A.II.4.4.1. APROBACIÓN Y CIRCULACIÓN DE DOCUMENTOS.

El Proveedor establecerá y mantendrá al día procedimientos para tener el control de todos los documentos y datos relacionados con los requisitos de la norma ISO 9002 (o equivalente contractual). Para cumplir con lo especificado, dichos documentos y datos deben llevar la aprobación de una persona autorizada.

A.II.4.4.2. CAMBIOS O ENMIENDAS A DOCUMENTOS.

Los documentos modificados o corregidos serán revisados y aprobados por las mismas entidades o personas quienes les aprobaron en su primera versión salvo que estén especificados otros arreglos. Las entidades o personas designadas tendrán acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo el proceso de revisión y aprobación.

El Proveedor mantendrá al día un listado de referencia de toda la documentación o propondrá un procedimiento equivalente, para identificar la última edición o revisión vigente de cada documento, y eliminar el riesgo de usar documentos erróneos.

Se hará una nueva difusión de cada documento modificado y aprobado, con la presentación, la calidad y la cantidad originalmente previstas.

A.II.4.5. COMPRAS.

El Proveedor se asegurará que los productos o equipos comprados cumplen con los requisitos de las presentes especificaciones.

A.II.4.5.1. EVALUACIÓN DE PROVEEDORES Y SUBCONTRATISTAS.

El Proveedor describirá los métodos a ser utilizados para la selección y el control de sus propios Proveedores. Esos métodos deben identificar los medios para:

a) Selección de fuentes de suministro calificadas
b) Evaluación y estimación del programa de garantía de calidad del Proveedor o subcontratista
c) Seguimiento de la calidad presentada por el Proveedor o subcontratista
d) La confrontación entre los artículos adquiridos y los requerimientos de las órdenes de compra.

La selección por el Proveedor de los subcontratistas estará supeditada al tipo de producto o equipo comprado así como a los procedimientos de evaluación y control de Proveedores y subcontratistas elaborados.

A.II.4.5.2. ORDENES DE COMPRA.

Las órdenes de compra deben incluir las informaciones y datos suficientes para definir con claridad el producto o equipo pedido y como mínimo:

I) La marca, el tipo, el modelo, la clase o toda otra identificación
2) Procedimientos de control y otros datos técnicos relacionados
3) La referencia de la norma internacional relativa al control de calidad aplicable al producto o equipo.

Para cumplir con las especificaciones, los documentos de compra tendrán que ser revisados y aprobados por una de las entidades de la organización de aseguramiento de la calidad del Proveedor.

A.II.4.5.3. VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO O EQUIPO COMPRADO.

El Proveedor o su representante tendrán el derecho de verificar en las plantas del subcontratista o a la recepción, que el producto comprado cumple con los requisitos especificados.

El STC o su representante podrán exigir al Proveedor verificar por todos los medios convenientes (visitas en las plantas, inspecciones, controles de las fabricaciones, etc.) los productos fabricados por sus subcontratistas.

A.II.4.6. PRODUCTOS O MATERIALES ENTREGADOS POR EL STC.

El Proveedor establecerá y mantendrá al día procedimientos para la verificación, el almacenamiento y el mantenimiento de productos o materiales entregados por el STC para estar incorporados en los equipos objeto del presente contrato. Todo producto o material extraviado, dañado o que no sea conveniente para su uso en la obra debe estar registrado y toda la información relacionada será entregada al STC.

A.II.4.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS.

Se establecerán medidas adecuadas y documentadas por el Proveedor para la identificación y control de materiales, partes y componentes, incluso subconjuntos parcialmente fabricados. Estas medidas de inspección serán utilizadas para excluir el uso de materiales inadecuados o discrepantes y para asegurar que solamente serán utilizados e instalados elementos adecuados y aceptados.

Las medidas de inspección identificarán cualquier elemento o producción (tanda, lote, parte) en cualquier etapa, desde la recepción inicial, a través de toda la fabricación, instalación, reparación o modificación basándose sobre los planos, especificaciones u otro documento técnico pertinente. La identificación física será utilizada en la máxima extensión posible.

A.II.4.8. CERTIFICADO DE CALIDAD.

Un certificado de Calidad será suministrado con cada lote de material, y el lote así certificado será claramente identificado en el mismo. Todos los materiales utilizados como base para un Certificado de Calidad, podrán ser seleccionados y probados en cualquier momento.

El hecho de que se utilicen materiales basados en Certificado de Calidad no relevará al Proveedor de su responsabilidad al incorporar materiales que estén conformes con lo exigido en las especificaciones; todos aquellos materiales no conformes con tales requerimientos serán objeto de rechazo.

El Proveedor enviará a lo menos cada tres (3) meses, copia de estos certificados de calidad al STC.

A.II.4.9. DOMINIO DE LOS MÉTODOS.

El Proveedor identificará y preparará los métodos de producción y cuando sea necesario, los métodos de instalación que tienen incidencia sobre la calidad. El Proveedor verificara que dichos métodos se aplican en condiciones satisfactorias y controladas.

Estos métodos incluirán:

I) Instrucciones de trabajo documentadas estableciendo la forma en la cual se deben fabricar e instalar los equipos cada vez que la ausencia de tales instrucciones pudiera afectar la calidad, las condiciones de fabricación y de instalación o el cumplimiento de las normas,

2) La supervisión de las operaciones y el control de las características apropiadas del producto en el transcurso de la fabricación y de la instalación,

3) Criterios de ejecución definidos en detalle en documentos escritos o establecidos por medio de muestras representativas.

A.II.4.10. INSPECCIÓN Y PRUEBAS.

A.II.4.10.1. INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE COMPRAS.

El Proveedor se asegurará que los productos no sean utilizados mientras no hayan sido controlados. El control o las pruebas serán realizados en conformidad con el plan maestro de la calidad y con procedimientos documentados.

Si algún producto o material se utilizará en la fabricación o en la instalación por razones de urgencia, se identificaría y seria registrado como tal a fin de permitir, previa aprobación del STC, su inmediato reemplazo en caso de incumplimiento con las especificaciones.

A.II.4.10.2. PRUEBAS EN FÁBRICA.

El Proveedor debe realizar pruebas a los materiales y equipos que certifiquen el cumplimiento de las especificaciones incluyendo las pruebas TIPO correspondientes.

El STC, o su representante, podrán asistir al total o parte de las pruebas.

El STC debe tener libre acceso a los locales donde se efectúan las pruebas así como a los documentos relativos a cada una de estas. El STC obtendrá del Proveedor copia de los resultados en las pruebas a medida que se realicen estas. Los informes de los resultados de estas pruebas deben estar de acuerdo a los procedimientos para la realización de pruebas y deben ser entregados al STC en un lapso menor a 30 días después de finalizar cada serie de pruebas.

El nombre de la persona encargada de preparar y verificar los procedimientos, así como la firma del responsable de las pruebas, deben figurar en la primera hoja del informe.

Para el desarrollo de cada una de las pruebas en fábrica, el Proveedor debe preparar un procedimiento completo, el cual debe incluir la documentación necesaria y la forma de realización detallada. Debe incluir también, los resultados esperados en cada una de sus partes para decidir la aceptación del equipo considerado.

Las pruebas no podrán comenzar hasta que el STC reciba los procedimientos de prueba respectivos aprobados por el personal competente de la organización del Proveedor encargado del aseguramiento de la calidad.

A la vez, será responsabilidad del Proveedor, la elaboración de un programa de pruebas, el cual debe indicar el responsable de cada prueba y el personal que le asistirá.

A.II.4.10.3. PRUEBAS EN SITIO.

Las pruebas en sitio corresponden a las pruebas durante y/o después de la instalación, las cuales serán efectuadas por el Proveedor, a fin de verificar:

a) Que el material instalado cumpla con las especificaciones de diseño, que no se encuentre deteriorado y que no haya sufrido ningún daño debido a su transporte desde los locales de recepción o en su instalación.

b) Que el funcionamiento de los diferentes elementos cumple con lo indicado tanto en las especificaciones técnicas como en las funcionales.

Los procedimientos de pruebas deben reflejar la secuencia de las mismas a ejecutar para verificar los puntos mencionados arriba.

Cada protocolo de prueba contendrá como mínimo la siguiente información:

a) Título de la prueba.

b) Objetivos de las pruebas.
c) Normas aplicables.
d) Documentos y/o planos de referencia (incluyendo sus números de identificación y edición)

A.II.4.13. TRATAMIENTO DE LOS PRODUCTOS O MATERIALES NO CONFORMES.

El Proveedor elaborará y mantendrá al día procedimientos para asegurar que un producto o material disconforme, no podrá ser utilizado inadvertidamente. Este tratamiento debe incluir la identificación, el aislamiento cuando sea posible, y la modificación del producto para adaptarlo a los requerimientos especificados.

A.II.4.14. ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTO DE LAS DISCONFORMIDADES.

El Proveedor debe definir la entidad responsable del análisis de las disconformidades así como la autoridad encargada del procedimiento de las mismas.

El producto o material no conforme será analizado siguiendo procedimientos documentados. Dicho producto o material podrá ser:

I) Modificado para cumplir con las especificaciones.
2) Aceptado por derogación (con o sin reparación).
3) Aceptado para otra aplicación (descalificado).
4) Rechazado.

Todo producto mejorado o modificado tendrá que ser controlado de nuevo siguiendo procedimientos documentados.

A.II.4.15. ACCIONES CORRECTIVAS.

El Proveedor establecerá, mantendrá al día, y documentará procedimientos para:

I) Asegurar que condiciones adversas a la calidad tales como fallas, mal funcionamiento, deficiencias por desviaciones y defectos en materiales y equipos sean rápidamente corregidas.

2) Determinar la causa de tales condiciones adversas a la calidad y tomar de inmediato las acciones correctivas, para evitar su repetición.

3) Analizar todos los procedimientos, las operaciones, las derogaciones, los registros para la garantía de la calidad, las relaciones de quejas, etc.; para detectar y eliminar las causas potenciales que podrían tener consecuencia en productos disconformes.

Memoria de cálculos de distancias de "deslizamiento" en cada uno de los puntos de parada.	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Definición técnica de las interfaces con sistema de señalización	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Expediente de estudios de las interfaces con material rodante: - Mecánico - Eléctrico - Dinámico	En programa, 90 días antes de las pruebas de validación	Verificación y Aprobación
Especificación de los trabajos de adaptación del material rodante: - Predisposiciones mecánicas, - Cableado.	En programa, 90 días antes de las pruebas de validación	Verificación y Aprobación

A.I.4. DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO.

Documento	Entrega	Acción
Manuales de operación	60 días, antes de la puesta en operación.	Verificación y Aprobación
Manuales de mantenimiento: - Correctivo - Preventivo - Procedimientos de utilización - Procedimientos de intervención con los dispositivos de ayuda.	60 días, antes de la puesta en operación.	Verificación y Aprobación
Catalogo de partes y listado de componentes	60 días, antes de la puesta en operación.	Verificación y Aprobación

Lista de todas las refacciones necesarias para realizar el mantenimiento según la organización descrita. Lista con precios unitarios	A la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Lista de las herramientas específicas y de los bancos de prueba para mantenimiento. Lista con precios unitarios	A la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Documentación de los bancos de pruebas : - Manuales de mantenimiento - Diagramas de tarjetas - Diagramas de cableado interno y externo - Manual del usuario	60 días, antes de la puesta en operación.	Verificación y Aprobación
Documentación "tal y como quedó instalado"	60 días después de la recepción provisional	Verificación y Aprobación
Licencias de utilización de los "software"	60 días, antes de la puesta en operación.	Información
Expediente demostrando el desarrollo de todas las pruebas de validación de los "software" desempeñando funciones de seguridad (incluyendo sus parametrizaciones)	60 días, antes de la puesta en operación.	Verificación y Aprobación

A.I.5. DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA CAPACITACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS TRES NIVELES).

Documento	Entrega	Aprobación

Temario de los cursos	120 días antes del inicio de cada uno de los módulos de capacitación	Verificación y Aprobación
Programa de la capacitación	45 días antes del inicio de la capacitación	Verificación y Aprobación
Soporte de los cursos	Al inicio de la capacitación	Información

ANEXO II - ORGANIZACIÓN DEL PROVEEDOR PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

A.II.1. GENERALIDADES.

El Proveedor presentará ante el STC para aprobación, un Esquema director de la calidad cuya presentación y contenido estarán conformes, por lo menos, a lo especificado en la **norma ISO 9002** u otra norma equivalente que autorice el STC.

Este documento incluirá, un Plano de calidad para la elaboración de los "software".

A.II.2. ALCANCE DE LA CALIDAD.

El sistema de gestión de la calidad que el STC exige al Proveedor tiene como meta principal:

1. Permitir al Proveedor optimizar la calidad global de sus trabajos.
2. Evitar problemas al desempaque de los equipos y eliminar las disconformidades al nivel de la instalación de los equipos en el sitio de montaje.
3. Cumplir con los plazos de entrega y puesta en servicio de las instalaciones.

A.II.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES EN FASE DE ESTUDIO Y DE INSTALACIÓN.

A.II.3.1. PLAN MAESTRO DE LA CALIDAD.

El Concepto de garantía de la calidad estará basado en el principio de que la calidad es responsabilidad básica de cada grupo de la organización del Proveedor, por lo tanto, el Proveedor y cada uno de sus subcontratistas elaborará un plan maestro de la calidad bajo la responsabilidad del primero. Este incluirá como mínimo las siguientes informaciones:

1) Fase estudios.
   Una descripción de los estudios a cargo de cada empresa con identificación de las distintas etapas.
   Una descripción de la organización para la realización de los estudios.
   El plan de control del Proveedor previa entrega al STC para aprobación.

2) Fase "abastecimiento".
   Establecimientos de especificaciones de suministros y de desempeño del trabajo.
   Procedimientos estrictos para la transmisión de los requerimientos de calidad y normas a los subcontratistas, para asegurar su cumplimiento.
   Pruebas adecuadas para asegurar la conformidad del producto a los requerimientos.

3) Fase "instalación en el sitio".

- Tendrá 15 días para verificar un documento a partir de su entrega, este plazo se alargará según el número de documentos distribuidos al mismo tiempo
- Confirmará la fecha de su intervención con 15 días de anticipación para las fases de pruebas, recepción y/o validación.

Una vez acordado y aprobado por ambas partes, este expediente constituirá el programa de referencia para el seguimiento del proyecto global.

En ningún caso y de ninguna forma el Proveedor podrá justificar modificación alguna al programa general de realización del proyecto, ni liberarse de sus obligaciones contractuales.

5.3. SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE REALIZACIÓN.

5.3.1. INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO.

Para seguir la realización del proyecto, el Proveedor enviará cada mes (o un periodo más reducido cuando se requiera) al STC un informe indicando el estado de avance de cada tarea en desarrollo de acuerdo con el programa general de realización.

En este corte se indicara el avance y los eventuales atrasos, que se calcularan en días o en porcentaje. Los métodos de cálculos se conciliaran durante las primeras reuniones de coordinación general.

El Proveedor presentará su informe durante reunión de coordinación general con el STC y/o su representante y los demás Proveedores. En dicha reunión, se conciliarán las adecuaciones debido a las variaciones normales del proyecto global.

5.3.2. INFORME DE TRABAJOS A DESEMPEÑAR.

Para la coordinación del seguimiento del proyecto global de la Línea, en las diferentes disciplinas y áreas manejadas por el STC, el Proveedor entregará a esta última, cada mes (o un periodo más reducido), un informe de trabajo a desempeñar para los tres meses siguientes identificando y detallando:

- Las tareas de las fases enumeradas en el párrafo 5.2.1. que el Proveedor prevé realizar y/o finalizar en estos tres meses.
- Las respuestas o aprobaciones de documentos por parte del STC.
- Las respuestas y resoluciones de los puntos pendientes por parte del Proveedor.
- La puesta al día del documento de definición de la arborescencia de la documentación.

- Las definiciones y los datos de interface que requiere para desarrollar sus estudios.
- Los puntos que deben ser conciliados con otros Proveedores al respecto.
- Las entregas de áreas de trabajo, locales técnicos, zonas de la Línea, etc. que él esta pidiendo al STC para seguir el proceso de instalación y/o pruebas en el sitio.
- Los requerimientos específicos como la puesta a disposición de la alimentación eléctrica (L-8), la vigilancia permanente de ciertos locales, etc. que necesita para seguir el proceso de instalación y/o pruebas en el sitio (L-8).

Este informe servirá de referencia para el trabajo entre dos reuniones de coordinación, una vez ajustado y aprobado por ambas partes.

5.4. CONSTITUCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

5.4.1. DOCUMENTACIÓN DE DESARROLLO DEL PROYECTO.

Un resumen de la documentación necesaria para el desarrollo y el seguimiento del proyecto es mostrado en el anexo I al presente documento. Esta lista indica solamente los tipos de los documentos y no pretende ser exhaustiva. Los documentos requeridos son definidos a continuación y en cada uno de los capítulos de estas especificaciones.

5.4.2. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Este capítulo tiene como objetivo definir la presentación de toda la documentación y esquemas que debe enviar el Proveedor al STC durante el proyecto desde el inicio del contrato hasta la entrega de la documentación definitiva "tal y como queda instalado".

5.4.2.1. Composición de un documento

Todos los documentos deben estar provistos, según lo definido a continuación y mostrado por los ejemplos abajo indicados:

- En la primera hoja, de una carátula (ver apéndice C al presente documento) indicando:
  - La identificación del Proveedor y de su subcontratista eventual
  - El número, el título y la fecha de emisión inicial del documento
  - El índice, la fecha y la descripción resumida de las modificaciones sucesivas clasificadas por orden cronológico
- La identificación de las personas quienes dibujaron, revisaron y aprobaron el documento inicial y cada una de sus modificaciones posteriores

- En cada una de las hojas del texto y de los anexos eventuales, se indicarán (ver apéndice D al presente documento):
  - El número de la hoja
  - El título y el número del documento
  - El índice de la última modificación.

El tamaño de las hojas será normalizado A4 (210 x 297 mm.) o US Letter (230.2 x 274.9 mm.).

5.4.2.2. COMPOSICIÓN DE LOS ESQUEMAS

Cada uno de los esquemas y/o planos deben estar provistos del mismo tipo de carátula definido para los documentos con la indicación adicional de la escala si es necesario.

Los expedientes que agrupan los esquemas correspondientes a un subconjunto funcional (por ejemplo a un local técnico), serán provistos de una cobertura de expediente mostrando (ver apéndice E al presente documento):

- El mismo tipo de carátula definido para los documentos
- Una relación de todos los esquemas incluidos en el expediente clasificados por orden de números y detallando:
  - El título y número de cada uno de los esquemas y/o planos incluidos
  - Sus índices de modificación, identificados conforme a la carátula de cada uno de estos últimos
- La referencia del elemento mecánico y/o eléctrico cuando este sea de catalogo.

Si se utilizan subexpedientes, estos seguirán las mismas reglas de presentación que los expedientes.

El tamaño de los esquemas será normalizado en la medida de lo posible a "n" hojas A4 (210 x 297 mm.) o US Letter (230.2 x 274.9 mm.).

Todos los esquemas, memorias de cálculo y de forma general toda la documentación requerida utilizarán exclusivamente el Sistema Internacional (SI) de unidades.

5.4.2.3. IDIOMA

Toda documentación que el Proveedor presente para su entrega debe ser en idioma de origen y en español; de no ser así no será considerada como entregada contractualmente.

5.4.3. DOCUMENTACIÓN PROVISIONAL.

Durante todas las fases de estudio del proyecto, el Proveedor enviará al STC toda la documentación provisional solicitada en esta especificación en tres (3) ejemplares.

5.4.3.1. MÉTODO PARA LA VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN

Al inicio, el Proveedor enviará el documento o el esquema a la modificación "00". El STC verificará el documento y emitirá una ficha de aviso redactada de una manera funcional indicando la falla sin proponer soluciones, eso para dejar al Proveedor la iniciativa de la modificación.

Si en el documento, el STC encuentra demasiados errores aun sin haber concluido la revisión, o que el documento no se entiende, el STC devolverá dicho documento para que el Proveedor lo rehaga.

En caso que el STC sugiera alguna solución, esto no relevará al Proveedor de las responsabilidades marcadas en las especificaciones o en el contrato.

El Proveedor debe resolver los puntos indicados en la ficha de aviso en el documento o esquema y enviarlo corregido con modificación "01".

Este proceso continuará hasta que la modificación "n" del documento no tenga ninguna observación por parte del STC. En este caso el Proveedor enviará al STC en cuatro (4) ejemplares la última versión del documento para aprobación. Un ejemplar sellado "APROBADO" con firma y fecha será entregado al Proveedor para poder iniciar la fase siguiente del proyecto.

5.4.3.2. MÉTODO PARA LA MODIFICACIÓN.

Si durante el desarrollo del proyecto, se necesitan adecuaciones, el Proveedor presentará para aprobación estas últimas debidamente justificadas y enviará en dos (2) ejemplares la parte modificada de la última versión aprobada del documento o esquema correspondiente con el índice "n+1", en donde se indicara claramente la situación antes y después de la modificación propuesta.

Este documento tendrá el mismo proceso de verificación y aprobación detallado en el párrafo 5.4.3.1. Al final el documento nuevamente aprobado se substituirá al anterior.

En cada etapa del proyecto, el Proveedor debe utilizar documentos actualizados con la última modificación aprobada.

5.4.4. DOCUMENTACIÓN DEFINITIVA "TAL Y COMO QUEDÓ INSTALADO"

La documentación definitiva debe representar fielmente lo instalado en el campo sin importar la cantidad de esquemas o planos que se requieran. La actualización correrá a cuenta y cargo del Proveedor.

El Proveedor debe entregar la siguiente documentación considerando:

- Para esquemas: 1 original reproducible y cinco (5) copias.
- Para manuales o instructivos de operación: 1 original y cinco (5) copias.
- Para catálogos: 1 original y cinco (5) copias.
- Para documentación explicativa de los principios de funcionamiento de las instalaciones tipo, completamente detallada: 1 original en papel y cinco (5) copias, 1 original en forma de archivo informático con soporte tipo disquette o compact disc.
- Licencias del software de aplicación y análisis utilizado.
- Un original 5 copias de las notas descriptivas, explicativas y de control, así como de los diagramas :
    - Eléctricos, electrónicos y mecánicos.
    - Esquemáticos.
    - De distribución de componentes.
    - De distribución de componentes a bloques por funciones.
    - De listado de componentes.
    - Circuitos impresos.
    - Manuales de mantenimiento de todos los equipos y bancos de prueba.

Esta documentación debe contener, como mínimo, lo siguiente:

- Listados de "hardware" y "software" completamente documentados, incluyendo sus diagramas de flujo, listados del código fuente, llamadas entre funciones, entre otros
- Esquemas sinópticos y de ejecución que incluyan las adecuaciones anteriormente indicadas en la documentación provisional
- Instrucciones claras y completas del funcionamiento de los equipos e instalaciones, incluyendo sus notas técnicas de ajuste, piezas y dibujos en despiece de sus partes y los métodos y formas de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, actualizados y que correspondan a lo instalado,
- Planos de los cableados y de los circuitos impresos (incluyendo los esquemas de pistas, montado de componentes, mascara de soldadura, etc...)
- Planos mecánicos del montaje de los equipos, con sus dimensiones y características
- Planos de instalación, esquemas de implantación, distribución de equipos, situaciones particulares, etc.

- Listado completo de los equipos instalados, con su cuantificación y ubicación, incluyendo las nomenclaturas de los componentes y/o subconjuntos y referencias de "montaje y fabricación"
- Los catálogos de conjuntos subconjuntos y partes hasta nivel componente del total de los suministros, suficiente para la adquisición de cada pieza en el mercado, nacional ó internacional
- La nomenclatura de las herramientas y aparatos necesarios para el mantenimiento
- Un glosario de la terminología y simbología utilizados en la documentación
- Inventario completo de equipos y elementos instalados, por estación, sistema, subsistemas, equipos y módulos instalados.
- El Proveedor realizará en los planos de cableado, pasajes de cableado y distribución de aparatos en los trenes, colecciones A y C; todas las modificaciones y/o actualizaciones necesarias a fin de que éstos correspondan fielmente a lo instalado.

Además de las cantidades de documentos antes indicadas, el Proveedor entregará una copia en archivo magnético con los conceptos antes enlistados.

El software utilizado para el suministro de la documentación será:
Word para Windows para los documentos
Autocad para los planos.

Se conciliará entre las partes los protocolos de intercambio.

5.4.5. Propiedad de la documentación.

Toda la documentación entregada por el Proveedor y utilizada para el desarrollo del proyecto hasta la puesta en servicio de la Línea será considerada propiedad del STC por lo que ésta se reserva el derecho de elaborar las copias que considere necesarias para su uso interno o del operador.

ANEXO I - EXPEDIENTES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO Y EL SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

A.I.1. PROGRAMA E INFORMES MENSUALES.

Documento	Entrega	Acción
Programa detallado de realización del proyecto.	45 días después de la firma del contrato.	Conciliación Aprobación
Informe de avance.	Mensual (o al pedido)	Información
Informe de trabajos a desempeñar	Mensual (o al pedido)	Información y resolución

A.I.2. DOCUMENTOS GENERALES

Documento	Entrega	Acción
Esquema director de la calidad.	45 días después de la firma del contrato	Verificación y aprobación
Arborescencia de la documentación.	Original: 45 días después de la firma del contrato y actualización mensual	Información, verificación y aprobación del documento definitivo.
Lista de los suministros con precios unitarios.	En el contrato	Aprobación
Especificación técnica del sistema	A la firma del contrato	Verificación y Aprobación

Especificaciones técnicas de las interfaces con sistemas externos	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Especificaciones particulares y expedientes de definición del sistema y subsistema	En programa	Información
Corte funcional de los equipos del sistema en campo	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Estudios de prototipos eléctricos y mecánicos	En programa, 90 días antes de las pruebas de Validación	Verificación y Aprobación
Estudios particulares	En programa	Verificación y Aprobación

Documento	**Entrega**	**Acción**
Esquemas sinópticos funcionales	En programa,90 días antes del esquema de realización	Verificación y Aprobación
Esquemas de realización	En programa, 90 días antes de las pruebas correspondientes	Verificación y Aprobación

Expedientes del software	En programa, 90 días antes de las pruebas de validación.	Verificación y Aprobación
Expedientes de fabricación	En programa, 90 días antes de las pruebas correspondientes	Verificación y Aprobación
Cuadernos de pruebas y de recepción	En programa, 90 días antes de las pruebas correspondientes	Verificación y Aprobación
Expediente de montaje para la integración en sitio	En programa	Información

A.I.3. DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA MODOS DE CONDUCCIÓN.

Documento	Entrega	Acción
Expediente de simulaciones de la marcha de los trenes de toda la Línea	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación
Expediente de los resultados de las simulaciones (características operativas de la Línea)	45 días después de la firma del contrato	Verificación y Aprobación

4) Iniciar acciones preventivas para resolver los problemas al nivel adecuado con respecto a los riesgos incurridos

5) Llevar a cabo los controles para asegurar que las acciones correctivas se desarrollen y sean eficientes.

6) Modificar y documentar los procedimientos conforme a las acciones correctivas tomadas.

La identificación de condiciones adversas significativas a la calidad, la causa de estas condiciones y las acciones correctivas llevadas a cabo, serán documentadas y entregadas inmediatamente a los niveles adecuados del Proveedor e igualmente al STC.

A.II.4.16. MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA.

A.II.4.16.1. GENERAL.

El plan para asegurar la calidad elaborado por el Proveedor incluirá, para una adecuada inspección y ejecución, instrucciones para la manipulación, el almacenamiento, la preservación, el embalaje y el transporte para proteger la calidad de los productos y evitar daños, pérdidas, deterioro, degradación o sustitución.

A.II.4.16.2. MANIPULACIÓN.

El plan para asegurar la calidad requerirá y vigilará el uso de procedimientos para prevenir daños en el manejo de los materiales. Los procedimientos de manipulación incluirán el uso de embalajes especiales, cajas, vehículos de transporte y facilidades para la manipulación de materiales.

A.II.4.16.3. ALMACENAMIENTO.

El Proveedor es responsable de prever los medios necesarios para la protección contra el deterioro o daño de los productos almacenados. El Proveedor realizará inspecciones periódicas para la prevención y corrección de tales deterioros o daños.

Los productos sujetos a deterioro o corrosión durante la fabricación o en el almacenamiento intermedio, serán limpiados y preservados por métodos que los protejan contra el deterioro o corrosión.

A.II.4.16.4. EMBALAJE.

El Proveedor debe tener el control de las condiciones de embalaje, de conservación y de identificación de los equipos y materiales, tanto como sea necesario para asegurar el cumplimiento de las especificaciones.

Donde sea necesario, los embalajes incluirán medios para adecuar y soportar condiciones ambientales críticas tales como niveles de humedad, presión de líquidos en los embalajes, etc...

En el plan de aseguramiento de la calidad se indicarán las precauciones que deben tomarse debido a las condiciones a las que el embalaje será sometido.

A.II.4.16.5. TRANSPORTE Y ENTREGA.

El plan para asegurar la calidad incluirá la vigilancia hasta la expedición, y asegurará que los productos a ser transportados van acompañados con los documentos técnicos y de transporte requeridos.
El Proveedor tomará las precauciones necesarias para la protección de los equipos hasta el momento de la entrega.

A.II.4.17. AUDITORIA INTERNA.

El Proveedor implantará un sistema comprensible de auditorias periódicas y planificadas de acuerdo al tipo y a la importancia de las actividades, para verificar su coordinación con todos los aspectos del plan maestro de la calidad.

Las auditorias serán realizadas de acuerdo con los procedimientos aprobados por el STC en periodos predeterminados y por personal calificado que no tenga responsabilidad directa en el área a ser auditada. Los resultados de la auditoria serán documentados y revisados por el personal directivo del Proveedor que tiene responsabilidad en el área objeto de la auditoria. Dichos directivos deben emprender sin tardar las acciones correctivas para remediar las deficiencias que hayan sido detectadas por la auditoria.

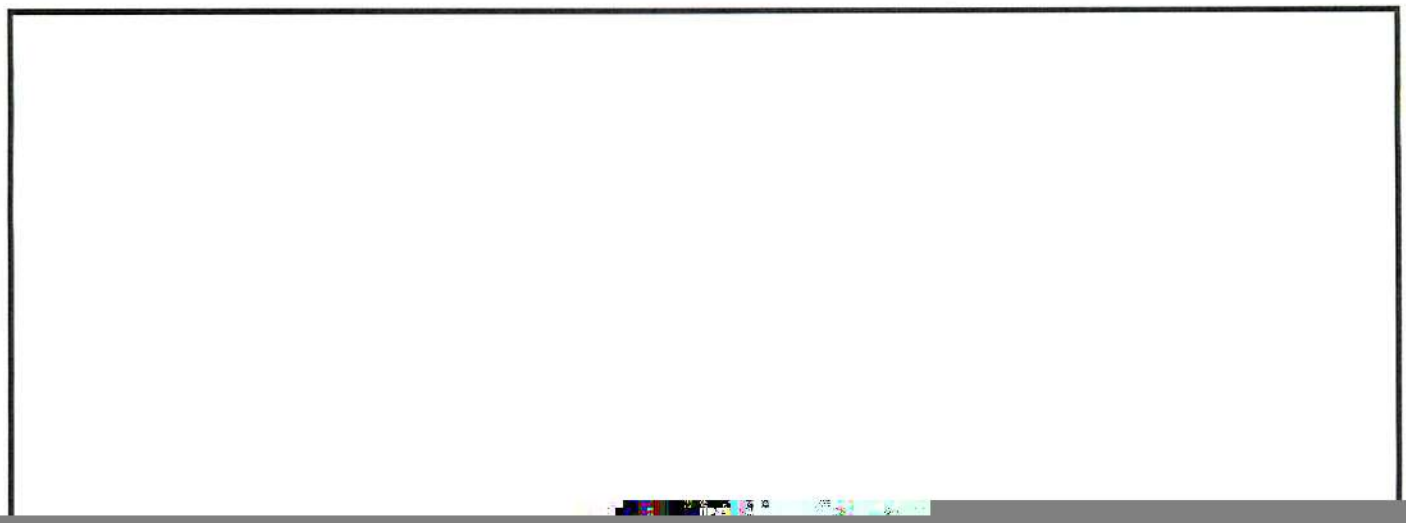
El Proveedor será responsable por las acciones y por el seguimiento de dichas acciones. Nuevas auditorias de áreas deficientes tendrán lugar donde se indique.
Serán entregadas al STC para su revisión, copias de los informes de auditoria y de las acciones de seguimiento previstas.

A.II.4.18. CALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.

El personal del Proveedor que desempeñará durante la producción o la instalación, actividades que tengan incidencia sobre la calidad y la seguridad estará calificado para estas actividades. En particular, el personal encargado de las inspecciones y de las pruebas estará calificado para dicho trabajo en virtud de experiencias previas o por entrenamiento. Se mantendrán registros de la calificación del personal y serán entregados al STC para su aprobación en mismo tiempo del programa de la capacitación. Cada vez que se cambie o integre un técnico, se notificará al STC, indicando la calificación del mismo.

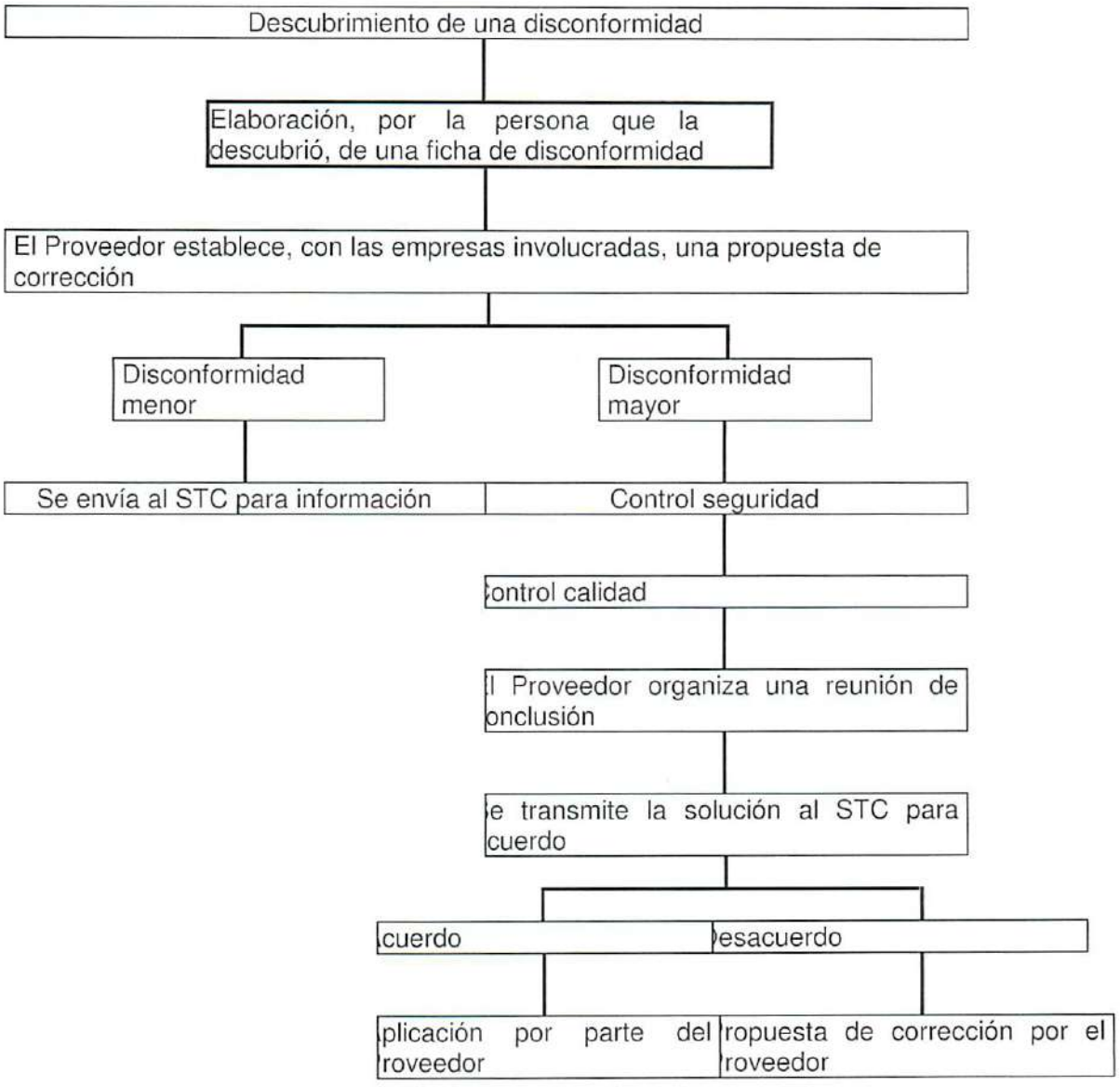
El Proveedor establecerá y mantendrá al día procedimientos para detectar las necesidades de capacitación de su personal involucrado en el proceso para asegurar la calidad y programar dicha capacitación.

El STC se reserva el derecho de juzgar la calificación de los trabajadores del Proveedor o de sus subcontratistas y podrá pedir el reemplazo de los que, a su juicio, no tengan la calificación adecuada para el trabajo que están llevando a cabo, sin que el Proveedor o su subcontratista reclamen afectación alguna.



CONTRATO N°	FICHA DE DISCONFORMIDAD	N°
Origen Nombre :	Empresa :	Fecha :
Disconformidad constatada : (descripción, localización, referencias contractuales)		
Proposición de corrección	Nombre :	Fecha :
Archivado por : Disconformidad menor : ☐	Nombre :	Disconformidad mayor : ☐
Observaciones : (control técnico)	Nombre :	Fecha :
Observaciones (calidad)	Nombre :	Fecha :
Conclusión :	Nombre :	Fecha :
Aprobación de el STC: Acuerdo ☐	Nombre :	Fecha : Rechazo : ☐
Bueno para aplicación : ☐	Nombre : Devolución para nueva proposición : ☐	Fecha :

APÉNDICE B - CIRCULACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE LAS FICHAS DE DISCONFORMIDAD.



	GERENCIA DE OBRAS Y MANTENIMIENTO.		
	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático) DE LA LÍNEA 12		COMINSA
	No. DE ESPECIFICACIÓN: 08-CMI-IEE-00-612000-III-08-1868-E	MOD. 0	HOJA: 141 / 276
Vo. Bo. S.T.C	ELABORÓ: (COMINSA)	REVISÓ:(COMINSA)	APROBÓ:(COMINSA)
ING. LUIS GARCÍA ÁVILA	ING. JOSÉ ANTONIO ZAMORA DÍAZ	ING. PABLO HARO TREJO	ING. FILIBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

APÉNDICE C - EJEMPLO DE CARÁTULA PARA LOS DOCUMENTOS.

	GERENCIA DE OBRAS Y MANTENIMIENTO. **TITULO:** ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático) DE LA LÍNEA 12		COMINSA
	No. DE ESPECIFICACIÓN: 08-CMI-IEE-00-612000-III-08-1868-E	**MOD.** 0	**HOJA:** 142 / 276
Vo. Bo. S.T.C	**ELABORÓ: (COMINSA)**	**REVISÓ:(COMINSA)**	**APROBÓ:(COMINSA)**
ING. LUIS GARCÍA ÁVILA	ING. JOSÉ ANTONIO ZAMORA DÍAZ	ING. PABLO HARO TREJO	ING. FILIBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

EL PROVEEDOR PROPONDRÁ EN ESTE CASO LA CARÁTULA PARA LOS DOCUMENTOS AL STC PARA SU APROBACIÓN.

	GERENCIA DE OBRAS Y MANTENIMIENTO. **TITULO:** ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático) DE LA LÍNEA 12		COMINSA
	No. DE ESPECIFICACIÓN: 08-CMI-IEE-00-612000-III-08-1868-E	**MOD.** 0	**HOJA:** 143 / 276

Vo. Bo. S.T.C	ELABORO: (COMINSA)	REVISO:(COMINSA)	APROBO:(COMINSA)
ING. LUIS GARCÍA ÁVILA	ING. JOSÉ ANTONIO ZAMORA DÍAZ	ING. PABLO HARO TREJO	ING. FILIBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

APÉNDICE D - EJEMPLO DE HOJA PARA LOS DOCUMENTOS.

EL PROVEEDOR PROPONDRÁ EN ESTE CASO LA HOJA PARA LOS DOCUMENTOS AL STC PARA SU APROBACIÓN.

APÉNDICE E - EJEMPLO DE RELACIÓN DE ESQUEMAS PARA LA COBERTURA DE LOS EXPEDIENTES.

EL PROVEEDOR PROPONDRÁ EN ESTE CASO LA RELACIÓN DE ESQUEMAS PARA LA COBERTURA DE LOS EXPEDIENTES AL STC PARA SU APROBACIÓN.

SUMARIO CAPITULO 5

5.1. Generalidades.

5.2. Programa de realización.

5.2.1. Constitución del programa.

5.2.2. Plazos y generalidades.

5.3. Seguimiento del programa de realización.

5.3.1. Informe de avance del proyecto.

5.3.2. Informe de trabajos a desempeñar.

5.4. Constitución de la documentación.

5.4.1. Documentación de desarrollo del proyecto.

5.4.2. Presentación de la documentación

5.4.2.1. Composición de un documento

5.4.2.2. Composición de los esquemas

5.4.2.3. Idioma

5.4.3. Documentación provisional.

5.4.3.1. Método para la verificación y aprobación

5.4.3.2. Método para la modificación.

5.4.4. Documentación definitiva "tal y como quedó instalado"

5.4.5. Propiedad de la documentación.

Anexo I - Expedientes necesarios para el desarrollo y el seguimiento del proyecto

AI.1. Programa e informes mensuales.

AI.2. Documentos generales

AI.3. Documentos específicos para Modos de conducción

AI.4. Documentos necesarios para la operación y el mantenimiento.

AI.5. Documentos necesarios para la capacitación (operación y mantenimiento a los tres niveles).

Anexo II - Organización del Proveedor para el desarrollo del proyecto

AII.1. Generalidades.

AII.2. Alcance de la calidad.

AII.3. Procedimientos generales en fase de estudio y de instalación.

AII.3.1. Plan maestro de la calidad.

AII.3.2. Plan de control del Proveedor.

AII.3.3. Fichas de control.

AII.3.4. Interfaces.

AII.3.5. Armonización.

AII.3.6. Tratamiento de las disconformidades.

AII.3.6.1. Fichas de disconformidad.

AII.3.6.2. Procesamiento de las disconformidades.

AII.3.7. Gestión de la documentación.

AII.4. Requerimientos para asegurar la calidad.

AII.4.1. Responsabilidad de la Gerencia del Proveedor.

AII.4.2. Organización.

AII.4.2.1. Responsabilidad y autoridad.

AII.4.2.2. Recursos para las verificaciones.

AII.4.3. Programa de garantía de la calidad.

AII.4.4. Control de la documentación.

AII.4.4.1. Aprobación y circulación de documentos.

AII.4.4.2. Cambios o enmiendas a documentos.

AII.4.5. Compras.

AII.4.5.1. Evaluación de Proveedores y subcontratistas.

AII.4.5.2. Ordenes de compra.

AII.4.5.3. Verificación del producto o equipo comprado.

AII.4.6. Productos o materiales entregados por el STC.

AII.4.7. Identificación de los productos.

AII.4.8. Certificado de calidad.

AII.4.9. Dominio de los métodos.

AII.4.10. Inspección y pruebas.

AII.4.10.1. Inspección y pruebas de compras.

AII.4.10.2. Pruebas en fábrica.

AII.4.10.3. Pruebas en sitio.

AII.4.11. Calibración y certificación de equipos de medición y herramientas.

AII.4.12. Relación de las inspecciones efectuadas.

AII.4.13. Tratamiento de los productos o materiales no conformes.

AII.4.14. Análisis y procedimiento de las disconformidades.

AII.4.15. Acciones correctivas.

AII.4.16. Manipulación, Almacenamiento y Entrega.

AII.4.16.1. General.

AII.4.16.2. Manipulación.

AII.4.16.3. Almacenamiento.

AII.4.16.4. Embalaje.

AII.4.16.5. Transporte y entrega.

AII.4.17. Auditoria interna.

AII.4.18. Calificación y capacitación del personal.

APÉNDICE A - Ficha de disconformidad.

APÉNDICE B - Circulación y procedimiento de las fichas de disconformidad.

APÉNDICE C - Ejemplo de carátula para los documentos.

APÉNDICE D - Ejemplo de hoja para los documentos.

APÉNDICE E - Ejemplo de relación de esquemas para la cobertura de los expedientes.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

Capítulo 6 - Prestaciones objeto del contrato

6.1. ALCANCES DEL CONTRATO.

El Proveedor realizará los estudios, suministrará e instalará todos los equipos que se requieren, así también preverá las interfaces necesarias para el funcionamiento correcto de su sistema. El STC pondrá a disposición la obra civil, el material rodante, la vía y la alimentación eléctrica (en caso que no estén incluidas en el contrato).

6.2. LÍMITE DE PRESTACIONES DEL CONTRATO.

6.2.1. EN LOCAL TÉCNICO Y DE OPERACIÓN.

- Alimentación general: el Proveedor suministrará y conectara los cables de alimentación de sus equipos en un tablero suministrado por el contratista. Las alimentaciones en este tablero tienen las características descritas en el capitulo 4 "Requisitos generales del sistema".
- Tierra: el Proveedor se conectará al sistema de tierra suministrado por el contratista reservado para los equipos. Tal como esta indicado en los planos de sistemas de tierras en local técnico y alimentación eléctrica a equipos.
- Fijación de los equipos del sistema: el Proveedor suministrará y realizará la fijación de todos sus equipos.
- Interfase eléctrica con sistemas externos:
- El Proveedor suministrará y realizará las interfaces eléctricas, requeridas por los otros sistemas, hasta un bornero de su equipo.
- El Proveedor suministrará y realizará la conexión entre su equipo y borneros de interfase de otros sistemas, al requerir interfaces eléctricas de ellos.

- El Proveedor suministrará e instalará los soportes para las trayectorias secundarias y específicas, para cables. Además realizará el tendido de los cables necesarios para su instalación.

- El contratista suministrará e instalará los soportes para las trayectorias de cables principales necesarias en el mismo local y para el enlace con los equipos en campo,

6.2.2. EN VÍA.

- Tierra: el Proveedor se conectará al sistema de tierra suministrado por el contratista a lo largo de la Línea.
- Fijación de los equipos del sistema: el Proveedor suministrará y realizará la fijación de todos sus equipos.
-
- El Proveedor suministrará e instalará:

-
- Los soportes para las trayectorias secundarias para cables. Además realizará el tendido de los cables necesarios para ésta.
- Todo el material necesario para conexión y soldadura a los rieles.
- Los soportes para las trayectorias de cables principales necesarias a lo largo de la Línea y debajo de las vías.
- Las conexiones longitudinales necesarias para mantener la continuidad eléctrica de los rieles y riel de seguridad:
- Las uniones eléctricas entre riel - pista y riel - contrarriel;
- Las juntas aislantes, en donde estas sean requeridas;
- Los soportes de los motores de aparatos de cambio de vía, los tirantes de mando y los cerrojos debidamente ajustados.
- La alimentación eléctrica y cableado de los cofres de mando socorro de agujas

6.2.3. EN MATERIAL RODANTE.

El Proveedor realizará las adecuaciones eléctricas y mecánicas necesarias para la integración de sus equipos a bordo del tren, así como prever las interfaces necesarias. Dichas adecuaciones deben tener la aprobación del STC en las diferentes fases de estudio, prototipo y cabeza de serie, antes de su realización definitiva.

El Proveedor instalará y probará sus equipos solicitando con anticipación sus requerimientos especiales (tren, operador, apoyo, entornos especiales, vías energizadas y en operación.) en sitio, a reserva de lo que se pueda proporcionar.

El STC pondrá a disposición:

- Los trenes (si no son parte de los alcances del contrato), en las diferentes etapas de estudios, preparación, integración y pruebas, según un programa conciliado con el contratista (complemento de documentación técnica, personal de coordinación y de operación).

El Proveedor tomará como base las reservas de informaciones presentadas en el capitulo 3de la presente especificación, y suministrará e instalará platinas con fusibles de protección en cada interfase eléctrica con el material rodante.

Para las conexiones propias de los subconjuntos del sistema entre ellos, el Proveedor suministrará e instalará los cables según un procedimiento de realización aprobado por el STC.

6.2.4. ADECUACIONES.

El Proveedor se ajustará al programa general de realización de la Línea 12 elaborado por "el STC", y podrá presentar para su aprobación, oportunamente y a más tardar 45 días después de la firma del contrato, las modificaciones que juzgue necesarias para favorecer el funcionamiento correcto de sus equipos. De no ser así, las modificaciones pedidas, se rechazarán, ó correrán a cargo del Proveedor si se demuestra que son imprescindibles.

6.3. DESARROLLO DEL PROYECTO.

6.3.1. ESTUDIOS.

6.3.1.1. ESTUDIOS GENERALES.

El Proveedor realizará todos los estudios y pruebas necesarias para que su sistema cumpla con los requerimientos de esta especificación, y proporcionará todos los documentos y resultados obtenidos necesarios para su aprobación al final de cada etapa del proyecto, con el fin de poder iniciar la siguiente etapa.
Durante todo el desarrollo del proyecto, el Proveedor verificará que el suministro de cada material utilizado y no fabricado por él, tenga por lo menos dos fabricantes posibles.

6.3.1.2. ESTUDIOS DE PROTOTIPO.

Antes de cada etapa de fabricación, en caso de equipos (elementos, software, subconjunto, conjunto,...) modificados o desarrollados especialmente para este contrato, el Proveedor presentará al STC un prototipo de los mismos, con las memorias de cálculo, pruebas realizadas en fábrica o en sitio y toda la documentación necesaria para su aprobación.

Para el buen desarrollo de estos estudios y según el programa general de realización, el Proveedor confirmará con anticipación al STC sus requerimientos especiales (tren, operador, apoyo, entornos especiales, vías energizadas y en operación.) en sitio, a reserva de lo que se pueda ofrecer. El Proveedor suministrará los aparatos de medición, mano de obra y todo lo necesario para sus propias pruebas.

En el caso de los equipos propios de seguridad, el Proveedor presentará el expediente de seguridad para aprobación del STC.

El STC efectuará un análisis antes de autorizar el inicio de la fabricación de la cabeza de serie y de la fabricación en serie.

6.3.1.3. ESTUDIOS DE ADECUACIONES.

El Proveedor estudiará y realizará las adecuaciones y/o modificaciones eléctricas y mecánicas necesarias para la integración de sus equipos:

- A bordo de tren.
- En vías, locales técnicos y de operación.

Para lo cual el Proveedor realizará los estudios de prototipo eléctrico y mecánico y presentará para aprobación, en cada fase del estudio, los expedientes con los resultados obtenidos. Para el buen desarrollo de estos estudios y en base a un programa acordado, el Proveedor confirmará con anticipación sus requerimientos especiales en sitio. El STC tendrá a cargo la puesta a disposición de dichos requerimientos, informando al Proveedor por escrito las fechas asignadas para tales eventos.

El STC efectuará un análisis antes de autorizar el inicio de la fabricación de la cabeza de serie y de la fabricación en serie.

6.3.2. ABASTECIMIENTO.

El Proveedor procederá al abastecimiento de los elementos, conjuntos, subconjuntos y documentación necesarios para el buen desarrollo del proyecto, siguiendo un programa coherente a las necesidades contractuales, y presentará los expedientes de conformidad de cada elemento, conjunto y subconjunto mostrando que se apegan a las características solicitadas.

6.3.3. FABRICACIÓN E INTEGRACIÓN.

El Proveedor informará al STC del desarrollo de la fabricación de cada equipo y en particular de los eventos clave con anticipación, para su eventual participación en alguna inspección.

El STC, o su representante podrán verificar en todo momento que la fabricación de los equipos se ejecute respetando las prescripciones y compromisos estipulados en la presente especificación.

En esta etapa se incluye la integración de los elementos, subconjuntos y/o conjuntos, para obtener un equipo funcional y evitando así los ajustes indeseables en sitio.

6.3.4. RECEPCIÓN EN FÁBRICA.

Ésta se realizará una vez que el Proveedor informe al STC tener dispuestos los equipos para tal efecto. En este momento el Proveedor garantiza que todas las etapas de la fabricación del equipo presentado se concluyeron satisfactorias por su parte.

6.3.4.1. PRUEBAS DE RECEPCIÓN.

Estas pruebas se efectuarán en fábrica conjuntamente entre el fabricante, Proveedor y el STC o su representante, siendo el Proveedor totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como de su funcionamiento hasta el fin del periodo de garantía.

Las pruebas se subdividen en:

- Pruebas de los materiales (incluyendo componentes, software), consistentes en verificar su calidad y conformidad con las especificaciones técnicas correspondientes.
- Pruebas técnicas y funcionales del equipo integrado (cajón, armario, conjunto de armarios, etc.), consistentes en la verificación de los equipos conforme a las condiciones técnicas y funcionales, indicadas por el STC, empleando para tal efecto un simulador proporcionado por el Proveedor y aprobado por el STC.

Todos los equipos de seguridad se probarán por unidad.

Ambas pruebas se llevan a cabo siguiendo fichas técnicas y/o cuadernos con los resultados de los ensayos del Proveedor.

No se autorizará la salida de ningún material de la(s) fábrica(s) sin haber sido recepcionado por el STC o su representante, salvo casos especiales, los cuales deben ser solicitados por escrito por el Proveedor y autorizados por el STC.

6.3.4.2. ACTA DE RECEPCIÓN.

A partir del momento que las pruebas de recepción resultan satisfactorias, el personal del STC o su representante, avalará el buen funcionamiento de los equipos mediante un acta de recepción.

6.3.4.3. AUTORIZACIÓN DE EXPEDICIÓN.

El STC autorizará, mediante la emisión de un acta, la expedición de un equipo siempre y cuando todas las reservas que se detecten durante su recepción en fábrica sean resueltas por el Proveedor.

6.3.5. EXPEDICIÓN Y TRANSPORTE.

El Proveedor tendrá a su cargo el transporte de sus equipos o de los de sus subcontratistas entre la (s) fábrica (s) y el lugar de instalación según se defina en el proyecto.

El Proveedor debe tomar en cuenta las condiciones requeridas para el transporte y cumplir con todos los requisitos indicados en las bases del concurso.

En todos los casos el embalaje estará a cargo del Proveedor, éste debe ser adecuado y eficaz para proteger los suministros durante su transporte y permitir su maniobra. Contará con una etiqueta de identificación en idioma español que indique:

- Las dimensiones
- El peso
- Todas las otras características para la identificación sin ambigüedad del contenido
- Los datos del destinatario
- El numero del contrato
- La Línea
- El lugar de destino.

6.3.6. ALMACENAJE.

Será responsabilidad del Proveedor el almacenamiento de sus equipos.

La mano de obra y el material necesario para transporte de los equipos quedan a cargo del Proveedor.

El destino final de los bienes será el sitio de instalación según el proyecto, como lo indican las bases de la licitación salvo las refacciones y banco de pruebas que se entregarán en los almacenes que determine el STC.

6.3.7. INSTALACIÓN.

La instalación de los equipos estará a cargo del Proveedor quien debe responsabilizarse del cumplimiento de:

- Los planos tipo y gálibos de instalación proporcionados por el STC
- Los planos de arreglo de equipo en locales técnicos y de operación
- Los programas y directrices marcados por el STC
- Los reglamentos de construcción para el Distrito Federal.
- Los métodos y proyectos de montaje, ajustes y verificación aprobados por el STC.

El STC pondrá a disposición la infraestructura que corresponda (Línea 8), en Línea y el material rodante en caso que la adquisición no sea a cargo del contratista, conforme al programa general de realización de la Línea 12.

Durante el montaje, el STC, o su representante podrá verificar en todo momento que la instalación de los equipos se ejecute respetando:

- Las prescripciones y compromisos estipulados en la presente especificación.
- Los métodos aprobados (para evitar el parámetro humano y tener una instalación homogénea).

El Proveedor debe considerar el equipo y maquinaria necesarios y suficientes para llevar a cabo los montajes e instalaciones, contando con el personal necesario y calificado para su ejecución, el STC se reserva el derecho de pedir el retiro del personal que a su juicio no esté calificado para realizar los trabajos objeto de la presente especificación.

Para el buen desarrollo de esta fase, el Proveedor informará con anticipación al STC de sus requerimientos especiales (tren, operador, apoyo, entornos especiales, vías energizadas y en operación) en sitio, a reserva de lo que se pueda ofrecer.

Esta etapa es la más crítica para la coordinación general del proyecto, las zonas de intervención de los Proveedores están normalmente compartidas entre ellos, pero para permitir las fluctuaciones normales de realización de cada uno, se podrá compartir zonas entre varios Proveedores. El Proveedor debe tomar en cuenta esta situación en el alineamiento de su programa y la carga de sus cuadrillas.

Durante esta fase del proyecto, el Proveedor realizará los complementos de pruebas y ajustes necesarios para el buen funcionamiento de su sistema instalado con los demás sistemas, de acuerdo con la puesta a disposición de las infraestructuras en Línea y del material rodante conforme al programa general de realización de la Línea 12.

6.3.8. PRUEBAS DE RECEPCIÓN EN SITIO.

6.3.8.1. GENERALIDADES.

Estas pruebas se realizarán una vez que el Proveedor:

- Informe al STC tener dispuestos los equipos para tal efecto.
- Haya entregado los documentos y resultados de pruebas necesarias para la recepción del STC.

En este momento el Proveedor garantiza que todas las etapas de la instalación, integración y verificación en el sitio del equipo presentado se concluyeron satisfactorias por su parte.

Las pruebas de recepción se efectúan conjuntamente entre las dos partes, siendo el Proveedor totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como del funcionamiento del sistema.

Para la realización de estas pruebas, el Proveedor debe poner a disposición del STC:

- El personal necesario
- El conjunto de los medios y materiales de ejecución, tales como herramientas, equipos de medición, equipos de comunicación, etc.
- Los documentos y planos aprobados por el STC, necesarios para las pruebas.
- Los cuadernos de pruebas correspondientes con los resultados de los ensayos del Proveedor. El STC se reserva el derecho de realizar las pruebas adicionales que considere convenientes y/o comprobar por muestra (para tal efecto, el Proveedor debe poner a disposición del STC los medios humanos y materiales indicados en los cuatro puntos mencionados con anterioridad).

El STC proporcionará el material rodante (en caso que su adquisición no conforme parte de los alcances del contratista),así como el personal necesario para la operación de los trenes y la coordinación de las pruebas. La coordinación de las pruebas se conciliará entre los participantes en reunión general de coordinación.

6.3.8.2. DEFINICIÓN DE LAS PRUEBAS.

Las pruebas de recepción en sitio se subdividen en:

- Pruebas de conformidad de la instalación de los equipos en relación:
  - A la calidad de la realización
  - Al proyecto aprobado

- A las especificaciones técnicas correspondientes
- Pruebas técnicas y funcionales (estáticas y dinámicas) del equipo integrado.

Las pruebas de todos los equipos y materiales instalados deben resultar satisfactorias, antes de poder autorizar una puesta en servicio de los equipos del sistema propuesto, garantizando:

- El cumplimiento de las especificaciones técnicas y funcionales
- El funcionamiento en seguridad del sistema
- Las interfaces realizadas con la obra civil, la vía y los otros sistemas existentes.
- El proyecto, especificaciones y protocolos de pruebas alabardas por el contratista y aprobadas por el STC

6.3.8.3. PRUEBAS DE CONFORMIDAD.

- Estas pruebas tienen por objeto verificar la calidad de las instalaciones en los locales técnicos, puestos de maniobra, en el campo y en los trenes, así como la conformidad de sus características con el pliego de las condiciones técnicas.

Durante estas pruebas se examinan entre otros puntos, los siguientes:

- El aspecto físico de los equipos.
- El cumplimiento de las reglas del oficio.
- Las cantidades y tipos de material instalados.
- La naturaleza de las instalaciones.
- El cumplimiento del proyecto.

etc.

6.3.8.4. PRUEBAS ESTÁTICAS.

Estas pruebas tienen por objeto verificar el aspecto eléctrico y funcional de las instalaciones del sistema en los locales técnicos, en el campo y en los trenes así como las interfaces con los otros sistemas, en conformidad con las especificaciones técnicas. Estas incluyen:

- La continuidad en el cableado.
- Las mediciones eléctricas.
- La recepción de las interfaces con los sistemas externos (emisión y recepción).
- Simulación de las informaciones de entrada y de salida del sistema.
- Verificar el aspecto funcional del sistema en simulación.

Para cumplir con el aspecto funcional de estas pruebas, es responsabilidad del Proveedor instalar un simulador aprobado por el STC, en el que se simulan en general los aspectos de las informaciones (entrada y salida) del sistema y en particular:

- Para los equipos fijos.
- Para los equipos embarcados.

En estas pruebas participan conjuntamente el Proveedor y el STC (y/o su representante) quien dirige las pruebas; estas pruebas se efectúan en forma previa a las pruebas dinámicas.

6.3.8.5. PRUEBAS DINÁMICAS.

Estas pruebas tienen por objeto verificar el funcionamiento del sistema en situaciones reales, es decir, con circulación de trenes lastrados (con bidones de agua).
Estas pruebas serán:

- Técnicas para verificar la transmisión entre los equipos fijos y los equipos a bordo del tren.
- Funcionales para verificar el buen cumplimiento a las especificaciones funcionales.

En estas pruebas participan conjuntamente el Proveedor y el STC (y/o su representante) quien dirige las pruebas.

6.3.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez que se haya realizado satisfactoriamente las pruebas de recepción de los equipos del sistema y que se haya aprobado la documentación técnica de instalación del sistema, el STC conjuntamente con el Proveedor redactarán un acta de recepción provisional antes de entregar el sistema a los servicios de operación.

Esta acta mencionará:

- Los cuadernos de recepción con resultados de las pruebas.
- Los certificados de calidad y de seguridad de los equipos del sistema para su puesta en servicio con pasajero, elaborado por el Proveedor.
- Las reservas emitidas, con su programa de resolución.
- La aprobación del STC para permitir la operación del sistema.

6.3.10. PERIODO DE OBSERVACIÓN (MARCHA EN VACÍO).

Considerando todos los sistemas ya recepcionados en forma satisfactoria y con todas sus funciones, dar un periodo para la observación del funcionamiento de toda la Línea en vacío, lo cual es necesario para:

- Comprobar el buen funcionamiento de todas las instalaciones y ajustarlas.
- Capacitar y acostumbrar al personal de operación y de mantenimiento antes de la puesta en servicio comercial.
- Iniciar la puesta en servicio comercial en óptimas condiciones.

El Proveedor asegurara las operaciones de mantenimiento y de ajustes de su sistema durante esta fase.

6.3.11. PUESTA EN SERVICIO COMERCIAL.

Es la puesta en servicio de la Línea con pasajeros.

6.3.12. DOCUMENTACIÓN DEFINITIVA (TAL Y COMO QUEDA INSTALADO).

Al terminar las diferentes etapas de fabricación, integración y pruebas de recepción de los equipos, la documentación aprobada por el STC (representando exactamente lo instalado y recepcionado) servirá de base para la elaboración de la documentación definitiva "tal y como queda instalado". (Ver capitulo 5 - Seguimiento del proyecto).

Si durante el periodo de la garantía se necesitan hacer adecuaciones sobre el sistema, la documentación definitiva será complementada y/o actualizada a cargo del Proveedor.

6.3.13. CAPACITACIÓN.

El Proveedor instruirá al personal del STC sobre la concepción, la operación y el mantenimiento (1o, 2o y 3° nivel) de su sistema objetos de la presente especificación, tal y como se describe a continuación:

- Los cursos de capacitación comprenderán las explicaciones teóricas sobre los circuitos electrónicos y el funcionamiento global de cada conjunto o subconjunto y el estudio de las cartas electrónicas, así como las actividades destinadas al mantenimiento preventivo y correctivo.
- Los cursos se deben impartir a razón de 5 días por semana y sesiones de por los menos 4 horas cada una.
- El Proveedor tendrá el derecho de examinar cada semana al personal participante.

- Los cursos se impartirán en idioma español, en el lugar que designen conjuntamente el STC y el Proveedor.
- El Proveedor está obligado a dar a cada participante desde el inicio de la capacitación un juego completo de los documentos relativos al curso.
- Se realizará una calificación previa de los instructores.
- Los gastos de transporte, alojamiento y alimentación para las personas que asistan a la capacitación en el extranjero si es necesario serán incluidos en los alcances del contrato.
- Con el fin de cumplir con la capacitación práctica, los técnicos del STC, podrán acompañar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo del Proveedor durante el periodo de mantenimiento contractual.

Los cursos de capacitación serán dirigidos a dos grupos de personal:

- El primer grupo compuesto de 12 personas máximo recibirá una capacitación general de alto nivel "ingeniero" con desplazamientos eventuales en el extranjero.
- El segundo grupo compuesto de 40 personas máximo recibirá una capacitación al mantenimiento de nivel "técnico" en México.

En cada uno de estos dos grupos, aproximadamente 50% de los participantes tendrán a su cargo los equipos fijos y el otro 50%, los equipos embarcados.

Para la capacitación del personal de operación, ésta deberá ser proporcionada 30 días antes de la marcha en vacío y debe considerar al 100% del personal asignado, para la operación de Línea 12, siendo la calendarización conciliada con el STC.

El Proveedor propondrá al STC para su aprobación; la duración de los cursos de capacitación, este periodo debe ser el suficiente para cubrir las necesidades de dichos cursos según la experiencia del Proveedor.

6.3.14. REFACCIONES.

6.3.14.1. PERIODO DE INSTALACIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

El Proveedor contará con una reserva de los suministros para reposición de los equipos defectuosos ó dañados, ya sea durante el transporte ó en el periodo de instalación que incluye la marcha en vacío. Esta reserva debe ser independiente del lote de refacciones contractuales y será a su cargo. Además esta reserva cubrirá las necesidades del mantenimiento contractual, alcance del Proveedor.

6.3.14.2. LOTE DE REFACCIONES.

El Licitante debe incluir en sus propuestas técnica y económica, el lote de refacciones que será del 5% del total de los suministros del sistema.

El Licitante dentro de su propuesta económica debe incluir una lista de materiales y equipo desglosada y completa con sus precios unitarios, que servirá para seleccionar posteriormente el lote de refacciones a suministrar hasta alcanzar el 5% previsto. La entrega física del lote de refacciones se hará a los almacenes a más tardar en la fecha de la recepción provisional.

Por otra parte, el Proveedor debe contar con otro lote de refacciones necesarias para poder dar cumplimiento con el periodo (24 meses) que dure la garantía, será su responsabilidad el mantenerlo durante este periodo, ya que no se le permitirá tomar refacciones del lote que suministrará al STC.

El Licitante debe entregar adjunto a su propuesta técnica, el documento que garantice la existencia de refacciones en el mercado, por un periodo mínimo de 10 años contados a partir de la entrega contractual del lote de refacciones.

El no entregar este documento con la propuesta, será motivo de descalificación.

6.3.14.2.1 REFACCIONES CONTRACTUALES.

El Proveedor suministrará un lote de refacciones contractual del 5% del importe de los suministros que permitirá cubrir las necesidades inmediatas de suministros de uso corriente y prever los plazos de suministro incompatibles con las obligaciones de operación.

Este lote contemplará, también los equipos completos o subconjuntos necesarios para el primer nivel de mantenimiento.

La lista de los equipos que conforman el lote de refacciones contractuales será propuesta por el Proveedor y conciliada para su aprobación con el STC, en base a su experiencia. Se incluirá todo lo necesario para la reproducción de los componentes que contienen en memoria los parámetros y/o el software de los equipos tanto fijos como embarcados. Se excluirán las partes mecánicas, mecano-soldadas, soporterías y los cables suministrables en México.

El STC indicará la fecha límite para aprobar esta lista, a fin que los equipos del lote de refacción puedan incorporarse en la fabricación de los otros equipos.

Sin embargo, si se constata una anomalía o se cambia un material de la lista durante el desarrollo del proyecto, se hará un ajuste de las refacciones conciliado con el STC, a lo constatado en el límite del costo contractual.

El lote de refacciones contractuales será entregado a más tardar al momento del inicio de la marcha en vacío.

6.3.14.3. PERENNIDAD DE LOS SUMINISTROS.

El Proveedor debe asegurar la existencia en el mercado de las piezas de refacción por un periodo no menor a 10 años a partir de la fecha de inicio de operación, suministrando además los catálogos de partes y la documentación suficiente para su fácil ubicación y adquisición.

Para los materiales que no fabrique el Proveedor, éste debe proporcionar al menos 2 referencias de fabricantes que los pueden suministrar, así como toda su información técnica y funcional.

6.3.15. HERRAMIENTAS, BANCOS DE PRUEBAS Y DISPOSITIVOS DE AYUDA AL MANTENIMIENTO.

El Proveedor debe suministrar:

- Todas las herramientas y accesorios nuevos necesarios para el mantenimiento del sistema así como las utilizadas durante la puesta a punto del sistema.
- Todos los dispositivos de mantenimiento de sus equipos como son:
  - Un banco de pruebas que permita evaluar para cada equipo, módulo tarjeta electrónica su funcionamiento en condiciones normales de operación.
  - Simulador para facilitar y agilizar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo embarcado.
  - Dispositivo de ayuda al mantenimiento.
  - Los paquetes software con licencia de utilización y soportes para utilizarlo, así como el hardware necesario, que el proveedor debe proponer para aprobación del STC.

La lista de los equipos que conforman el lote de herramientas, bancos de prueba y dispositivo de ayuda al mantenimiento contractual será establecida por el Proveedor y conciliada con el STC, en base a su experiencia y deberá definir e incluir las funciones de los mismos.

Con el objeto de que el STC, pueda realizar el mantenimiento hasta el tercer nivel con total independencia del contratista.

El Proveedor indicará la fecha límite para aprobar esta lista, a fin que los equipos del lote de herramientas y bancos de pruebas puedan incorporarse en la fabricación de los otros equipos.

6.3.16. MANTENIMIENTO CONTRACTUAL (COMO PARTE DEL ALCANCE DE LA GARANTÍA).

El Proveedor dará el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos y/o sistemas, objeto del contrato durante el periodo de la garantía; sin causar un costo adicional al STC, y el lote de refacciones contractual no debe ser utilizado para este fin, por lo que el lote de refacciones contractual debe ser entregado íntegramente al STC al término de la garantía.

a) Incluye:

El Proveedor es totalmente responsable de la custodia del total de los suministros desde la instalación hasta la puesta en servicio al público.

Mano de obra, materiales, refacciones herramientas y lubricantes necesarios para mantener en buenas condiciones de operación el equipo o sistema motivo de este suministro.

Limpieza y retiro de materiales sobrantes y de desecho producto de este servicio de mantenimiento.

Coordinarse con el STC y otros proveedores para no interferir con otros trabajos.

Realización de la estadística de las intervenciones realizadas en este periodo que sirvan para programar el mantenimiento que lleve a cabo el operador.

Realización del reporte técnico de las intervenciones efectuadas.

b) No incluye:

Reparación, mano de obra y suministro por fallas no imputables al equipo o sistema suministrado, esta reparación se hará en común acuerdo Proveedor - STC. Sin embargo, es obligación del proveedor prestar la asesoría o asistencia técnica necesaria para determinar las causas que provocaron la falla y la forma de corregirlo.

6.3.16.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DURANTE LA GARANTÍA, A PARTIR DE LA PUESTA EN SERVICIO CON PASAJEROS.

a) Anterior (a cargo del contratista).

b) Mantenimiento preventivo:

- El mantenimiento preventivo consistirá a título indicativo y no limitativo, en dar limpieza, lubricar y realizar los ajustes o acciones necesarias a los equipos suministrados, con el propósito de reducir y prevenir las posibilidades de falla de un equipo, ajustándose al tiempo que se le asigne de acuerdo a las necesidades de servicio del STC.

- Se llevará a cabo conforme a las recomendaciones de los manuales de mantenimiento aprobados por el STC y de acuerdo a los programas conciliados previamente.

- Las actividades serán realizadas con la herramienta, materiales, refacciones y lubricantes propios del Proveedor, incluyendo la mano de obra.

- Al final de cada intervención, los equipos y/o sistemas deben quedar en óptimas condiciones de operación, además de dejar el lugar de trabajo limpio y libre de materiales sobrantes o de desecho.

- Sí por alguna razón se tuviese la necesidad de retirar algún componente del equipo y/o sistema, como parte de este servicio o para realizar su mantenimiento en un lugar diferente al que se encuentra instalado, será responsabilidad del Proveedor el retiro, transporte y reinstalación de dicho componente; todo esto sin poner en riesgo la operación del equipo y/o sistema.

- El Proveedor debe establecer una bitácora para el registro detallado de todas sus intervenciones; entregándolo mensualmente al STC.

c) Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo a cargo del Proveedor consistirá en la reparación de todas las fallas del equipo y/o sistema, para su correcto funcionamiento. Para cumplir con lo anterior, el Proveedor debe contar con los recursos materiales y humanos necesarios para que en este periodo se tenga disponibilidad para atender las fallas presentadas en cualquier día y hora de la semana.

Para garantizar la eficiencia, de estos trabajos el personal del Proveedor responsable del mantenimiento, debe proporcionar la forma de comunicación rápida y directa con él, para la atención de las averías que puedan ocurrir, con el objeto de facilitar su localización.

El seguimiento de lo anterior, será de la siguiente manera:

Al presentarse la falla en uno de los equipos del sistema suministrado, el encargado del mantenimiento de los equipos y/o sistema por parte del S.T.C., se comunicará vía telefónica con la persona responsable del

mantenimiento en la Ciudad de México, describiéndole a éste, las características de la falla con el propósito de que las personas que atenderán éstas, lleven consigo las refacciones y herramientas necesarias para disminuir el tiempo de reparación del equipo. El tiempo máximo en que la persona responsable debe presentarse en el lugar del equipo en falla, será de 30 minutos después de haber recibido el reporte; por lo que debe contar con las oficinas y/o instalaciones requeridas en la Ciudad de México o área metropolitana, para cumplir con el tiempo antes mencionado y debe estar disponible durante y fuera de las horas de servicio del STC.

Cada cuadrilla de intervención será formada por las personas requeridas. Los trabajos en las instalaciones del STC se realizarán bajo la reglamentación en vigor del S.T.C. Ninguna reclamación del proveedor para tal concepto será considerada.

Al término de cada mantenimiento, el proveedor debe dejar el lugar de trabajo limpio y libre de materiales sobrantes y de desecho.

El Proveedor debe establecer una bitácora para el registro de todas sus intervenciones, tanto de mantenimiento preventivo como correctivo.

Presentará un informe mensual de sus actividades para la aprobación del S.T.C. donde se mencionarán de manera explícita:

- Las actividades de mantenimiento correctivo realizadas en el mes.
- Las intervenciones de mantenimiento correctivo realizadas detallando:
  - Las fallas atendidas con causa identificadas.
  - Las fallas atendidas sin causa identificada.
  - Los resultados de disponibilidad operacional de los equipos y de sus diferentes elementos.

Durante este periodo de mantenimiento correctivo, cuando el Proveedor tenga que intervenir los equipos, estará obligado a explicar de manera detallada por escrito, indicando claramente las causas y la resolución de las fallas que se presentan.

6.3.17. GARANTÍA.

El Proveedor es responsable de garantizar y mantener el buen funcionamiento del equipo o sistema suministrado durante el plazo que se menciona a continuación.

6.3.17.1. CONDICIONES DE LA GARANTÍA.

Los equipos del sistema tendrán una garantía general de veinticuatro (24) meses, a partir de la puesta en servicio de la Línea con pasajeros. La recepción provisional de los equipos o grupo de equipos suministrados por el proveedor será realizada hasta la puesta en servicio con pasajeros. Al término de la garantía se llevará a cabo la recepción definitiva, siempre y cuando se cumplan con los niveles de fiabilidad del sistema en su conjunto y no existan puntos bajo reserva.

El periodo de garantía se terminará cuando se cumpla con los 24 meses después de la puesta en servicio siempre y cuando se cumpla con los niveles de fiabilidad y disponibilidad establecidos en la presente especificación. A partir del cumplimiento de las condiciones mencionadas y término de la garantía iniciará un período, adicional de asistencia técnica de 12 meses.

Para los equipos que no se instalen la garantía será de treinta (30) meses contados a partir de la recepción en los almacenes del STC.

Durante este periodo, es obligación del Proveedor efectuar todos los trabajos y suministros requeridos por un vicio de material, de construcción, de funcionamiento o de concepción que ocasione una alteración de las características iniciales, tal como:

- El desmontaje y reemplazo de los equipos afectados.
- El montaje del equipo nuevo.
- Los estudios y todos los documentos y/o modificación de documentos.
- Las modificaciones tanto en planta como en sitio.
- Las pruebas, y los medios necesarios.
- Transporte, almacenaje y embalaje.

La reposición de cualquier elemento debe ser por otro igual, no aceptándose jamás un equivalente. La garantía para los materiales que hayan sido reemplazados se extenderá por un nuevo periodo de veinticuatro (24) meses.

En el caso en que, a pesar de las intervenciones, el funcionamiento de un aparato, subconjunto ó dispositivo continué resultando defectuoso debido a un vicio de concepción, de material o de montaje de algunos de sus elementos ó componentes, el Proveedor estará obligado a reemplazar, por su cuenta, no solamente el elemento implicado, si no la totalidad de los elementos del mismo tipo que equipan cada aparato, subconjunto ó dispositivo, por elementos de un modelo ó serie diferente y equivalente sometido a la previa aceptación del STC.

El Proveedor debe resolver una falla reportada lo más pronto posible según la importancia de la misma, respetando la disponibilidad establecida en esta especificación y para casos especiales que implique mayor tiempo será acordado con el STC.

Todo perjuicio debido a una falla del equipo en garantía será responsabilidad del Proveedor y el STC se reserva el derecho de sancionarlo.

6.3.17.2. PROLONGACIÓN DE LA GARANTÍA.

En el caso que el Proveedor no respete la condiciones indicadas en el párrafo 6.3.17.1. o si los puntos bajo reserva emitidos en la recepción provisional no se resuelvan, así como la fiabilidad y disponibilidad indicada en esta especificación no se cumplan dentro de los plazos indicados, en el acta de recepción correspondiente, los plazos de la garantía del sistema se prolongarán automáticamente en un plazo equivalente.

Durante el periodo de garantía, se procederá al registro de las fallas del sistema ocasionadas por sus propios equipos de tal manera que se pueda medir la disponibilidad de cada una de las funciones cuya disponibilidad mínima es especificada en el presente documento. Se procederá a una evaluación mensual y si los resultados no satisfacen los criterios especificados, el periodo de garantía será prolongado en número de meses correspondiente a lo necesario para lograr el cumplimiento de dichos criterios.

Los derechos eventuales de patente o cualquier otro derecho de exclusividad, que pudieran presentarse serán a cargo del Proveedor, quien garantizará al STC la impunidad total contra cualquier reclamación referente a ésta.

6.3.17.3. CONDICIONES PARTICULARES

El plazo de la garantía de las baterías será de dos (2) años a partir de la puesta en operación de la Línea con servicio a los usuarios..

6.3.17.4. VICIOS OCULTOS.

Se clasifican como "vicios ocultos" los defectos que repetitivamente aparezcan o se detecten en los equipos o componentes después de las revisiones señaladas en los manuales de mantenimiento.

Estos defectos para ser considerados como "vicios ocultos", deben ser originados por causas imputables al diseño a la fabricación y no serán considerados como tales los que hayan llegado al final de su vida útil;

así como tampoco aquellos que se deriven por operación incorrecta o por falta de mantenimiento de los equipos y/o componentes.

Si después del plazo contractual de la garantía, se encuentra una "vicio oculto" que afecta a la seguridad, a la fiabilidad y/o a la disponibilidad de los equipos, el Proveedor será responsable enteramente de todos los perjuicios que resulten de este problema.

6.3.18. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva del sistema será pronunciada al término del periodo de garantía general si todas las obligaciones correspondientes ya fueron cumplidas, y que todas las reservas emitidas en el acta de recepción provisional hayan sido resueltas a satisfacción del STC.

SUMARIO CAPÍTULO 6

6.1. Alcances del contrato.
6.2. Límite de prestaciones del contrato.
6.2.1. En local técnico y de operación.
6.2.2. En vía.
6.2.3. En material rodante.
6.2.4. Adecuaciones.
6.3. Desarrollo del proyecto.
6.3.1. Estudios.
6.3.1.1. Estudios generales.
6.3.1.2. Estudios de prototipo.
6.3.1.3. Estudios de adecuaciones.
6.3.2. Abastecimiento.
6.3.3. Fabricación e integración.
6.3.4. Recepción en fábrica.
6.3.4.1. Pruebas de recepción.
6.3.4.2. Acta de recepción.
6.3.4.3. Autorización de expedición.
6.3.5. Expedición y transporte.
6.3.6. Almacenaje.
6.3.7. Instalación.
6.3.8. Pruebas de recepción en sitio.
6.3.8.1. Generalidades.
6.3.8.2. Definición de las pruebas.
6.3.8.3. Pruebas de conformidad.
6.3.8.4. Pruebas estáticas.
6.3.8.5. Pruebas dinámicas.
6.3.9. Recepción provisional.
6.3.10. Periodo de observación (marcha en vacío).
6.3.11. Puesta en servicio comercial.
6.3.12. Documentación definitiva (tal y como queda instalado).
6.3.13. Capacitación.
6.3.14. Refacciones.
6.3.14.1. Periodo de instalación, pruebas y mantenimiento.
6.3.14.2. Lote de refacciones.
6.3.14.2.1 Refacciones contractuales.
6.3.14.3. Perennidad de los suministros.

6.3.15. Herramientas, bancos de pruebas y dispositivos de ayuda al mantenimiento.
6.3.16. Mantenimiento contractual (como parte del alcance de la garantía).
6.3.16.1. Mantenimiento preventivo y correctivo durante la garantía, a partir de la puesta en servicio con pasajeros.
6.3.17. Garantía.
6.3.17.1. Condiciones de la garantía.
6.3.17.2. Prolongación de la garantía.
6.3.17.3. Condiciones particulares
6.3.17.4. Vicios ocultos.
6.3.18. Recepción definitiva.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

CAPITULO 7 - CUESTIONARIO

CUESTIONARIO:

7.1 ¿Cuáles son los modos de conducción que permite su sistema?

7.2 ¿En su sistema, cómo se verifica y se controlan las condiciones de marcha en seguridad de los trenes?

7.3 ¿En PA o CMC, su sistema garantiza, en todo momento y en cualquier circunstancia la seguridad de los usuarios y a las instalaciones sin afectar las características operativas de la Línea 12?

7.4 ¿En marcha automática cual es el intervalo mínimo teórico y práctico que permite su sistema con 45 trenes en operación simultáneamente?

7.5 ¿Con qué tolerancia de distancia su sistema prohíbe que el tren se desplace con marcha atrás?

7.6 ¿Cuáles son las condiciones para tomar los modos de conducción PA o CMC, después de haber franqueado una señal alo alto por necesidades de operación?

7.7 ¿Cómo se efectúa el control de sobrevelocidad del tren, que equipos y con que tecnología intervienen para ello y como operan estos equipos en su sistema?

7.8 ¿En caso de rebasamiento de un punto de paro obligatorio, que tipo de frenado manda su sistema?

7.9 ¿Describa lo que ocurre cuando un tren circulando en conducción Automática o manual pierde la detección de transmisión continua?

7.10 ¿Describa lo que ocurre cuando un tren circulando en conducción automática o manual se aproxima y entra a una zona donde no existe transmisión continua?

7.11 ¿Antes de entrar en una zona sin transmisión continua en estación o interestación debido a una falla en la instalación fija donde y como se para el tren en modo automático?

7.12 ¿Bajo que circunstancias se podrán tomar cada uno de los modos de conducción?

7.13 ¿Cuál es el tiempo admisible de corte de la alimentación que no perturbe el correcto funcionamiento de los equipos fijos o embarcados y así mismo no afecte a la circulación de los trenes?

7.14 ¿Cómo se transmiten las informaciones de autorización de marcha, al tren en función del estado de la señalización?

7.14 ¿En caso de avería o de error humano en vías principales cuál es el rebasamiento máximo de un punto normal de paro en modo automático y manual que permite su sistema?

7.15 ¿En casos más críticos que rebasamiento reducido permite su sistema?

7.16 ¿En caso de avería o de error humano en vías secundarias cuál es el rebasamiento máximo de un punto normal de paro en modo automático y manual que permite su sistema?

7.17 ¿Su sistema propuesto garantiza en todo momento el no franqueamiento de señales al alto o puntos dónde el paro es obligatorio?

7.18 ¿En vías principales el modo manual puede activarse en cualquier punto de la Línea?

7.19 ¿Qué sucede si el tren se desplaza más allá de la zona de autorización de apertura de puertas?, Explique por favor

7.20 ¿En caso de la perdida de mandos en el tren, que tipo de marcha se emplea para traccionar al tren y poderlo llevar a una zona de seguridad?

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 1 - PRESCRIPCIONES PARA LA CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD QUE NO UTILIZAN SOFTWARE

AP.1. GENERALIDADES.

Este documento complementa al Capitulo 4 - Requisitos del sistema e incluye por lo tanto los requisitos de sus párrafos

AP.1.1. GENERALIDADES, NORMAS Y ESTÁNDARES.

De la concepción y la realización del equipamiento del sistema de modos de conducción que desempeña funciones de seguridad sin utilizar software.

Se aplicará a los equipos o partes de equipos (tarjetas por ejemplo) nuevos, que no hayan sido utilizados y aprobados en otro sistema de transporte, y se desarrollen específicamente para el STC de México.

El Proveedor deberá poder demostrar al STC que ha seguido todo el procedimiento descrito a continuación y entregará cada uno de los expedientes que corresponden a las fases de desarrollo del estudio. El STC examinará entonces, los elementos que le hayan sido sometidos a revisión, recurriendo, si es necesario a la asistencia de un consultor.

AP.1.2. MAQUETA.

Por maqueta se entiende la realización del módulo con su esquema eléctrico real pero considerando procedimientos de fabricación experimentales.

El Proveedor realizará, en una primera etapa, una maqueta del módulo (equipo, tarjeta, etc.). La realización de esta maqueta será acompañada de la elaboración de su expediente funcional, del manual de utilización con los esquemas eléctricos, de los expedientes de fiabilidad, de seguridad, de mantenimiento y de una ficha de seguimiento.

AP.1.3. EXAMEN DE LOS EXPEDIENTES Y DE LA MAQUETA.

Este examen comprenderá los puntos desarrollados a continuación y deberá ser realizado por el grupo de seguridad del Proveedor.

AP.1.3.1. VERIFICACIÓN DE LOS ESQUEMAS Y DEL MANUAL DE UTILIZACIÓN.

El grupo de seguridad del Proveedor realizará un examen crítico de los esquemas funcionales, eléctricos, del sinóptico y del manual de utilización, vigilando que se respeten las condiciones de seguridad. Verificará el sinóptico en funciones de seguridad y en las que no son de seguridad.

AP.1.3.2. VERIFICACIÓN DE LOS EXPEDIENTES DE FIABILIDAD Y DE MANTENIMIENTO.

Estos expedientes son objeto de análisis. En particular, el grupo de seguridad del Proveedor verificará todas las hipótesis de falla conocidas y las medidas preventivas necesarias.
También verificará que los resultados previstos están de acuerdo con los objetivos definidos en el contrato.

AP.1.3.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD DE LA MAQUETA.

Considerando la clasificación de los equipos en la categoría de "seguridad", el grupo de seguridad del Proveedor realizará diferentes pruebas sobre la maqueta, basadas en el expediente de seguridad y verificará que ésta cumple las exigencias de seguridad en todas las condiciones de entorno especificadas.

El estudio de los circuitos de seguridad intrínseca se basa en un cierto número de hipótesis que consideran posible la alteración de los componentes, este término se utiliza en el sentido más amplio.

El Proveedor tomará todas las disposiciones necesarias para que ninguna situación peligrosa se produzca durante y después de un periodo de almacenamiento (sin posibilidad de detección de falla) de los equipos, circuitos, componentes o materiales empleados en la fabricación del sistema o subsistemas considerados en la presente especificación.

AP.1.3.4. VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO GLOBAL DE LA MAQUETA.

El STC podrá participar, con el Proveedor, en la preparación de los ensayos y en los ensayos mismos de la maqueta.

Esta verificación, realizada por el grupo de seguridad del Proveedor, comprende los parámetros de alimentación de energía de entrada (tensión, variación de resistencia interna, debido a los acoplamientos imprevistos entre circuitos), y de los parámetros de salida (carga).

AP.1.3.5. ENSAYOS DE TEMPERATURA DE LA MAQUETA.

Las pruebas de la maqueta se realizan como se indica en el párrafo 2 Condiciones de entorno del documento Apéndice 3 - Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos con las condiciones de temperatura prescritas en esta especificación.

AP.1.3.6. CONSIGNACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL EXAMEN DE LA MAQUETA.

El grupo de seguridad del Proveedor registrará los resultados de los exámenes de los diferentes expedientes, de los esquemas y de las pruebas de la maqueta. La existencia de una observación obliga al Proveedor a revisar su estudio en lo concerniente a las observaciones mencionadas.

El informe de estos resultados es transmitido al STC quien realizará sus observaciones o aprobación según corresponda.

AP.1.4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO.

AP.1.4.1. PREPARACIÓN DEL EXPEDIENTE DE DESARROLLO.

Una vez que la maqueta haya sido considerada como satisfactoria, el Proveedor debe preparar, en segunda fase, el expediente de desarrollo para el equipo representado por la maqueta.

Este expediente comprende en particular:

- El esquema eléctrico del dispositivo, asociado a un documento que detalla las características de los componentes (valores, identificaciones).
- El esquema eléctrico del dispositivo en que los componentes están referenciados según una numeración relativa a una nomenclatura.
- Una nomenclatura de todos los componentes, que comprende en particular:
  - Todas las características mecánicas y eléctricas de los componentes (documento UTE C 90-510 U tomado como referencia).
  - Las referencias normalizadas de estos componentes (identificación de los fabricantes y referencias).
  - Los detalles correspondientes a los componentes de fabricación específica.
- Un plano de los circuitos impresos; si el prototipo utiliza circuitos impresos multicapas, el plano indicará los diseños de cada circuito superpuesto, ya que la distinción de los diferentes circuitos se realiza mediante un procedimiento gráfico apropiado.

- Un plano de implantación de los componentes en el circuito impreso.
- Un plano de perforación de los circuitos impresos.
- Una nota que describe los procedimientos de ensamblaje y de soldadura de los componentes en el circuito impreso (cuando se utilicen procedimientos específicos).
- Los planos de los diversos componentes mecánicos específicos al prototipo (ensamblado y no ensamblado) y, si es necesario, una nota que explique las características y la fabricación de los materiales utilizados (plástico, etc...).
- Una ficha de información individual relativa a ciertos componentes específicos (bobina, transformador, etc...), con sus características.
- Los planos o esquemas que indican claramente la posición, en el espacio, de los diversos elementos, así como los modos de ventilación utilizados (natural o forzada) para los conjuntos y subconjuntos.
- Los planos de cableados de los conjuntos y de los subconjuntos.

En el caso en que, durante el periodo de garantía, el suministro de un componente utilizado (o su equivalente) corriera el peligro de desaparecer debido a una obsolescencia o un fin de fabricación, el Proveedor deberá informar sobre el particular al STC tan pronto tenga conocimiento y proponer, si es posible, una solución alternativa para reemplazar este componente.

AP.1.4.2. APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE DE DESARROLLO.

El grupo de seguridad del Proveedor examinará el expediente y en particular los puntos siguientes:

- Los planos del circuito impreso (conformidad con las reglas estipuladas en el documento Apéndice 3 - Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos, como el espacio entre dos componentes, la proximidad de las pistas,...),
- La elección de los componentes,
- Las cualidades y propiedades de los diversos materiales propuestos,
- Los procesos de fabricación y los procedimientos propuestos por el Proveedor,
- Los ensamblajes mecánicos.

Se envía el expediente de desarrollo al STC, a más tardar treinta (30) días después de finalizar su revisión por el grupo de seguridad.

AP.1.4.3. CONSIGNACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL EXAMEN DEL EXPEDIENTE DE DESARROLLO.

El grupo de seguridad del Proveedor registra los resultados del examen del expediente de desarrollo. La existencia de una observación obliga el Proveedor a revisar su estudio en lo concerniente a las observaciones mencionadas.

El informe de estos resultados deberá entregarse al STC quien se reserva el derecho de emitir sus observaciones, tan pronto considere que la cantidad de observaciones es suficiente para afectar profundamente el estudio en curso.

En esta fase del estudio, el STC puede solicitar que el Proveedor actualice los expedientes de seguridad de fiabilidad y de facilidad de mantenimiento.

AP.1.4.4. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO.

prototipo construido de acuerdo con las prescripciones del expediente de desarrollo.

Este prototipo es suministrado al STC con el expediente de desarrollo aprobado por el grupo de seguridad del Proveedor. El prototipo es suministrado en perfecto estado de funcionamiento.

El STC podrá participar en la preparación de los ensayos y en los ensayos mismos del prototipo por el Proveedor.

El STC se reserva el derecho de hacer o mandar hacer pruebas adicionales en el prototipo con la asistencia de un asesor. Dichas pruebas se efectuarán en presencia de representantes del Proveedor, la mano de obra y los equipos de prueba serán a cargo del Proveedor.

AP.1.4.5. ENSAYOS DEL PROTOTIPO.

El prototipo es objeto de las pruebas siguientes:

- Pruebas de funcionamiento en las condiciones especificadas.

- Ensayos en temperatura según las prescripciones del párrafo 2 Condiciones de entorno del documento Apéndice 3 - Reglas tecnológicas para la concepción y la realización de equipos.
- Ensayos térmicos, con la producción de un mapa térmico que indique los puntos de mayor calentamiento.
- Las pruebas de falla a los componentes más críticos realizadas durante el estudio de la maqueta que se repiten.
- Ensayos en entornos específicos también podrán ser realizados (humedad, vibración, etc...).

Además, tratándose de equipos de seguridad, se realizan las siguientes pruebas:

- Verificaciones de los efectos de corrientes de fuga resistiva y de cortocircuitos entre los conductores adyacentes.
- Estudio de los efectos de falsas capacidades entre los conductores adyacentes.

Este estudio se realiza insertando un condensador, cuya capacidad puede alcanzar 100pf, entre los conductores.

Si aparecen problemas durante estos ensayos del prototipo, el Proveedor debe consignarlos y proponer una solución para remediarlos. Esta puede conducir a la proposición de un segundo prototipo o a reconsiderar completamente su equipo.

AP.1.4.6. CONSIGNACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL EXAMEN DEL PROTOTIPO.

El grupo de seguridad del Proveedor registra los resultados de las pruebas y exámenes del prototipo.

La presencia de una observación obliga el Proveedor a revisar su estudio en lo concerniente a las observaciones mencionadas.

El informe de estos resultados es transmitido al STC quien transmite sus observaciones o aprobación según corresponda.

Toda la documentación correspondiente es conservada por el STC como referencia.
El prototipo debe ser conservado por el Proveedor en el estado en que fue aprobado por el Grupo de seguridad por lo menos hasta la aprobación del primer lote de la fabricación en serie.

AP.1.4.7. INSTALACIÓN DEL PROTOTIPO.

En ciertos casos, en particular cuando el prototipo estudiado forma parte de un sistema, el STC puede considerar necesario efectuar ensayos del prototipo instalado.

La instalación del prototipo en el sitio supone que los diferentes equipos que forman el sistema están también instalados.

Las conclusiones de los estudios del prototipo descritos en el párrafo 4.6, se considerarán provisionales hasta tener el resultado de las pruebas en el sitio.

La aprobación final del prototipo estará garantizada por la completa satisfacción de los ensayos efectuados en el sistema. El cableado entre los diversos elementos de la instalación del prototipo y la conformidad de su realización se examinan. Los resultados de las pruebas efectuadas en la instalación del prototipo se comunican al Proveedor.

El documento de aprobación es realizado por el Proveedor durante el estudio de las instalaciones del prototipo y el STC lo revisará para emitir su aceptación.

AP.1.4.8. APROBACIÓN PROVISIONAL DE LOS ESTÁNDARES.

Una vez terminado el examen del prototipo y si los resultados se consideran satisfactorios, el STC realizará la recepción provisional del prototipo.

Esta aprobación de los estándares se hará conforme a las características eléctricas del equipo en funcionamiento normal, al aspecto del prototipo, a la calidad de fabricación y a las características mecánicas.

También, si el STC lo considera necesario, puede estipular otras pruebas mecánicas, climáticas, etc..., a realizar en el equipo o en una parte de éste.

Esta recepción provisional de los estándares incluye las estipulaciones de las condiciones técnicas aplicables a la utilización de un banco de pruebas por parte del Proveedor, así como el procedimiento de recepción.

AP.1.4.9. PRESENTACIÓN DEL EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN - HOMOLOGACIÓN PROVISIONAL.

AP.1.4.9.1. PREPARACIÓN DEL EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN.

Cuando el STC ha aprobado provisionalmente el prototipo, el Proveedor debe preparar el expediente de fabricación.

Este expediente comprende todos los documentos solicitados en el expediente de desarrollo, así como los diseños de todas las partes mecánicas especiales y de todos los diseños de ensamblaje.

AP.1.4.9.2. ENTREGA DEL EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN.

El Proveedor entregará el expediente de fabricación al STC.

Este lo examina y en particular se cerciora:

- De la perfecta armonía de los diseños y esquemas con el prototipo aprobado que constituye la referencia.
- De las listas de los componentes definidas en los expedientes de desarrollo, y las posibles modificaciones tomadas en cuenta en los catálogos de componentes de los proveedores.
- De las interfaces entre los diferentes equipos cuando estos constituyen una parte de un sistema que entra en la instalación del prototipo.
- De los dispositivos mecánicos y su ensamblaje.

AP.1.4.9.3. RESULTADOS DEL EXAMEN DEL EXPEDIENTE DE FABRICACIÓN.

Una vez terminado el examen y aportadas las correcciones por parte del Proveedor, el STC aprobará el expediente de fabricación. El STC puede pronunciar la homologación provisional cuando las verificaciones y todas las pruebas detalladas anteriormente son consideradas satisfactorias.

AP.1.5. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE LOS EQUIPOS.

AP.1.5.1. PRIMER LOTE DE LA FABRICACIÓN.

AP.1.5.1.1. INICIO DE FABRICACIÓN.

La fabricación de los equipos comienza cuando el procedimiento de homologación provisional es aceptado.

El Proveedor puede empezar toda o parte de la fabricación de los equipos antes del fin del proceso de homologación provisional, pero en este caso él asume la totalidad de los riesgos y gastos que puedan resultar de las observaciones y/o pedidos de modificación del expediente de fabricación por parte del STC. Lo anterior puede tener como consecuencia la refabricación de equipos y/o partes que por no haber recibido la homologación provisional del STC.

La fabricación debe estar estrictamente en conformidad con el prototipo.
Toda modificación con respecto al prototipo puede ocasionar la anulación de la homologación provisional.

AP.1.5.1.2. EXAMEN DE UN ELEMENTO DEL PRIMER LOTE DE LA FABRICACIÓN.

Los elementos de este primer lote estarán controlados por el STC con el prototipo homologado provisionalmente.

Si están de conformidad, se acepta la prefabricación, con la estricta aplicación de los estándares que han sido aprobados provisionalmente. La aprobación de los dispositivos del primer lote de la fabricación se realiza con el banco de pruebas definido anteriormente y aprobado por el STC.

AP.1.5.1.3. APROBACIÓN DE LOS ESTÁNDARES.

Después de la aprobación de los elementos de este primer lote, las características de los equipos se examinan y los estándares aprobados provisionalmente se revisan nuevamente.
Estos estándares se aplican inmediatamente a los equipos del primer lote y entran en la elaboración del documento de aprobación de este.

AP.1.5.2. CONDICIONES DE FABRICACIÓN DE UN EQUIPO DE SERIE.

AP.1.5.2.1. DEFINICIÓN DEL EQUIPO – ACEPTACIÓN.

El equipo fabricado en serie se identifica con el equipo del primer lote de la fabricación aprobado por el STC. El STC aprueba la fabricación en serie de acuerdo con los estándares que han sido aprobados, utilizando el banco de pruebas aprobado que ha sido utilizado para el primer lote de la fabricación.

Las operaciones de recepción se deben realizar con la presencia sistemática de un representante del STC. La recepción de cada equipo se traduce por el suministro de un acta de recepción firmada por el representante del STC encargado de la recepción. El inscribe entonces una marca específica e indeleble sobre el equipo recepcionado. El Proveedor puede, si lo desea, efectuar una contramarca.

AP.1.5.2.2. CONTROL DE FABRICACIÓN.

El control durante la fabricación y recepción de los equipos pueden realizarse según las prescripciones que rigen el Control de Calidad enumeradas en el Capitulo 5 - Seguimiento del proyecto; Párrafo 4. Aseguramiento de la Calidad.

El Proveedor someterá al STC un formato de seguimiento de fabricación que será utilizado para efectuar el seguimiento de la fabricación de los equipos.

Este documento es utilizado para los equipos fabricados por el Proveedor y eventualmente sus subcontratistas.

AP.1.5.3. HOMOLOGACIÓN FINAL - APROBACIÓN FINAL.

Durante el periodo de garantía, el STC se cerciorará que los equipos cumplan efectivamente los objetivos de fiabilidad, de seguridad, de facilidad de mantenimiento y de disponibilidad estipulados en las especificaciones funcionales y técnicas. El STC basará su estudio en la operación y el mantenimiento del sistema, los informes de incidentes y otros documentos que le hayan sido comunicados durante el periodo de garantía.

La recepción final de las instalaciones y la homologación final de los equipos es acordada si los resultados son satisfactorios y no hay nada que lo impida.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 2 - PRESCRIPCIONES PARA LA CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD QUE UTILIZAN SOFTWARE PARA FUNCIONES DE SEGURIDAD

	GERENCIA DE OBRAS Y MANTENIMIENTO. **TITULO:** ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático) DE LA LÍNEA 12		COMINSA
	No. DE ESPECIFICACIÓN: 08-CMI-IEE-00-612000-III-08-1868-E	**MOD.** 0	**HOJA:** 189 / 276
Vo. Bo. S.T.C	**ELABORÓ: (COMINSA)**	**REVISO:(COMINSA)**	**APROBO:(COMINSA)**
ING. LUIS GARCÍA ÁVILA	ING. JOSÉ ANTONIO ZAMORA DÍAZ	ING. PABLO HARO TREJO	ING. FILIBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

AP.2.1. INTRODUCCIÓN.

Este documento complementa el Capítulo 4 - Requisitos del sistema e incluye por lo tanto los requisitos de sus párrafos 1. Generalidades y 2. Normas y estándares.

AP.2.1.1. OBJETIVOS Y CONDICIONES DE LA APLICACIÓN DE ESTE DOCUMENTO.

Las normas NF F 71-011, NF F 71-012 y NF F 71-013 definen los principios de desarrollo, de realización y de mantenimiento; también enuncian las reglas a seguir durante las fases de especificación, de concepción y de validación del software utilizados en los sistemas en que aparecen las funciones de seguridad.

Estas normas o su equivalente se deben utilizar para el estudio, la realización y la entrega al STC del software vinculado con la seguridad de la explotación ferroviaria.

Sin embargo, se ha considerado necesario completar o precisar por medio del presente documento, la lista mínima de los productos a suministrar para que se:

Disponga de todos los elementos necesarios para el conocimiento y el dominio completo de los productos software (documentación, útiles,...)

Elaboren y ejecuten todos los controles y pruebas que considere necesarios para tener la convicción que los productos software:

- Satisfacen plenamente las necesidades expresadas por el operador, dentro del respeto de la especificación funcional del sistema
- Están libres de comportamientos anormales.

Este documento aborda las fases sucesivas del "ciclo de vida" del software y las condiciones de inicialización y de encadenamiento de éstos (diagrama de Mac Cabb).

Con anterioridad a los trabajos descritos en este documento, se habrá realizado por el Proveedor una especificación funcional usuario. La misma comprenderá al menos:

Una especificación en español
Una especificación en lenguaje ASA (o equivalente) y su documento de acompañamiento

Esta especificación clasifica las funciones en tres clases:

a) Función crítica de seguridad:
Las funciones de esta clase tienen efecto en la seguridad de las personas y/o de los bienes.

b) Función crítica que no es de seguridad:

Esta clase comprende las funciones de las que un mal funcionamiento tendría consecuencias sobre la capacidad del sistema para asegurar la función transporte, sin que no obstante, comprometa la seguridad.

c) Función no crítica:
Esta clase agrupa todas las funciones que no pertenecen a ninguna de las dos clases precedentes.

En la continuación del texto, se hará referencia a la reunión de las dos clases "a" y "b" bajo la denominación de funciones críticas.

AP.2.1.2. FILOSOFÍA DE DESARROLLO.

La complejidad creciente de las funciones aseguradas por los sistemas informatizados los hace cada vez, más difíciles de dominar. Paralelamente, la introducción, entre las funciones que les son confiadas, de funciones críticas para la seguridad de las personas y de los equipos, así como de las funciones vitales para la explotación, hace imperativa la necesidad de garantizar un muy alto nivel de confianza en su realización.

Para obtener esta confianza, es necesario que el sistema pueda ser validado y mantenido.

Validado: significa que las personas que no hayan participado en el desarrollo puedan adquirir una confianza suficiente en el sistema para garantizar su buen funcionamiento, cualesquiera que sean las condiciones del medio ambiente.

Mantenido: significa que las personas que no hayan participado en el desarrollo puedan modificar las funcionalidades del sistema, sabiendo exactamente donde y como realizar esta modificación, dominando suficientemente el impacto de ésta para continuar garantizando el buen funcionamiento del sistema después de su intervención, cualesquiera que sean las condiciones del medio ambiente,

Que una validación de esta modificación sea factible.

Dada la complejidad de tales sistemas, es impensable prever una campaña de ensayos exhaustivos que permita observar el comportamiento correcto del producto acabado. Sólo una construcción rigurosa donde

las funciones están claramente separadas y son tan independiente como ello sea posible, permite prever validación y mantenimiento, de manera responsable. La validación se hará módulo por módulo antes de la integración del sistema.

Para adquirir esta confianza el STC, se basará en una elaboración rigurosa de la especificación, una validación de ésta y pruebas funcionales del producto acabado, donde cada función será estudiada por separado, de ahí la obligación de concebir un software que se pueda probar.

Esta factibilidad de las pruebas sólo se podrá obtener si, desde la especificación, el Proveedor mantiene en su mente el objetivo final y en consecuencia:

- Respeta estrictamente las reglas de encapsulación y de independencia entre funciones.
- Prevé las pruebas antes de realizar la integración.
- Crea puntos de medición software.
- Realiza una documentación de muy alta calidad, es decir, entre otros:
  - Estrictamente jerarquizada.
  - Que permita al lector comprender el "por qué" de las elecciones.
  - Que sea legible y asimilable.
  - Completa y exacta.
- Realiza un entorno de prueba ergonómico.

Las calidades que acabamos de citar a propósito del carácter de prueba son vitales para el mantenimiento. Para este último, además será necesario prever una herramienta que permita:

- La no regresión de las pruebas de validación.
- La creación, la validación y el control de coherencia de los archivos utilizados por el sistema (parámetros de explotación, descripción de la geografía de la Línea, descripción del material rodante, etc.).

Diagrama de Mac Cabb

Necesidades usuarios — Operación Mantenimiento

Especificaciones funcionales usuarios — Ensayos del sistema Recepción

Especificaciones funcionales Proveedor Concepción	general	Ensayos funcionales preliminar
Concepción general		Pruebas globales
Concepción detallada		Pruebas de integración
Expedientes de programación		Pruebas unitarias
Codificación		

Dominio de aplicación de este documento en el diagrama de Mac Cabb

A.P.2.1.3. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.

El STC exige del Proveedor (y de sus subcontratistas) el establecimiento de tres equipos:

a) Un equipo de realización, cuya función será especificar, realizar, elaborar y documentar el sistema que es objeto de esta especificación.

b) Un equipo de validación, cuya función será garantizar el buen funcionamiento y eventualmente la seguridad del funcionamiento del sistema desarrollado por el equipo precedente.

c) Un equipo de control de calidad, cuya función será controlar el carácter completo, la conformidad a las normas y el respeto de la planificación prevista de la producción de los equipos precedentes, asegurar la difusión y la toma en cuenta de esta producción y administrar la configuración y la documentación. Ningún documento o producto deberá considerarse como válido sin el visto bueno de este equipo.

Estos tres equipos serán diferentes y no deberá producirse transferencia de personal entre los equipos.

El Proveedor velará porque los miembros de los tres equipos sean jerárquicamente independientes.

Para asegurar el respeto de esta exigencia, el STC requiere conocer el organigrama nominativo de los participantes al proyecto, así como todo cambio que fuera aportado.

En la lista mínima de los productos a suministrar, la repartición, entre los suministros que proceden del equipo de realización y aquéllos que emanan de los equipos de validación y de control de calidad, es impuesta por el STC.

De forma general, ningún suministro será entregado oficialmente al STC, sin que éste haya sido, previamente, controlado y aprobado por el equipo de control de calidad.

AP.2.2. DEFINICIÓN DE LAS FASES Y CONSISTENCIA DEL SUMINISTRO.

AP.2.2.1. INTRODUCCIÓN Y TERMINOLOGÍA.

Desde el punto de vista de control de la calidad, el suministro se divide en tres categorías:

El software que cumple con las funciones críticas de seguridad, así como las utilerías que condicionan directamente su producción

El software, que cumple las funciones críticas de no seguridad, así como las utilerías que condicionan directamente su producción

El software que cumple las funciones no críticas, así como el software diversos que calificaremos de utilitarios (entrada de los archivos de datos, gestión de los simuladores de entorno, software utilizados para la calificación del software objeto del contrato).

La clasificación entre software que cumplen una función crítica de seguridad, crítica no de seguridad y, software que no cumplen una función crítica emanará de la clasificación de las funciones impuestas por la especificación usuario. La misma deberá ser justificada.

Para cada una de estas categorías, distinguiremos las fases siguientes:

1. Fase de concepción general preliminar.
2. Fase de concepción general.
3. Fase de concepción detallada y expedientes de programación.
4. Expedientes de codificación y pruebas unitarias.
5. Expedientes de integración y pruebas globales.
6. Expedientes de prueba funcionales.

Durante la fase de concepción general preliminar, el Proveedor repartirá las funciones entre las tres categorías críticas de seguridad, críticas no de seguridad y no críticas, de conformidad a la especificación usuario. Entre otros se apoyará en un análisis preliminar de los riesgos (APR) y sobre el análisis de seguridad del sistema que comprende un análisis de los modos de falla, de sus efectos y de su carácter crítico (AMDEC). La distinción entre software críticos de seguridad, críticos no de seguridad y no críticos sólo se realizará a partir de la fase de concepción general. Esta distinción se basará en el análisis de seguridad de los subsistemas que comprenden un AMDEC por subsistemas. Entonces el Proveedor deberá aportar la prueba de la independencia de las funciones críticas de seguridad respecto a las funciones que no son de seguridad y la independencia de las funciones críticas no de seguridad respecto a las funciones no críticas.

Los documentos que atañen la seguridad de funcionamiento (APR, AMDEC) no son objeto del presente texto.

La metodología de concepción y la filosofía de los controles solicitados son los mismos para todo el software.

Entre las tres categorías de software, la distinción abarca, principalmente, el esfuerzo dedicado a la realización y al control, que debe ser proporcional al objetivo de calidad, ya que el objetivo al que se apunta es obtener una calidad homogénea para el conjunto del proyecto que permita garantizar:

Para las dos primeras categorías, la seguridad que es altamente improbable que una anomalía que conduzca a una situación crítica se produzca durante la vida del sistema; el esfuerzo será máximo para el software crítico de seguridad.

Para el conjunto de software:

- La seguridad de un alto grado de disponibilidad.
- Una documentación evolutiva y completa que permita una comprensión fácil de las funciones del sistema y de su realización y un mantenimiento fácil.

El objetivo de calidad perseguido es diferente entre las tres categorías. Los métodos de especificación y de realización serán eventualmente diferentes según si un software cumplirá o no funciones críticas. Sin embargo, sólo deberá utilizarse un método por categoría de software.

La terminología y el método de identificación de los realizadores de las diferentes tareas o de los redactores de los diferentes documentos que serán utilizados en los párrafos "Consistencia del suministro" se indica a continuación:

- Procedimiento: pieza software que respeta la limitación: una entrada, una salida, una función.
- Módulo: biblioteca de procedimientos que comprende las diversas subfunciones de una función común.
- El índice r identifica las tareas o los documentos producidos por el equipo de realización.
- El índice c identifica las tareas o los documentos producidos por el equipo de control e calidad.
- El índice v identifica las tareas o los documentos producidos por el equipo de validación.
- El índice s identifica los documentos producidos para las funciones críticas de seguridad.
- El índice identifica los documentos producidos para el conjunto de las funciones críticas.

AP.2.2.2. FASE DE CONCEPCIÓN GENERAL PRELIMINAR.

AP.2.2.2.1. DEFINICIÓN.

La concepción general preliminar realiza la transición entre el aspecto funcional, tal como es visto por el usuario y la integración del sistema. Contiene una repetición de la especificación funcional usuario desde el punto de vista del realizador que establece las grandes Líneas de división en subsistemas, la repartición entre las tareas implementadas en material y aquéllas que los serán en software. Encontramos así la definición del entorno y todas las informaciones necesarias para la comprensión del funcionamiento global del sistema.

Esta especificación preliminar debe permitir al lector tener una visión del conjunto de la organización seleccionada para el sistema y de localizar cual(es) es (o son) el (o los) subsistema(s) que cumple(n) una función dada. Debe exponer claramente el funcionamiento del sistema y sus vínculos con su entorno para las misiones principales en modos normal y degradado. Este documento debe poner de manifiesto claramente la filosofía de tratamiento que asegura la coherencia del sistema.

El Proveedor debe:

- Presentar las limitantes del entorno.
- Distinguir claramente los tres tipos de funciones, justificando esta repartición según el APR y el análisis de seguridad del sistema.
- Hacer explícitamente referencia al documento de especificación funcional usuario para que el lector pueda remitirse fácilmente.
- En particular velar por dejar abierta la elección de la integración y, en ningún caso, deberá entrar en el detalle de la realización.
- Tener presente que el texto de la especificación deberá permitir a un lector que no haya participado en su elaboración comprender las razones y la coherencia de las elecciones asociadas a la arquitectura proyectada.

Dentro de esta mentalidad, de forma anexa debe:

- Exponer la filosofía seleccionada para los tratamientos y transmisiones de las informaciones críticas, así como las justificaciones teóricas relacionadas

- Exponer la filosofía seleccionada para las transmisiones de las informaciones no críticas, así como las justificaciones teóricas relacionadas

- Presentar la división seleccionada y su justificación económica y técnica, así como todo documento necesario para la comprensión clara por el lector de las elecciones realizadas y de las opciones tomadas a este nivel.

- De igual forma, debe entregar toda documentación técnica y justificaciones teóricas de los principios generales seleccionados, del dimensionamiento de los subsistemas, de los métodos de tratamiento (la previsión de carga de las calculadoras y de las Líneas de transmisión no debe exceder, en esta etapa de enfoque muy global, el 40% de su capacidad real, para que el sistema conserve una posibilidad de evolución dentro del contexto material previsto originalmente).
- Realizar un modelo funcional ASA o similar de la concepción general preliminar; este modelo deberá repetir el modelo usuario dedicándose a:
    - Subrayar los subsistemas seleccionados.
    - Diferenciar las funciones realizadas por el software de las funciones realizadas por el material.
    - Describir los vínculos entre el entorno y los vínculos entre los subsistemas.

AP.2.2.2.2. CONSISTENCIA DEL SUMINISTRO (7).

.r1 Documento de concepción general preliminar: este documento deberá estar redactado en español.

.r2 Modelo funcional ASA o similar ejecutable de la concepción general preliminar.

.r3 Especificación formal de la concepción general preliminar.

.r4 Diagrama bloque del sistema situado en su entorno.

Los documentos .r2 .r3 .r4, deben estar acompañados de un texto explicativo en español.

.r5 Documento que precisa las divergencias o limitaciones respecto a las especificaciones funcionales iniciales usuario. Este documento se mantendrá actualizado a todo lo largo del proyecto y, asociado a las especificaciones usuario, constituirá la referencia para las pruebas funcionales.

.v1 Prueba de la especificación formal.

.v2 Demostración del respeto de la especificación funcional usuario asociada a una identificación clara y a una justificación precisa de las diferencias eventuales.

.v3 Los cuadernos de ensayos funcionales del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes.

Los cuadernos de ensayos funcionales del sistema de automatización, protección y seguridad, para la marcha de los trenes, contendrán las hipótesis que cubren los modos de funcionamiento nominal, degradado y anormal. Deberán incluir, en anexo, la justificación de las tasas de coberturas tal como hayan sido definidas en el plano de validación tomando en cuenta el carácter crítico de las funciones.

.c1 Plan de validación.

.c2 Plan calidad software.

En los planes de validación y de calidad software, el Proveedor debe exponer, de manera precisa, sus objetivos de calidad; todos los objetivos cuantificables serán cuantificados. Debe también describir los métodos de medición que utilizará, la forma en que se aplicarán y suministrar los objetivos perseguidos

[7]) P.ara la significación de los índices r, c, v, s y sd; referirse al **párrafo 2.1 Introducción y terminología**.

(criterios de calidad, criterios de parada). Además, deberá justificar que los medios aplicados son suficientes para alcanzar los objetivos perseguidos.

Estos documentos deberán diferenciar las diversas fases del proyecto, así como la clasificación (crítica de seguridad, crítica no de seguridad, no crítica) de las funciones tratadas (véase párrafo 1).

Este plan deberá satisfacer todas las demandas de la presente especificación.

.c3 Diccionario de los datos, de las funciones y glosario de los términos y abreviaturas utilizados.

AP.2.2.3. FASE DE CONCEPCIÓN GENERAL.

AP.2.2.3.1. DEFINICIÓN.

La concepción general se interesa por los subsistemas. Repite, detallándola, la concepción preliminar. Es el equivalente, para cada uno de los subsistemas, de la fase precedente, ya que su entorno está constituido por el entorno del sistema y de los otros subsistemas.

Un documento será exclusivamente dedicado a la descripción de los flujos de datos que transitan entre los subsistemas, así como entre cada subsistema y el entorno.

Cada subsistema es objeto de una especificación donde se describen los tratamientos que realiza, su organización y sus interfaces funcionales.

La especificación debe poner de manifiesto el papel de cada subsistema para que el lector pueda encontrar fácilmente como están realizadas las funciones especificadas al principio; si una función se reparte entre varios

Subsistemas, esta repartición deberá ser objeto de un párrafo explicativo. Cada párrafo de la especificación deberá ser referencia, de forma precisa y localizada, a la especificación de nivel superior.

El Proveedor debe dar un cuidado particular al nivel de la separación de las funciones y del encapsulado.

Esta especificación debe comprender en anexo los justificativos de los criterios económicos y técnicos que han presidido las elecciones de la realización y las divisiones seleccionadas, así como toda la documentación técnica y justificaciones teóricas de los principios generales, de los métodos y de los algoritmos aplicados.

Los principales algoritmos de tratamiento serán descritos en esta especificación.

Este documento debe ser un documento general donde solamente aparezcan:
El contenido funcional y el grado de carácter crítico de los datos utilizados,
La función y la interfaz de los módulos que componen los subsistemas.

El estudio de los enlaces entre los subsistemas, que a su vez deberán ser tratados como un subsistema, deberá realizarse con particular cuidado.

En este sentido, se recuerda al Proveedor que los datos y parámetros de explotación evolucionan frecuentemente en el transcurso de la vida de un sistema, por lo tanto, es necesario poder entrar, y posteriormente modificar, estos datos de una forma sencilla.

Por ende resulta fundamental poseer un software único de generación de estos datos que realice la generación automatizada, la verificación de coherencia y del control de la validez de todos los datos utilizados por los programas del sistema. La especificación de este software se realizará tan pronto como sea posible y se someterá a la aprobación del STC. Para ciertos datos no validables automáticamente, el Proveedor deberá proponer métodos manuales de validación. Esta especificación deberá poner de manifiesto el carácter crítico de cada información y mostrar la adecuación del tratamiento previsto. Este software se considerará como crítico de seguridad.

Deberá existir una armonización de la designación de una misma entidad, concreta o abstracta, entre los diferentes documentos, para que un diccionario único sea suficiente para comprender todos los documentos.

Las salidas funcionales adicionales deberán ser previstas en cada calculadora de forma tal que un observador pueda, durante su funcionamiento normal, obtener las informaciones sobre su estado interno. Los autores de cuadernos de pruebas funcionales deberán definir una lista de objetos abstractos o concretos (equivalente a los puntos de medida software) que caracterizan el estado del sistema en prueba. Estos objetos, si no son accesibles naturalmente (salidas normales del sistema), deberán ser considerados, por el equipo de especificación, como salidas adicionales de las calculadoras. Los propios especificadores podrán, si lo desean, aumentar esta lista. Igualmente, el STC se reserva el derecho de completarla para sus propias necesidades de prueba. Estas salidas, así definidas, serán realizadas materialmente por medio de enlaces series (RS232) que deberán estar dimensionados para una capacidad superior de sesenta por ciento, como mínimo, a la suma de las necesidades de cada solicitante.

AP.2.2.3.2. CONSISTENCIA DEL SUMINISTRO DE LA DOCUMENTACIÓN.

Documentos solicitados para todo el software

.r1 Un documento de concepción general en español, completado por los anexos solicitados.

.r2 Un modelo ASA (o equivalente) del conjunto del sistema que muestra los enlaces entre los subsistemas.

.r3 Un diagrama a bloques completo de las arquitecturas software y material del sistema.

Los diagramas a bloques deberán estar situados en el sistema general.

.r4 La clasificación de las funciones según su grado de carácter critico (véase párrafo 1), apoyándose en el APR y los análisis de seguridad del sistema y de los subsistemas.

.r5 La documentación de la fase precedente completada y actualizada, si procede.

.v1 Los cuadernos de ensayos funcionales del sistema.

Los cuadernos de pruebas funcionales del sistema contendrán las hipótesis que cubren los modos de funcionamiento nominal, degradado y anormal. Deberán incluir, en anexo, la justificación de las tasas de cobertura previstas tales como hayan sido definidas en el plan de validación y tomando en cuenta el carácter crítico de las funciones.

Se realizará un cuaderno de ensayo por subsistema más un cuaderno de ensayos para las pruebas relativos a los ensayos o a los complementos de ensayos necesarios para las funciones transversales. Estos cuadernos repetirán los ensayos especificados en el párrafo 2.2.2 .v3, tomando en cuenta la división material.

.v2 La lista de los puntos de medida software.

.v3 Cuaderno de pruebas globales y semiglobales.

.c1 Diccionarios de los procedimientos, diccionarios de las interfaces, diccionarios de los datos y glosarios de los términos y abreviaturas utilizados.

.c2 La puesta a nivel, si procede, de la fase anterior.

Documentos suplementarios solicitados para el software crítico

.r6.sdUn modelo funcional ASA (o similar) ejecutable de cada subsistema que comprenda funciones críticas.

Estos modelos integrarán el aspecto dinámico del funcionamiento en modos normal y degradado de su subsistema respectivo. El conjunto de los modelos solicitados (2.3.2.r2 y 2.3.2.r6.sd) se obtendrá por refinamiento del modelo precedente (2.2.2.r2). Al conjunto se adjuntará un documento justificativo que demuestre la validez de los datos utilizados.

Todos los modelos ASA (o similares) deberán ser acompañados de textos explicativos en español necesarios para su comprensión.

.v4.sd El análisis de los efectos de los errores sobre el software (AEEL).

.v5.sd Los cuadernos de ensayos funcionales del sistema (trabajos complementarios).

Se deberá realizar un estudio, para cada función crítica, para establecer una lista de las hipótesis críticas, para las cuales es imperativo que el sistema tenga las reacciones previstas.

.c3.sd La demostración del respeto de los AEEL.

.c4.sd La justificación de la clasificación de las funciones.

Este documento deberá mostrar, apoyándose en la especificación usuario, los análisis de los modos de falla, de sus efectos y de su carácter critico (AMDEC) y los AEEL, lo fundamentado de la clasificación anteriormente realizada (2.3.2. r4). Además, deberá mostrar, apoyándose en la especificación formal y ASA, que las funciones críticas de seguridad son realmente independientes de las funciones no de seguridad y que las funciones críticas no de seguridad son independientes de las funciones no críticas.

Documentos suplementarios solicitados paral software críticos de seguridad

.r7.s Una especificación formal de la concepción general.

Esta especificación deberá ser obtenida por refinamiento de la especificación precedente (2.2.2 .r3) y deberá estar acompañado de los textos explicativos en español necesarios para su comprensión.

.c5.s La prueba de la especificación formal y del respeto de la especificación del nivel superior.

AP.2.2.4. FASE DE CONCEPCIÓN DETALLADA Y EXPEDIENTES DE PROGRAMACIÓN.

AP.2.2.4.1. DEFINICIÓN.

La concepción detallada se interesa por el contenido de cada subsistema desde un punto de vista informático, y debe:

Definir la estructura y el tipo de las informaciones que transitan entre subsistemas,
Detallar la organización y la estructura de cada subsistema,
Definir los tratamientos realizados por los módulos que componen los subsistemas, así como sus interfaces, diferenciar los tratamientos según su carácter critico,
Justificar las elecciones de integración, los dimensionamientos y los algoritmos aplicados (eventualmente en anexos si el justificativo requiere un estudio),
Dar como resultado (en anexo):

- Un diagrama a bloques detallado y completo de la arquitectura software de cada subsistema.
- Los diccionarios de los procedimientos, interfaces y datos.

Expedientes de programación

Los expedientes de programación definen, de forma detallada, los componentes de los subsistemas. En los mismos encontramos la descripción completa de los datos y de las unidades de programación.

Cada módulo debe poseer un expediente de programación que contendrá:

- La descripción de las funciones realizadas por el mismo.
- La descripción de su entorno.
- La descripción de sus interfaces.
- La lista de los procedimientos que contiene.

Para cada uno de estos procedimientos, se encontrará:

- La descripción de las funciones realizadas por el procedimiento.

- La descripción de su entorno.
- La clasificación (crítica de seguridad, crítica no de seguridad, no crítica).
- La descripción de sus interfaces.
- Las pre y postcondiciones que corresponden al tratamiento (para los tratamientos críticos).
- Un recordatorio de la especificación formal correspondiente (para los tratamientos críticos de seguridad).
- La lista de las variables con su tipo y su utilización.
- El seudocódigo, (si el programa está redactado en lenguaje de alto nivel, este seudocódigo no será necesario para los procedimientos que no realicen tratamiento funcional).
- Todas las explicaciones necesarias para la comprensión y verificación de los algoritmos utilizados.

El Proveedor deberá suministrar una guía de programación que dé:
El bosquejo de presentación de los programas fuentes.
El bosquejo de presentación de los programas y configuración de inicio.
Las reglas particulares de programación, si hay, por ejemplo:

- Reglas debidas a la utilización del procesador codificado.
- Limitaciones aportadas a los lenguajes utilizados.
- Lista y utilización de las macro instrucciones.
- etc.

El objetivo de esta guía es repetir desarrollándolas y expresándolas de la forma más concreta posible, las reglas impuestas por el plan de calidad o por las herramientas utilizadas.

AP.2.2.4.2. CONSISTENCIA DEL SUMINISTRO DE LA DOCUMENTACIÓN.

Documentos solicitados para todo el software

.r1 Documento de concepción detallada en español, completado con los anexos solicitados en 2.4.1.

.r2 Justificación de las técnicas que han presidido las elecciones de la realización, así como toda documentación técnica y justificaciones teóricas de los algoritmos aplicados; Estudio de los casos en los límites; justificación de los dimensionamientos.

.r3 La clasificación de los módulos y procedimientos (crítico de seguridad, crítico no de seguridad, no crítico).

.r4 Diagrama a bloques detallado y completo de la arquitectura software.

.r5 Actualización de los diccionarios de los procedimientos, de las interfaces y de los datos.

.r6 Expedientes de programación.

.r7 Puesta a nivel, si procede, de las fases anteriores.

.v1 Demostración de la conformidad al expediente de concepción general.

.v2 Cuaderno de pruebas globales y semiglobales repetido en función de los elementos de esta fase.

.v3 Cuaderno de pruebas unitarias.

.c1 Guía de programación.

Eventualmente, esta guía deberá diferenciar los procedimientos críticos de los procedimientos no críticos.

.c2 Puesta a nivel, si procede, de las fases anteriores.

Documentos suplementarios solicitados paral software críticos

.v4.sd La justificación de la independencia de los procedimientos y los datos críticos en relación a los procedimientos y datos de carácter critico más reducido.

.v5.sd Especificación de los simuladores de entorno (véase párrafo 3.2).

.v6.sd AEEL en concepción detallada.

.v7.sd Demostración del respeto de los AEEL.

Documentos suplementarios solicitados paral software críticos de seguridad

.r8.s Especificación formal de la concepción detallada.

.c3.s Prueba de la especificación formal y del respeto de la especificación del nivel superior.

AP.2.2.5. EXPEDIENTES DE CODIFICACIÓN Y PRUEBAS UNITARIAS.

AP.2.2.5.1. DEFINICIONES.

La materialización de la fase de codificación es el archivo fuente de cada módulo especificado por un expediente de programación. Este archivo fuente deberá responder a las exigencias del plan calidad en lo que respecta a:

- Los índices de desempeño del software.
- La presentación.
- Eventualmente, las limitantes adicionales (restricciones del juego de instrucción, reglas de macro-instrucción, convención de llamado de procedimiento...).

Además deberá haber pasado exitosamente la fase denominada de pruebas unitarias.

Las reglas de presentación deberán ser tales que cada módulo comprenda al menos:

Un encabezado donde se encontrará:

- El nombre del módulo.
- El nombre del archivo en el que está almacenado.
- La fecha de creación.
- El número de la versión de software.
- Un resumen de sus funcionalidades y de la arquitectura de los procedimientos.
- La fecha, la razón y el resumen de cada modificación, clasificadas por orden cronológico.
- La referencia completa del compilador y de los útiles (herramientas de codificación...) utilizados para la producción del código binario.
- La lista y la significación de las variables globales utilizadas en el módulo.
- Un comentario que describa la función del módulo que suministra todas las informaciones útiles para su comprensión.

En el cuerpo del programa:

- Un encabezado para cada procedimiento que comprende un resumen de su función y de su clasificación (crítica de seguridad, crítica de no seguridad, no crítica).
- Las limitantes de programación particulares si hay (secuencias críticas...).
- La lista y el significado de las variables locales utilizadas en el procedimiento.
- Un comentario que describe la función del procedimiento y que suministra todas las informaciones útiles para su comprensión.

- El seudocódigo eventual en forma de comentarios que acompañan el programa.

También se deberá suministrar para cada archivo de datos un expediente que comprenda:

- La descripción de los datos acompañada de un resumen de su utilización.
- El formato de éstos.
- La lista de procedimientos o tratamientos que utilizan estos datos.
- El nombre del (o de los) archivo(s) en el(los) que está(n) almacenado(s) el (o los) dato(s) primario(s) que sirve(n) para generar un archivo.
- La fecha de creación del (o de los) archivo(s).
- El (los) número(s) de la versión del (de los) archivo(s).
- La fecha, la razón y el resumen de cada modificación, clasificadas por orden cronológico.
- Los métodos de producción y de actualización, así como las referencias completas del software utilizados para hacerlo.
- Los controles y validaciones a que se hayan sometido los datos (originales, intermedios y finales).

Nota: Por archivo, se entenderá todo conjunto de datos. Este conjunto puede encontrarse sobre un material (en este caso, forma una entidad manipulable aisladamente que se consulta dinámicamente en el transcurso del funcionamiento del sistema), o bien en "disco duro" en un programa o en tarjetas (PROMS, cableado...). Puede ser utilizado por programas o por tratamientos cableados.

La máquina de desarrollo deberá ser única.
El Proveedor deberá imperativamente utilizar un gestor de configuración. La elección de este gestor estará sometida a la aprobación del STC.

AP.2.2.5.2. EXPEDIENTES.

Documentos solicitados para todo el software

.r1 Resultado de la codificación en forma de archivos informáticos.

Este suministro comprende los archivos de las fuentes, los diversos programas y configuración de inicio, etc., tal como se describe en el capítulo concerniente a la consistencia del suministro (véase capítulo 2.9).

.r2 Los expedientes de los archivos utilizados por la aplicación, los archivos fuentes y los suministros que permiten regenerarlos.

.r3 Puesta a nivel, si procede, de las fases anteriores.

.v1 Suministro de los juegos de ensayos que corresponden a la aplicación de las pruebas unitarias y balance.

Estas pruebas deberán ser realizadas para ser reproducibles; cada prueba será objeto de un informe escrito que comprenda como mínimo las informaciones siguientes:

Fecha y lugar del ensayo
Participantes
Objetivo de la prueba, descripción del ensayo, material utilizado, versión de las utilerías aplicadas y versión del software probado
Resultados esperados
Resultados obtenidos
Conclusión y justificación eventual de las divergencias
- Medidas correctivas a tomar (eventualmente)

Continuación dada y referencia del nuevo ensayo (eventualmente).

El Proveedor deberá suministrar al STC todos programas y configuración de inicio, datos, etc. de manera a que su personal pueda recrear en sus máquinas las aplicaciones y reproducir las pruebas realizadas.

.v2 justificaciones del carácter no crítico de los módulos o de los procedimientos considerados como tal.

Se trata de verificar, una vez escrito el código, que ningún tratamiento de seguridad utiliza las salidas de los procedimientos de no seguridad y que ningún tratamiento crítico no de seguridad no utiliza las salidas de los procedimientos no críticos.

.v3 El justificativo de la validación de los archivos de datos.

.v4 Actualización del cuaderno de ensayos funcionales del sistema (véase párrafo 2.3.1 .v1) para integrar los ensayos requeridos por las particularidades de realización.

.c1 Justificación del respeto de las normas relativas a las métricas a la codificación, así como del respeto del plan calidad y de la guía de programación. Justificaciones de las diferencias eventuales.

La justificación del respeto de las normas relativas a las métricas aplicables al código se deberá presentar en forma de cuadro en donde aparecerá, por subsistema, por módulo y por procedimiento el valor medido. Los casos particulares, en que uno o varios valores medidos se encuentran fuera de norma, se admiten a reserva de justificaciones satisfactorias.

.c2 Entrega de los documentos actualizados de las fases anteriores, si es necesario.

Documentos suplementarios solicitados para el software crítico

.r4.sd Un expediente que establece, para cada función definida en el modelo ASA o equivalente de nivel inferior, el conjunto del software reales que intervienen en el mismo.

.v5.sd Suministro de los juegos de ensayos correspondientes a la aplicación de las pruebas unitarias y balance (trabajos complementarios).

En las pruebas unitarias, el Proveedor deberá probar exhaustivamente los procedimientos de nivel más bajo, entonces, considerándolos como buenos, los de nivel superior, etc. subiendo hasta las pruebas globales. Estas pruebas serán realizadas en la máquina de desarrollo. El Proveedor deberá tener un cuidado particular para definir el entorno de prueba; se deberá suministrar un documento que explique las razones de su elección, las limitaciones aportadas por este entorno, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos. Las pruebas deberán ser presentadas de manera estructurada mostrando, por procedimiento, cual es el subconjunto de pruebas realizadas, que cubren la totalidad de los caminos de decisión para decidirse por éste. Sobre el conjunto de las pruebas realizadas, cada instrucción de cada procedimiento deberá haber sido ejecutada al menos una vez.

.v6.d Justificación de la prueba de los programas.

En el caso de la prueba de programas (programa críticos no de seguridad, no procedente de una especificación formal que comprenda una prueba), el Proveedor deberá justificar la exhaustividad de ésta. Deberá suministrar todos los justificativos en cuanto a la validez de los métodos empleados y de los resultados obtenidos. Estos deberán ser suministrados en forma informática. Además deberá suministrar al STC todo elemento necesario a la realización en sus ordenadores y por su personal del trabajo de pruebas por él realizado (herramientas, modo de empleo, datos, explicaciones).

.c3.sd Demostración del respeto de los AEEL.

AP.2.2.6. EXPEDIENTES DE INTEGRACIÓN Y DE PRUEBAS GLOBALES.

Documentos solicitados para todo el software:

.r1 Suministro de los programas elaborados.

.r2 Expediente detallado y definitivo:

De la implantación en memoria
Del software y archivos implantados en las calculadoras destinatarias
Del software y archivos implantados durante la fase de elaboración con instrumentación.

.r3 Suministro de los simuladores de entorno (véase párrafo 3.2) y de los otros útiles eventualmente empleados al realizar las pruebas.

.r4 Puesta al día, si procede, de las fases anteriores.

.v1 Cuadernos y pruebas globales y semiglobales en máquina de desarrollo. Justificación de una tasa de cobertura.

Estas pruebas deberán ser realizadas para ser reproducibles; cada prueba será objeto de un informe escrito que comprenda como mínimo las informaciones siguientes:
Fecha y lugar del ensayo
Participantes
Objetivo de la prueba, descripción del ensayo, material utilizado, versión de las utilerías empleadas y versión del software probado
Resultados esperados
Resultados obtenido,
Conclusión y justificación eventual de las divergencias
Medidas correctivas a tomar (eventualmente)
Continuación dada y referencia del nuevo ensayo (eventualmente).

El Proveedor deberá suministrar al STC todos los archivos, programas y configuración de inicio, datos, simuladores en máquina de desarrollo, etc. para que su personal pueda recrear en sus máquinas los programas de aplicación y reproducir las pruebas realizadas.

.c1 Puesta al día, si procede, de las fases anteriores.

Documentos suplementarios solicitados por el software crítico:

.v2.sd Cuadernos de pruebas globales y semiglobales en máquina de desarrollo (trabajos complementarios); Justificación de una tasa de cobertura del 100% de los arcos entre decisiones.

A reserva que los cuadernos no presenten cuestiones incompletas y que cada uno de ellos forme en sí un todo, será admitido reutilizar toda o parte del material procedente de las pruebas unitarias.

.c2.sd Actualización del AEEL.

AP.2.2.7. EXPEDIENTES DE PRUEBAS FUNCIONALES.

Documentos solicitados para todo el software:

.r1 Puesta al día, si procede, de las fases anteriores.

.v1 Redacción final del cuaderno de pruebas funcionales del sistema.

Este cuaderno se someterá al acuerdo del STC quien se reserva el derecho de adjuntar los ensayos que consideren necesarios.

.v2 Pruebas en máquina real en entorno simulado en tiempo real (consola de prueba) o en Línea.

Estas pruebas deberán ser realizadas para ser reproducibles; cada prueba será objeto de un informe escrito que comprenda como mínimo las informaciones siguientes:
Fecha y lugar del ensayo
Participantes
Objetivo de la prueba, descripción del ensayo, material utilizado, versión de las utilerías aplicadas y versión del software probado
Resultados esperados
Resultados obtenido,
Conclusión y justificación eventual de las divergencias
Medidas correctivas a tomar (eventualmente)
Continuación dada y referencia del nuevo ensayo (eventualmente).

El STC se reserva el derecho de asistir a las pruebas si lo desea o hacer reproducir un ensayo que hubiera sido realizado sin la presencia de uno se sus representantes.

.c1 Puesta al día, si procede, de las fases anteriores.

Documentos suplementarios solicitados para el software crítico:

.r2.sd Documento de síntesis que establece los límites de las posibilidades de utilización de los simuladores con respecto:

- Al terreno (pruebas en Línea)
- Al sistema global (posibilidades de interconexiones, trabajo repartido entre varias calculadoras...),
- A los captores e interfaces varios.

.v3.sd Pruebas en máquina real en entorno simulado en tiempo real o en Línea; Justificación de una tasa de cobertura del 100% del funcional en modo normal o degradado.

Además, esas pruebas deberán cubrir el 100% de los caminos que tienen como objetivo acciones críticas (por ejemplo, disparo del FU).

AP.2.2.8. EXPEDIENTE DE MANTENIMIENTO.

A título de la presente especificación y después de la firma del contrato, el Proveedor deberá suministrar los procedimientos y las herramientas que permitan el mantenimiento del software y la no regresión automática de las pruebas de validación.

El estudio del mantenimiento se desarrollará a todo lo largo del proyecto; sin embargo, un documento que define la filosofía adoptada y que describa detalladamente las herramientas propuestas será sometido al STC para acuerdo al inicio del proyecto.
Deberá aportarse el mismo cuidado a la concepción del software de mantenimiento que al software no crítico.

El Proveedor deberá indicar las medidas de reserva que prevé para las extensiones eventuales del sistema. Un cuidado particular a nivel del respeto de la separación de las funciones y del respeto del encapsulado al efectuar la concepción, debe permitir modificar una función sin influir sobre el sistema entero. Un documento, que ponga de manifiesto estas medidas, deberá ser entregado por el Proveedor a fin de la fase de concepción general.

Además, el Proveedor deberá aplicar las condiciones de seguridad a nivel de los programas para que el sistema efectúe pruebas en Línea de la coherencia del software implantados en las diversas calculadoras que utiliza (por ejemplo, al efectuar la inicialización de cada una de ellas).
La herramienta de mantenimiento del software en Línea puede ser la misma herramienta utilizada para la entrada de las informaciones internas del software utilizado para las pruebas de validación.

Para permitir al STC asegurar el mantenimiento, el Proveedor le entregará los procedimientos de pruebas de integración (descripción de las pruebas y del material utilizado, archivos de mando,...).

Para permitir el mantenimiento del software, el Proveedor entregará antes del inicio de las Pruebas de Recepción Provisional, un diccionario de los datos completo y actualizado y que comprenda para cada dato y procedimiento:
Su descripción,
La lista de las variables calculadas con el usuario (encadenamiento dirección abajo),
La lista de las variables, constantes y procedimientos que contribuyen a su elaboración (encadenamiento dirección arriba).

AP.2.2.9. CONSISTENCIA DE LOS SUMINISTROS.

De forma general, en materia de documentación, de justificación o de suministros, no se admitirá ninguna referencia a otro proyecto. Si un trabajo (justificación, estudio, utilería, fuente, etc.) recupera todo o parte de otro estudio, los documentos, justificativos y/o ensayos correspondientes deberán ser suministrados a título del presente estudio de manera que éste forme un todo autosuficiente. Los productos reutilizados deberán cumplir con los requisitos del presente documento.

El Proveedor deberá suministrar:

1) La documentación y sus anexos en cinco ejemplares en papel, más un ejemplar en material informático,
2) El software objetos del contrato que se establezca, sus programas y configuración de inicio y de creación.

En lo que respecta a las utilerías que aplicará para la producción, las pruebas, o la validación del sistema objeto del contrato que se establezca (compiladores, precompiladores, etc.);

Si estas utilerías son comercializadas por terceros, deberá suministrar todas las referencias de éstos para que puedan ser adquiridas por el STC:

- La utilización de software comercializados por terceros sólo será admitida si estos terceros presentan garantías suficientes de perennidad.

Si se trata de software específicos (normalmente no comercializados), el Proveedor deberá suministrar sus programas fuentes, sus juegos de creación y una documentación que permitan utilizarlos.

Estas informaciones características del software deberán ser enviadas con suficiente rapidez para que los plazos de aprovisionamiento y de familiarización por parte del personal del STC de esos suministros, no retarden el buen desarrollo de sus trabajos, si hay retardo, el mismo no será imputable al STC.

Todos los ensayos que hayan servido para la validación del software deberán poder ser reproducidos en presencia de los representantes del STC. Además, deberán ser concebidos para poder permitir una no regresión automática.

Equipo de desarrollo: El desarrollo deberá ser realizado en un sólo tipo de máquina; además, el Proveedor deberá imperativamente utilizar un gestor de configuración. Las elecciones del tipo de máquina y del gestor serán sometidas a la aprobación del STC.

Lenguajes de desarrollo: Los lenguajes autorizados deberán respetar a la vez los principios de la programación estructurada y de la compilación separada.
La programación estructurada consiste, en primer lugar en la partición del software en elementos que agrupan funcionalidades homogéneas, independientes y que se puedan dominar. En segundo lugar, se reducen y se simplifican las interfaces.
La compilación separada garantiza la evolución de los elementos del software y la posibilidad de verificarlos, de manera independiente para cada uno.

En cualquier caso, el Proveedor deberá antes de comenzar la programación obtener el acuerdo del STC sobre el (o los) lenguaje(s) que va a utilizar.

AP.2.2.10. GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN.

El término configuración, considera el conjunto del software e incluye también las máquinas necesarias para el desarrollo y las pruebas del mismo.

El Proveedor deberá de garantizar la compatibilidad de los elementos del software entre ellos y su conformidad a las especificaciones, establecer procedimientos de gestión de la configuración que permitan conocer en todo momento el estado de concepción, modificación, verificación y corrección de todos y cada uno de los elementos del software.

La gestión de la configuración debe incluir al mínimo las actividades siguientes:

Establecer las referencias de la configuración y fijar sus estados sucesivos

Establecer los principios de la configuración

- Se trata de la identificación de los elementos del software y de los módulos asociados.

Seguir y administrar la configuración

- Esto consiste en el seguimiento de los estados sucesivos por unos procedimientos de verificación de la concordancia del software.

Establecer los procedimientos de modificación

- Se trata de los procesos para la corrección de las anomalías detectadas, para las mejorías y la evolución del sistema, etc...

Seguir la aplicación de las modificaciones.

AP.2.3. SIMULADORES DE ENTORNO.

La fase de especificación de los simuladores debe estar terminada al final de la fase de concepción detallada, ya que constituye uno de los elementos de apreciación del cumplimiento de esta tarea.

Los simuladores serán entregados progresivamente al STC para poder comenzar lo más rápidamente posible las pruebas en máquina de desarrollo y posteriormente en máquina real, ambas del Proveedor.

El Proveedor entrega un programa que concierne a la definición, el estudio, la realización y la puesta a punto de los simuladores, en el momento de la firma del contrato. Está unido al programa general de desarrollo del contrato.

AP.2.3.1. DEFINICIÓN.

Bajo la denominación de simuladores de entorno se agrupan dos tipos de herramientas:

- Los simuladores en máquina de desarrollo (ordenador principal) que permitirán realizar la validación desde las pruebas unitarias hasta las pruebas globales (véase párrafos 2.5.2 .v1, 2.5.2 .v5.sd, 2.6 .v.1, 2.6 .v.2.sd); los mismos se componen de software en el ordenador principal.

- Las consolas de prueba que serán utilizadas por el STC para sus ensayos de control de conformidad en máquina real en entorno simulado en tiempo real (que son similares a los ensayos solicitados en el párrafo 2.7 .v1); las consolas deben reproducir de forma fiel y flexible el entorno que pudiera tener en Línea la calculadora (o el conjunto de las calculadoras) probada; los mismos comprenden el material y el software.

En principio existe una consola por cada tipo de calculadora. Sin embargo, en los casos de funciones repartidas en varias calculadoras, habrá una consola central.

En la medida en que esto no implique una complicación exagerada de la manipulación durante los ensayos, un simulador específico puede reemplazar varios simuladores, si de ellos resulta una reducción interesante de la prestación técnica y económica.

El Proveedor deberá incluir en el suministro de las consolas de prueba, el suministro de una cantidad suficiente de calculadoras destinadas a los diversos tipos para permitir su utilización.

AP.2.3.1.1. OBJETIVOS DEL SUMINISTRO.

AP.2.3.1.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Los simuladores tienen en entrada:

Los archivos reales utilizados para la generación de la aplicación (datos de Línea, características de material rodante,...)

Los archivos textos (en el formato estándar del editor) que describen cronológicamente la simulación a realizar

Eventualmente, los archivos que contienen las informaciones complementarias que no se encontrarían en los datos utilizados para generar la aplicación.

El STC requiere del Proveedor el propósito de optimizar la cantidad total de archivos necesarios y de estandarizar éstos.

Los simuladores tienen en salida, para la explotación en el laboratorio de calificación del software:
Los resultados suministrados por el software que se prueban en máquina de desarrollo o los registros, puestos en forma, de las salidas de las calculadoras en prueba en tiempo real (consola),
Una comprobación presentada en forma de histogramas en donde se encuentran interpretados, los resultados de la simulación. Para algunas salidas, la interpretación deberá ser más detallada, para suministrar a quien efectúa la prueba, la información realmente interesante (por ejemplo, para una salida de mando de freno, la visualización del punto de paro para un tren cuyas características se sitúan en el mínimo garantizado).

Estos programas de comprobación deben poder funcionar en tiempo diferido y, en este caso, de preferencia en la máquina en donde se almacenarán los resultados y los juegos de ensayos.

Además de estos programas de comprobación, el Proveedor debe prever programas que permitan la comparación de dos registros para verificar la equivalencia de dos ensayos, respecto a acontecimientos significativos, para permitir la no regresión automática.

Estos simuladores deben permitir reproducir, además de las configuraciones normales de la Línea, todas las combinaciones de averías o de anomalías de funcionamiento previsibles.

Deberán ser concebidos para poder funcionar de manera automática (no regresión), las consolas de prueba, deberán disponer de una Línea de transmisión rápida (por ejemplo, ETHERNET) con la calculadora donde se almacenarán los resultados y los juegos de ensayos.

La calidad de realización será la misma que la solicitada paral software clasificados no críticos.

AP.2.3.1.3. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos se dividirán en dos fases:

- Especificación.
- Realización y Recepción.

AP.2.3.2. SUMINISTRO DE LA DOCUMENTACIÓN.

AP.2.3.2.1. FASE DE ESPECIFICACIÓN.

- De la lista de los simuladores se requiere que el Proveedor entregue:
- El esquema de principio de un simulador de cada tipo:
  - El simulador en máquina de desarrollo
  - La consola de prueba.
- Los principios generales de funcionamiento de los simuladores
- La definición de los datos utilizados por el conjunto de los simuladores

Y para cada uno de los simuladores:

- Especificación en español de las funciones.
- Definición de los datos propios de los simuladores.

- Definiciones de las salidas.
- Especificación de los programas de comprobación y de comparación de los resultados.
- Manual usuario del simulador y de los programas de comprobación y de comparación de los resultados.
- Diagrama a bloques del simulador.
- Cuaderno de prueba para la recepción del simulador y del software anexos (preparación de las pruebas, comprobación).

AP.2.3.2.2. FASE DE REALIZACIÓN Y DE RECEPCIÓN.

Además del suministro de los simuladores y de las calculadoras destinatarias propiamente dichas, el Proveedor debe suministrar:

- Para el material de las consolas de prueba
  - Diagrama a bloques "as built" de cada simulador y de cada subconjunto de simulador.
  - Esquemas de principio y de realización de cada tarjeta específica.
  - La documentación completa de los conjuntos o subconjuntos, comercializados en catálogos por terceros, utilizados para la realización de los simuladores.

- Para el software

Por simulador y por programa de ayuda a la comprobación:

- Diagrama a bloques del software.
- Expediente de concepción detallada.
- Expediente de programación de cada pieza software.
- Diccionario de los procedimientos, diccionario de las interfaces y diccionario de los datos.
- Fuente del programa.
- Juegos de ensayos.
- Programas y configuración de inicio y de creación del programa.
- Informe de recepción.

- Suministro de la documentación precedente completa y actualizada, si procede.

AP.2.3.3. MANTENIMIENTO.

AP.2.3.3.1. PRINCIPIOS GENERALES.

Durante todo el periodo de utilización bajo garantía del sistema, el mantenimiento general y el mantenimiento a nivel de las partes software y materiales de los simuladores y suministros anexos (software de comprobación, etc.) corren a cargo del Proveedor.

Esta prestación incluye la actualización de las calculadoras destinatarias suministradas a título de la prestación objeto de este capítulo (véase párrafo 3.2).

No obstante, durante este periodo, el Proveedor deberá proponer:
Un lote de refacciones del material específico

Un contrato de mantenimiento global de los simuladores.

AP.2.3.3.2. PLAZOS DE INTERVENCIÓN.

El Proveedor hará lo necesario para lograr la reparación de los equipos en un plazo no mayor a un (1) día laboral.

El plazo para la actualización de los equipos o del software después de que se haya tomado la decisión de aplicación de una modificación no sobrepasará una (1) semana.

AP.2.4. ENTREGA Y APROBACIÓN DE LOS SUMINISTROS.

AP.2.4.1. SUMINISTROS DE LA DOCUMENTACIÓN.

Todos los documentos serán remitidos en cinco ejemplares en papel, más uno en material informático. Este material informático será seleccionado por el STC.

Cada suministro se acompaña con un índice referenciado; uno de los ejemplares suministrados es devuelto al Proveedor dentro del plazo de un mes después de la recepción (la fecha de correo de llegada del servicio de la referencia); el mismo incluirá el visto bueno, con o sin observación del STC.

Se considerará como fecha oficial de entrega de los documentos, la fecha de ingreso constatado en las oficinas del STC.

Todo documento o lote de documentos sólo puede ser sometido a la aprobación si es suficiente o si se refiere a documentos ya aprobados sin observación. En el caso contrario se declara inadmisible y el Proveedor es avisado por escrito.

Las fechas de entrega de toda la documentación serán indicadas por el Proveedor, aprobadas por el STC e incorporadas al contrato conforme a las bases de la licitación.

La remesa de lotes de los documentos que conciernen a la fase "n+1", mientras que la fase "n" no se considere terminada, sólo se aceptará si se reúnen las condiciones suficientes o de referencia con documentos anteriores y aprobados.

AP.2.4.2. SUMINISTRO SOFTWARE.

El software procedente del mercado será entregado sobre material magnético legible que el STC, definirá al momento de la firma del contrato. Todo suministro será acompañado de un índice referenciado. Este índice indicará en claro el contenido del suministro.

Para todo software, se deberá encontrar:
Un archivo ejecutable
Un archivo del código fuente
Los programas y configuración de inicio y de creación
Eventualmente, los archivos de prueba (datos, parámetros de arranque y documentación).

El suministro sólo se considerará válido si el STC puede:
Recrear un ejecutable idéntico al suministrado
Ejecutar el software.

Todo suministro que no respondiera a estos criterios, será rechazado sin ser examinado.

Además, todo suministro debe responder a las prescripciones de los párrafos 2.6 o 3.2.

AP.2.5. MANTENIMIENTO DE LAS FUNCIONES SOFTWARE.

Como un software bien estructurado es una condición necesaria para satisfacer uno de los criterios de buen mantenimiento, el Proveedor debe, a todo lo largo del proyecto, considerar como determinante el respeto de:
Su plan de calidad software
Los índices del desempeño del software propuestos.

El procedimiento definido en el presente documento se pondrá en vigor para toda modificación que se produzca en la aplicación del sistema después de la extinción de la garantía.

A título del presente contrato, el Proveedor entregará al STC un inventario de todas las herramientas informáticas que el STC requiera para conducir, a buenos fines, sus acciones de modificación del software de la aplicación y suministrará las herramientas informáticas de su creación. En lo que respeta a las herramientas comercializadas por terceros deberán estar incluidas directamente.

L Í N E A 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 3 - REGLAS TECNOLÓGICAS PARA LA CONCEPCIÓN Y LA REALIZACIÓN DE EQUIPOS

AP.3.1. GENERALIDADES.

Este documento complementa el Capítulo 4 - Requisitos generales del sistema e incluye por lo tanto los requisitos de sus párrafos 1. Generalidades y 2. Normas y estándares.

AP.3.2. CONDICIONES DE ENTORNO.

Las condiciones de entorno especificadas en el párrafo 3. Condiciones de entorno del Capitulo 4 - Requisitos generales del sistema se completan con las exigencias enumeradas a continuación.

AP.3.2.1. INTEMPERIE - AGENTES QUÍMICOS – POLVOS.

Los equipos deberán estar protegidos por los medios adecuados contra los efectos eventuales debidos a:

La intemperie para los equipos instalados en los tramos aéreos,
Los agentes químicos como vapor de agua, aguas de infiltración, gas carbónico, huellas de ozono, hidrógeno sulfurado, incluyendo grasas y aceites minerales para los materiales situados a proximidad de las vías,
Los polvos conductores (cargas metálicas o carbono).

Esto conducirá a respetar los índices de protección indicados en la tabla a continuación tomando como referencia la norma CEI 529.

Localización de los equipos	Grado de protección (índice IP)
Equipos en túnel	55
Equipos en tramo aéreo	55
Equipos en túnel o tramo aéreo fijados a proximidad de los rieles	65
Equipos en locales técnicos	55
Equipos instalados en el interior de los coches de los trenes	55
Equipos instalados al exterior de los coches de los trenes	65

AP.3.2.2. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.

Para asegurar la compatibilidad electromagnética interna y externa necesarias en el ámbito de la red de STC de México, se deberán tomar en cuenta para que las perturbaciones electromagnéticas emitidas por

los equipos del sistema de modos de conducción no perturben los aparatos cercanos tanto sobre los planos de la seguridad como de la fiabilidad.

Para hacerlo, los límites de las perturbaciones radiadas o conducidas procedentes de materiales electrónicos, los umbrales de inmunidad para esos aparatos, así como las frecuencias ya ocupadas deben ser respetadas por el Proveedor.

Estas restricciones se describen en la norma NF F 05-510 (o equivalente).
El Proveedor deberá procurarse los planos de frecuencias ya utilizados o disponibles con el STC, para evitar posibles interferencia o incompatibilidad electromagnética

AP.3.2.3. RUIDOS.

AP.3.2.3.1. EQUIPOS EN ESTACIÓN.

El nivel sonoro en todos los puntos de los andenes de la estación no debe exceder 50 dB (A) cuando funcionan simultáneamente todos los equipos que se encuentran en el mismo, en ausencia del tren. Además, el espectro de ruido, por bandas de octava en frecuencia, admisible debe permanecer por debajo de la curva de índice 55 - curvas ISO.

AP.3.2.3.2. EQUIPOS EN TÚNEL.

El nivel sonoro medido a nivel del equipo debe ser inferior a 65 dB (A).

AP.3.2.3.3. EQUIPOS EN VÍA CORRIENTE EN EL EXTERIOR.

Se aplican las consignas de insonorización de las instalaciones fijas que desembocan en la vía pública, a saber que el nivel sonoro del equipo llevado a la ventana de la habitación más cercana (corrección en distancia de 10 log (r/ro) debe ser inferior a 2 dB (A) a nivel estático L90 nocturno del lugar medido en dB (A) (hacia las 2 de la mañana), lo que se puede expresar mediante la fórmula siguiente:

Néq < L90 - 2 + 10 log (r/ro)
Donde:

- ro es el radio del hemisferio que engloba el equipo y que pasa por el punto de medida (de 1 a 2 metros).
- r es la distancia a la ventana más próxima.

- L90 nivel estadístico de ambiente nocturno superado durante 90% del tiempo.

AP.3.3. CONDICIONES GENERALES DE CONCEPCIÓN Y DE UTILIZACIÓN.

De forma general, se deben cumplir las condiciones definidas por la norma NF F 74-001 (o equivalente).

AP.3.3.1. CONCEPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

Cuando el equipo se realiza en bloques funcionales, se deben prever posibilidades de ventilación compatibles con el calentamiento admisible de los diversos componentes, en las condiciones más severas de utilización. Estos bloques pueden estar equipados con un dispositivo de sellado, si procede.

Todas las partes metálicas de un equipo que puedan provocar una agresión mecánica normal, una degradación del aislamiento del cableado, deben comprender un dispositivo de protección.

Los orificios de paso de los conductores o de los cordones de conductores deben estar ampliamente dimensionados, sin rebabas y no deben presentar ángulos agudos. Además, cuando los conductores pueden ser dañados en el paso de un orificio o por la cercanía de piezas cortantes de los tubos, se deben utilizar separadores aislantes.

Todo equipo debe estar protegido, en caso de necesidad, contra cualquier introducción de partículas conductoras y cuerpos conductores por medio de tapas de protección unidas a este equipo.
Como es posible el acceso de polvos conductores de dimensiones reducidas, incluso en el caso de un filtraje cuidadoso, resulta indispensable, aplicar en las dos superficies de las tarjetas electrónicas un barniz soldable o no soldable, homologado para las aplicaciones de tipo ferroviarias.

AP.3.3.2. CONEXIONES E INTERFACES.

Las conexiones de interface con los circuitos interiores y exteriores debe efectuarse según las especificaciones del párrafo 4.3 de la norma NF F 74-001-1 y:

- Ya sea en bornes u otros dispositivos de conexión por atornillado, clips, mediante resorte de apriete u otro procedimiento homologado por un organismo ferroviario.
- bien mediante una toma, un conector o un acoplador y en este caso, el espaciamiento entre dos partes no aisladas bajo tensión debe satisfacer las condiciones de aislamiento impuestas a los circuitos de seguridad.
- Los cableados deben realizarse por peines o por cordones (ver párrafo 7.5.2 Zunchado de un cordón), de forma que la parte libre de los conductores sea tan corta como sea posible para

evitar los contactos intempestivos en caso de corte, pero con una holgura suficiente para evitar las rupturas que resulten de una tracción accidental sobre los cordones, o incluso por "circuitos flexibles" impresos.

- Cada aparato, cualquiera que sea su montaje, debe poder cambiarse sin retirar otro aparato ni desplazar los cordones de cables. El cambio de un bloque de aparatos debe poder realizarse en las mismas condiciones. Convendrá, en la medida de lo posible, evitar la multiplicidad de tipos de componentes, de piezas mecánicas y de elementos de equipos.
- Los cableados no deben exceder las dimensiones de los equipos. Para ello, si procede, se deben prever dispositivos de retención eficaces tales como zunchos, placas de sujeción, canalones, etc... Esos dispositivos en ningún caso se deben alterar por marcado, ni por punzonado del aislante de los hilos y/o de los cables.
- Los equipos deben comprender todas las identificaciones, puntos de control o de regulación necesarios para el mantenimiento, así como los dispositivos tales como extractores de tarjeta, destinados al desmontaje fácil de los elementos que componen este equipo.
- Todos los equipos así como sus elementos componentes deben estar acompañados de un expediente completo que permita los controles en la planta y en el sitio y que faciliten las intervenciones de mantenimiento (esquemas eléctricos y electrónicos, nomenclaturas de los componentes electrónicos y de las piezas mecánicas, disposición de los elementos componentes, identificación de las cajas de bornes...).

AP.3.4. ELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS COMPONENTES.

Las reglas que definen la elección de los componentes, sus especificaciones y sus utilizaciones están regidas por la norma NF F 74-001-4 (o equivalente).

Sin embargo, estas reglas se deben completar por las exigencias siguientes.

AP.3.4.1. ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

Completa el párrafo 4.1 de la norma NF F 74-001-4. Las exigencias definidas a continuación son aplicables a todo tipo de tarjeta sin distinción de si ésta asegura funciones de seguridad o no.

AP.3.4.1.1. COMPONENTES ACTIVOS CON REVESTIMIENTO PLÁSTICO.

Se puede autorizar el empleo de los componentes activos con revestimiento plástico después de una demanda de derogación con elementos justificativos y a reserva que los mismos se sometan al conjunto de las prescripciones definidas de la norma en vigor (especificación, selección...).

Entonces el STC podrá solicitar pruebas complementarias, en particular de envejecimiento y mediciones específicas de control de calidad del producto.

AP.3.4.1.2. LISTA DE LOS COMPONENTES.

AP.3.4.1.2.1. CONTENIDO.

Antes de todo desarrollo, se debe presentar al STC para aprobación una lista de componentes, el STC se reserva el derecho:

De demandar toda justificación necesaria para la toma de decisión,
De rechazar ciertos componentes o fabricantes.

Esta lista define para cada componente:

El tipo de componente,
Su referencia normalizada, a falta de la misma, la referencia fabricante,
El sistema de seguro de calidad normalizado con el que se fabrica,
Los fabricantes.

AP.3.4.1.2.2. UTILIZACIÓN DE LA LISTA DE LOS COMPONENTES

1 - Si un componente dado (excluyendo los condensadores químicos) es fabricado por al menos dos fabricantes con seguro de calidad normalizado (tipo CECC, CCQ), la equivalencia de los componentes es total y sólo estos componentes deben aparecer en la lista de los componentes.

2 - Si un componente dado es fabricado por un sólo fabricante con sistema de seguro de calidad normalizado (tipo CECC, CCQ) y fabricantes sin seguro de calidad normalizado, el conjunto de fabricantes seleccionados se inscribirá en la nomenclatura. Sin embargo, solamente el componente producido con seguro de calidad normalizado se monta en las tarjetas nuevas.
Las dobles fuentes son recursos para permitir que el mantenimiento asegure la perennidad del producto en caso de desaparición del componente con seguro de calidad.

3 - Si un componente dado sólo se fabrica sin sistema de seguro de calidad normalizado, se declara la equivalencia de las diferentes fuentes de los componentes.

AP.3.4.1.3. CONTROL DE LOS COMPONENTES EN ENTRADA.

Aunque cada tarjeta debe ser probada por el constructor antes de la recepción del material, el STC se reserva el derecho de solicitar un control eléctrico en ciertos tipos de componentes en el momento de su aprovisionamiento. Este control se debe definir caso por caso en función:
Del origen del componente,
Del carácter crítico del componente para una aplicación, en particular respecto a la seguridad y a la fiabilidad. Esto implica que, para ciertos tipos de componentes, se pude exigir un control unitario.
Del sistema de calidad con el que ha sido fabricado el componente,
De la organización interna de calidad del constructor,
De la posibilidad de prueba de funcionamiento del componente montado en la tarjeta,
De la complejidad del circuito.

AP.3.4.1.4. SEGUIMIENTO DE LOS COMPONENTES CON SEGURO DE CALIDAD.

Como este tipo de componente no comprende sistemáticamente la marca normalizada del sistema seguro de calidad con la que ha sido fabricado, el STC se reserva el derecho de pedir al Proveedor realizar la prueba que los componentes montados son efectivamente componentes con seguro de calidad. Para hacerlo, el Proveedor establecerá el seguimiento del componente desde su aprovisionamiento (por ejemplo conservando las actas de entrega de los componentes y sus embalajes) hasta la cadena de fabricación.

AP.3.4.2. EXIGENCIAS SOBRE LOS COMPONENTES.

Las exigencias de elección, tecnología, condiciones de utilización definidas en la norma NF F 74-001-4 (o equivalente) se deben completar por lo indicado a continuación.

AP.3.4.2.1. MICROPROCESADORES.

AP.3.4.2.1.1. ELECCIÓN DE LOS MICROPROCESADORES.

La utilización de los microprocesadores para realizar las funciones sólo está autorizada si ésta aporta ventajas notables, en comparación con un sistema clásico que no recurra a una programación por software para los diferentes aspectos de seguridad, de prestación, de disponibilidad, de adaptabilidad y de costo.

AP.3.5.2.6 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.

La intensidad máxima admisible en un conductor impreso no debe ocasionar un calentamiento superior a 10°C de este conductor en capa interna.

En la práctica, por ejemplo, en superficie sencilla, una limitación a 2 A por mm de ancho de conductor de espesor 0.035 mm satisface esta condición hasta un ancho mínimo de 2 mm.

AP.3.5.2.7 ENLACES ENTRE PLAQUITAS Y CONDUCTORES IMPRESOS

Si la masa de cobre de los enlaces que llega sobre una plaquita es demasiado grande, resulta necesario utilizar frenos térmicos.

El número máximo de enlaces admitidos en una plaquita es de 3.

La conexión directa sobre un conductor de gran ancho o sobre una zona conductora de gran superficie está prohibida.

AP.3.5.2.8 CIRCUITOS IMPRESOS PARA FUNCIONES TRATADAS EN SEGURIDAD INTRÍNSECA.

Todas las tarjetas o partes de tarjetas que comprenden funciones tratadas en seguridad intrínseca deben tener su circuito impreso realizado en superficie sencilla o doble superficie. Este imperativo no se cuestiona si estas tarjetas contienen también los circuitos integrados que pueden necesitar una parte de circuito impreso con un número de capas superior a 2.

AP.3.5.2.8.1 CIRCUITOS CON ELECTRÓNICA REPARABLE.

Únicamente se puede utilizar la clase 2.

Tomando en cuenta la obligación de respetar, mediante un trazado adecuado, la seguridad de funcionamiento de estos circuitos frente a posibles fallas que puedan afectar el circuito impreso, la única modificación a los principios generales precedentes es que la separación mínima entre bordes de las partes conductoras impresas de las capas (superficies) exteriores se ha aumentado a 0.6 mm, incluyendo todas las tolerancias, para las pistas cuya proximidad no presenta ningún riesgo contra la seguridad. Esta distancia toma el valor de 1.8 mm si la proximidad de dos pistas presenta un riesgo contra la seguridad y si este riesgo es imposible de eliminar.

AP.3.5.2.8.2 CIRCUITOS CON ELECTRÓNICA NO REPARABLE.

Los circuitos clasificados, con la aprobación del STC, dentro de esta categoría, están regidos por las condiciones generales precedentes de realizaciones de soportes impresos y sus capas (superficies) exteriores impresas que se deben proteger contra todas las agresiones mecánica, eléctrica y térmica directa a menos que el circuito esté cableado (revestimiento homologado). En el caso en que el cortocircuito entre dos pistas próximas pueda afectar la seguridad, se deberán separar los bordes de éstas de al menos 1 mm.

AP.3.5.2.9 CONECTORES DE CIRCUITOS IMPRESOS.

Los conectores de circuito impresos deben verificar las condiciones siguientes:

- Ser de brocas.
- Tener un paso entre brocas de 1.27 mm como mínimo.
- Tener, en el caso en que sea necesario un aislamiento galvánico funcional o destinado a garantizar la seguridad, entre brocas próximas, cuando la tensión de servicio nominal "U" de funcionamiento del aparato es inferior o igual a 50 V, un aislamiento a 2 000 V eficaces 60 Hz (ó 3 000 V continuos en cada sentido de polaridad). Si "U" es superior a 50 V, entonces tener entre brocas próximas un aislamiento a 2 U + 1 000 V eficaces 60 Hz (ó 2 U + 2 000 V continuos en cada sentido de polaridad).
- Asegurar un aislamiento total (moldeado, revestimiento) salvo en los lugares a soldar y conectables.
- Presentar una distancia mínima de 1 mm entre las partes eléctricas y mecánicas de fijación.
- Estar equipados con brocas estañadas si los mismos deben ser soldadas a circuitos impresos.

Los conectores se deben fijar mecánicamente, de otra forma que no sea mediante la soldadura de las conexiones eléctricas de enlace al circuito impreso, por remaches o por tornillos. El arqueo de las conexiones de salida deberá ser la realizada por el fabricante del componente.

Cuando los enlaces eléctricos entre dos aparatos se realizan por conectores, éstos deben, en particular, respetar las obligaciones siguientes:

- Ser realizados de forma flexible.
- El o los conectores machos deben encontrarse siempre en la parte desmontable y estar protegidos eficazmente respecto a las agresiones mecánicamente normales encontradas en las operaciones de manipulación y de almacenamiento a plano en cualquiera de las superficies del equipo.

AP.3.6 MONTAJE DE LOS COMPONENTES.

Al efectuar el control de las tarjetas electrónicas se controla la calidad de la realización:

- de todos los componentes o montajes particulares (por ejemplo, transformadores y circuitos impresos levantados) que requieren un examen caso por caso que debe tomar en cuenta los esfuerzos mecánicos (impactos y vibraciones) realmente sufridos.
- las fijaciones por medio del soporte deben ser tales que el desmontaje del componente no necesite desmontar el soporte.
- los componentes se deben implantar del lado (si existe) menos encobrado de la tarjeta (el estudio del circuito impreso debe tomar en cuenta esta restricción).
- cuando un modelo de componente equivalente hace las veces de segunda fuente de aprovisionamiento, pero con brocas diferentes, es obligatoria una doble implantación.
- salvo exigencia particular, el marcado de los componentes debe ser siempre directamente legible cuando éstos están montados en las tarjetas o partes de tarjetas realizadas con seguridad intrínseca.
- de otra forma, la implantación de los componentes no debe traducirse en una tasa de componentes con sus referencias ocultadas superior al 40%.
- Los componentes, incluso aislados, no deben tocarse entre sí; el espacio debe ser como mínimo superior a 0.5 mm; este espacio se debe aumentar en función de:
- Las diferencias de potencial.
- Del riesgo eventual de calentamiento de los componentes vecinos.
- Axomulco necesario para las herramientas de desmontaje o de extracción,(tornillería, circuitos integrados, ...).
- No deben presentar superposición en una vista de planta. Se deben mantener distantes en al menos 2 mm del borde de la tarjeta o del marco de sujeción, para las resistencias de pequeña potencia (inferiores o iguales a 1 W) se admite reducir esta distancia hasta 1.5 mm.
- La accesibilidad de todos los componentes debe ser fácil
- Cuando la tecnología de la caja del componente está prevista para este efecto, el componente se debe pegar contra el circuito impreso. Se deben considerar dos casos:

1- Componentes con salidas axiales.

Estos se deben pegar al circuito impreso después de la soldadura. Sin embargo, se admite que esté despegado ligeramente.
Los componentes con salidas axiales opuestas no se deben montar verticalmente.

2- Componentes con salidas radiales.
Estos deben estar levantados a fin de favorecer la subida de soldadura y eliminar el flujo después de la soldadura. Se recomienda utilizar componentes que tengan salientes que garanticen la sobreelevación.
En el caso contrario, se podrá utilizar un artificio tal como el arqueo mecánico del hilo, el montaje del intercalar definitivo, etc...

Por regla general los componentes se deben implantar sobre la superficie mayor paralelamente al circuito impreso (caso de los condensadores con armaduras metalizadas controlables en particular).

En todos los casos, es imperativo que el pegado incorrecto de un componente no disminuya las distancias de aislamiento previstas en su concepción.

Se deberán tomar precauciones particulares al efectuar el cableado de un componente con revestimiento de cerámica o vitrificado, ya que éste es muy frágil a nivel de las salidas.

La implantación de los componentes ajustables o ajustados (resistencias, condensadores...) debe realizarse por medio de soportes (cuñas, plots de horquillas, columnas...). Es necesario un bucle de expansión para absorber las variaciones que resultan de las dilataciones y contracciones de hilos al efectuar la soldadura y los esfuerzos durante los impactos térmicos.

El arqueo de las conexiones debe ser tal que:

a) El comienzo del plegado de la conexión de un componente no se acerque al cuerpo del componente a menos de 2 mm en el caso de arqueo manual ó 1 mm en el caso de arqueo con máquina.

b) El radio de arqueo interior debe ser, si d es el diámetro del hilo del componente:
   - Superior o igual a d para los materiales dúctiles (cobre, plata, ...).
   - Superior o igual a 2d para los otros materiales (latón, kovar, dumet, ...) salvo especificaciones particulares del fabricante.

c) Las conexiones de los componentes que no presentan al desnudo el metal de base ni inicio de ruptura.

d) La longitud del hilo en el eje del cuerpo debe ser equivalente a ambas partes del componente a + 2 mm aproximadamente.

Los procedimientos de arqueo o de premoldeado del hilo de los componentes destinados a mantener estos últimos alejados de los circuitos impresos, sin interposición de espaciadores o intercalares, deben ser previamente aprobados por el STC.

Para los componentes cuyo diámetro (o cuyo ancho o sector) del hilo es disminuido por concepción a cierta distancia del cuerpo, el arqueo se efectuará en la zona de menor diámetro, salvo especificaciones particulares del fabricante.

Se prohíbe toda deformación del hilo de los componentes que no sean las deformaciones precisadas en este documento.

Las sobre elevaciones por arqueo mecánico de los hilos son preferibles a los intercalares. Esta prohibida el arqueo del lado soldadura, en el caso de montaje de los componentes con intercalares. No obstante, el montaje de los intercalares (transistores, cajas DIP o DIL,...) debe respetar las reglas del oficio.

AP.3.6.1 CORTE DE LOS HILOS.

El corte de los hilos por pinza manual o por máquina debe cumplir las normas del oficio. Sin embargo, se recomienda cortar los hilos de los componentes antes de la soldadura, ya que esto permitirá, en el caso de la soldadura por onda, asegurar la protección del corte sin repetir la soldadura.

Cualquiera que sea el modo de corte seleccionado, se deberán cumplir los límites enunciados a continuación para la altura final de los hilos referenciados respecto a la superficie del circuito impreso del lado soldaduras:
Altura mínima: 0.8 mm
Altura máxima: esta cota funcional depende del gálibo disponible; será como máximo igual a 3 mm.
Si la longitud del hilo, después de la soldadura, es superior a 3 mm, los mismos se deberán cortar después de la soldadura.

En ningún caso se cortarán los hilos de los osciladores de diapasones, de los cuarzos y de los conectores antes de la soldadura y consecuentemente se podrán cortar después, salvo prescripciones contrarias del fabricante o del STC.

La tarjeta impresa debe responder a las prescripciones de la norma NF C 93 713 (o equivalente). Si los fabricantes no son homologados, los circuitos impresos deben ser objeto de pruebas. Los métodos de prueba se deben seleccionar en primer lugar dentro de la norma CEI 326-2 o equivalente. Las tarjetas multicapas deben someterse a pruebas de homologación y de control según las prescripciones de la norma NF C 93 706 o equivalente. Se deben prever circuitos de prueba para cada lote de circuitos impresos.

AP.3.5.1.1 MATERIALES DE BASE PARA CIRCUITOS RÍGIDOS.

Entre los materiales de base definidos por la norma NF C 93-751 y el documento UTE C 93-751 U asociados a la norma CEI 249-1-3/1, los modelos seleccionados son:

a - Circuito superficie sencilla
- referencia del modelo50 EP GC 2 CU (especificación 50)
- espesor mínimo del cobre 0.035 mm
- espesor total ([8]) 1.6 mm, clase de tolerancia sobre el espesor: 2 ([9])
- acabado de superficie normal

b - Circuito doble superficie
- referencia del modelo50 EP GC 2 CU (especificación 50)
- espesor mínimo del cobre 0.035 mm
- espesor total (1) 1.6 mm, clase de tolerancia sobre el espesor: 2 (2)
- acabado de superficie normal

c - Circuito de soporte estratificado
- referencia del modelo52 EP GC 2 CU (especificación 52)
- espesor mínimo del cobre 0.035 mm para las capas internas y externas
- espesor total de la tarjeta impresa 1.6 mm, tolerancia a especificar por el fabricante, acabada (1) para garantizar la intercambiabilidad de la tarjeta
- acabado de superficie normal

NOTA: También se pueden seleccionar los modelos equivalentes descritos en las publicaciones de la norma CEI 249.

[8]) En caso de necesidad, se pueden seleccionar los espesores 2.4 y 3.2 mm.
[9]) La clase de tolerancia sobre el espesor en el sentido de la **norma NF C 93-751**.

Se deben seleccionar en primer lugar los soportes estratificados homologados, de la lista de los componentes electrónicos con seguro de calidad del documento UTE C 00-191 o de la lista CECC 00-200.

AP.3.5.1.2 Dimensiones de la impresión conductora

La clase de grabado en el sentido de la norma NF C 93-713 o equivalente caracteriza la densidad de interconexión por superficie o por capa según criterios que se relacionan con las dimensiones y con la posición relativa de la impresión conductora y de los orificios.

La misma se selecciona entre las categorías 2 y 3 de la norma NF C 93-713.

La utilización de clases superiores sólo está autorizada para realizaciones específicas que hayan sido objeto de un acuerdo del STC; por ejemplo: clase 4 para tarjeta madre, BUS estándar, tarjeta microprocesador, etc...

Para los criterios de reparación, se recomienda, cada vez que esto sea posible prever longitudes de conductores y diámetros de plaquitas que se aproximen a la clase 1.

AP.3.5.1.3 ORIFICIOS Y PLAQUITAS.

AP.3.5.1.3.1 ORIFICIOS.

Las tarjetas impresas deben ser de orificios metalizados, con plaquitas en cada una de las superficies, incluso si los conductores figuran solamente en una superficie.

La holgura entre el diámetro de los orificios metalizados y el diámetro normalizado de las conexiones de los componentes debe estar comprendida entre 0.2 y 0.4 mm.

Para los circuitos multicapas, los orificios metalizados que aseguran un enlace con una (o varias), capa(s) interna(s) no debe(n) servir para la conexión de los componentes (incluyendo los conectores), cuando el diámetro de sus salidas es superior a 1 mm.

AP.3.5.1.3.2 PLAQUITAS.

Los collares de las plaquitas son tan grandes como lo permiten las exigencias de la soldadura.

En ningún caso, el ancho del collarín de las plaquitas es inferior a 0.2 mm de concepción.

En ningún caso, debe haber un estrechamiento de las pistas en la conexión con la plaquita.

AP.3.5.1.4 REVESTIMIENTO DE ACABADO.

El cobre nunca debe quedar sin protección; las partes que deban servir de soporte a una soldadura deben ser estañadas.

AP.3.5.1.4.1 REVESTIMIENTO METÁLICO DE ACABADO.

Los revestimientos seleccionados son aleaciones refundidas estaño - plomo 63-37 o 60-40 definidas por la norma NF C 90-550 o equivalente.

AP.3.5.1.4.2 REVESTIMIENTO TEMPORAL.

Cuando se aplica un revestimiento temporal sobre una tarjeta impresa, el mismo se debe retirar enteramente antes de la limpieza y la aplicación del barniz de acabado.

AP.3.5.1.4.3 REVESTIMIENTO PERMANENTE - BARNIZ AISLANTE.

Normalmente este revestimiento se debe aplicar sobre pistas previamente estañadas. En el caso en que se aplique sobre pistas de cobre desnudo, la unión plaquita estañadas - barniz aislante debe realizarse perfectamente: debe haber un desbordamiento de este revestimiento sobre las partes estañadas.

La utilización de un revestimiento permanente está subordinada a su calificación. En particular, se trata de las pruebas de tipo definidas en un programa de pruebas sometido a la aprobación del STC.

AP.3.5.2 REGLAS COMPLEMENTARIAS DE CONCEPCIÓN.

AP.3.5.2.1 REGLAS MECÁNICAS - DIMENSIONES DE LAS TARJETAS IMPRESAS.

Las dimensiones se precisan en la norma NF F 61-005 (o equivalente), para las tarjetas que se conectan, montadas en cajón, en bandeja o en bastidor. Para los otros tipos de tarjetas, las dimensiones se adaptan a las necesidades.

AP.3.5.2.2 IMPLANTACIÓN DE LOS COMPONENTES.

La implantación se debe efectuar respetando el sistema de rejilla definido por la norma CEI 97 (o equivalente) y estar al paso de 1.27 mm. Esta disposición no concierne a los componentes con paso métrico.
Los componentes con salidas axiales están obligatoriamente montados paralelamente a la superficie de la tarjeta. El espacio entre los componentes debe tomar en cuenta sus cubiertas máximas normalizadas.

Este espacio se debe aumentar en función:

De las diferencias del potencial,
Del riesgo de calentamiento de los componentes vecinos, que ocasiona una disminución de la fiabilidad,
De la densidad de componentes que conduce a una elevación de la temperatura en el substrato del circuito impreso superior a 20°C,
Del acceso necesario para las herramientas de prueba y de reparación.

La concepción de la tarjeta, (ubicación de los componentes, envío) debe tomar en cuenta las exigencias de la compatibilidad electromagnética, por ejemplo:

Alejamiento de los conductores sometidos a potenciales muy diferentes situados en zonas opuestas de la tarjeta (nivel lógico y tensión batería,...),
Reducción de los conductores.

El paso de los conductores bajo el cuerpo no aislado de los componentes se autoriza a condición:

Bien de alejar el componente de la tarjeta (distancia 21.5 mm),
Bien de intercalar un aislante inamovible.

AP.3.5.2.3. ZONAS NEUTRALIZADAS PARA LA GUÍA DE TARJETA.

Estas zonas están definidas por las prescripciones de la norma NF F 61-005 o equivalente. En el caso de tarjetas impresas no conforme a las prescripciones de esta norma, no se deberá implantar ninguna impresión conductora en las zonas sometidas a frotamientos mecánicos.

AP.3.5.2.4 INESTABILIDAD DIMENSIONAL Y ASPECTO TÉRMICO.

La concepción de las tarjetas electrónicas debe tomar en cuenta la repartición de las capas conductoras para reducir el efecto de inestabilidad dimensional de los materiales de base.

La implantación de los componentes debe conducir a un equilibrio mecánico y término de la tarjeta. Se deben realizar todos los esfuerzos para evitar puntos calientes o elevaciones excesivas de temperatura en las tarjetas.

Para hacerlo, se recomienda al implantar los componentes disipadores:

- Distanciarlos unos de otros.
- Ponerlos lejos de los componentes sensibles a la temperatura (condensador, electrolíticos,...).
- Levantar los componentes que no cuentan con enfriador.
- Unir mecánicamente el enfriador eventual del componente al que está asociado. La utilización de enfriador fijado por simple presión en la caja del componente está prohibida en los equipos de seguridad. Se prohíbe el empleo del enfriador pegado.
- Soldar la cabeza de un tornillo que sirva para el paso de la corriente de la misma forma que una conexión del componente, si no se puede garantizar el par de apriete. Además, el cambio del componente no debe requerir el desmontaje previo de otro componente.
- Tolerar el empleo de grasa silicona, entre la caja y enfriador, aunque ésta no se debe tomar en cuenta en el dimensionamiento del enfriador. Se admite el empleo de intercalares aislantes eléctricos. No obstante, sus presencias se deben tomar en cuenta en el dimensionamiento del enfriador.
- Iniciar los análisis térmicos y pruebas a alta temperatura desde la concepción misma de las tarjetas.

AP.3.5.2.5 CONEXIÓN.

Las tarjetas impresas se conectan de conformidad a las prescripciones de la norma NF F 74-001-2 o equivalente.

Además las características eléctricas de funcionamiento de los circuitos microprocesadores y circuitos asociados así como las precauciones a tomar para el mantenimiento, el almacenamiento y el montaje serán las recomendadas por los fabricantes.

La elección de la familia de los circuitos microprocesadores deberá ser sometida al STC para su aprobación, inclusive para los materiales vendidos por catálogos.

AP.3.4.2.1.2. UTILIZACIÓN DE LOS MICROPROCESADORES EN LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD.

La utilización de microprocesadores, que son circuitos de lógica secuencial programable con un alto nivel de integración, para la realización de funciones de seguridad, implica que la seguridad se realice y demuestre a nivel global, tanto sobre el plano material, como sobre el plano software.

AP.3.4.2.1.3. OBLIGACIONES ADICIONALES.

Para ayudar a la detección de las averías en los circuitos que utilizan microprocesadores con sus componentes asociados, estos circuitos deberán comprender los órganos o dispositivos electrónicos de ayuda al mantenimiento, como son:

La salida al conector, a través de circuitos adaptadores (buffers) de las Líneas de BUS
Un indicador de reparación rápida integrado en la tarjeta
Un dispositivo de autoprueba al poner bajo tensión la tarjeta
Una interface de entrada - salida normalizada V24, independiente, que permitirá la conexión de periféricos.

AP.3.4.2.2. EMBOBINADOS.

Se trata de inductancia, de transformadores, de relés, etc...

Todas las precauciones deberán ser tomadas para que el aislamiento prescrito en el presente documento se garantice cualquiera que sea la temperatura ambiente. Es deseable una impregnación al vacío, después del secado de los enrollados y de los circuitos magnéticos.

- La energía consumida en los embobinados nunca deberá tener por efecto aumentar los puntos más calientes de éstos, para toda la gama de temperatura ambiente especificada, a una temperatura superior a 110°C.
- Cada bobina o su revestimiento lleva, de una forma indeleble y visible, ya sea el valor de su resistencia nominal, el diámetro del hilo y el número de espiras o bien una identificación que remite a una ficha técnica.

Para las bobinas cuyo hilo presenta un diámetro inferior a 0.30 mm, los hilos de entrada y de salida están constituidos, ya sea:

Por conductores flexibles aislados, de ramales múltiples, cuya sección útil es al menos igual a 0.34 mm2

- Su conexión se realiza mediante soldadura de estaño absolutamente neutra, sobre piezas previamente estañadas y en condiciones tales que la continuidad eléctrica, tanto como la adherencia mecánica de las soldaduras, estén perfectamente aseguradas, quedando entendido que ésta debe encontrarse después de aislamiento completo con una envoltura termo - retractable aprisionada en el embobinado.

- A partir del hilo del embobinado replegado sobre sí mismo (número impar final de hilos), a condición que una parte de este resultado realice la última espira del embobinado, que la parte restante conectada a un borne de entrada o de salida no esté tensa y que su sección útil sea al menos de 0.50 mm^2, el conjunto debe estar torcido.

En todos los casos y cualquiera que sea el diámetro del hilo de embobinado, el empalme a las conexiones de entrada y de salida debe realizarse de forma no tensa; ya sea previendo una vuelta muerta al interior del embobinados o bien realizando un semibucle en el exterior del embobinado.

Las bobinas se deben montar de tal forma que no puedan desplazarse respecto a los núcleos o a los circuitos magnéticos bajo influencia de las vibraciones y de los golpes; las bobinas pueden ser impregnadas o no. En el caso de no impregnación se deben tomar todas las precauciones a fin que el embobinados sea insensible a la humedad.

Las carcazas, los productos de impregnación y los diversos aislantes utilizados durante el montaje deben ser a base de productos neutros, que no destilen hasta una temperatura de 130°C.

Se acepta el empleo de cinta autoadhesiva termo - endurecible para el recubrimiento de los enrollados o los aislamientos entre capas al realizar la confección de los embobinados, a reserva que los esfuerzos normales de temperatura, a las que estará sometida la cinta durante el funcionamiento de los circuitos, sean compatibles con las prescripciones del fabricante conjuntamente con un factor de carga de 0.8.

AP.3.4.2.2.1. RESISTENCIA EN TEMPERATURA.

El funcionamiento, dentro de la gama de temperatura debe garantizarse por doquier, con una tasa de carga en temperatura < 0.9.

AP.3.4.2.2.2. APLICACIÓN DE LAS FERRITAS.

Se deberán tomar precauciones particulares durante el montaje de las ferritas, en particular será conveniente evitar:
Las temperaturas superiores a 125°C para todos los tipos de ferritas
La imantación y todos los tipos de impacto magnético, continuos o alternos, en particular para las ferritas HF
Los impactos térmicos (en particular temperaturas de impregnación)
Los impactos y las resistencias mecánicas cualquiera que sea la ferrita.

Además, los dispositivos de ferrita destinados a recibir enrollados aislados galvánicamente deben comprender una cantidad suficiente de ranuras para respetar las condiciones de resistencia en tensión respecto a los hilos de salida. Además, los dos extremos de un mismo enrollado deben salir del dispositivo por la misma ranura.

Si es necesaria una impregnación del embobinado se vigilará que al realizar esta operación la bobina no esté montada en su núcleo.
Está prohibido el ajuste del entrehierro por frotación.

Las diferentes partes que componen el circuito magnético deben sujetarse mecánicamente en posición de forma eficaz y duradera.

La presencia de un núcleo de regulación impone que su inmovilización sea efectuada después de una regulación por una cera o un barniz.

Tomando en cuenta las vibraciones mecánicas que se encuentran en el campo ferroviario y para garantizar un buen funcionamiento eléctrico, se debe utilizar revestimiento con alta estabilidad mecánica. Al efectuar este ensamblaje, la fuerza aplicada sobre las superficies portadoras deberá respetar las especificaciones de las normas NF F 01-510 (o equivalente) y NF F 05-510 (o equivalente).

Si no se dispone de revestimiento de alta estabilidad mecánica, entonces se podrá utilizar otro tipo de revestimiento a reserva que:
Los dos enrollamientos estén ensamblados por adherencia a la bobina con una resina apropiada,
La ferrita esté protegida integralmente por una caja o una tapa metálica.

AP.3.4.2.3 INDICADORES LUMINOSOS.

La tasa de carga para los indicadores de incandescencia se define como la relación de la tensión realmente aplicada respecto a la tensión nominal de la lámpara. La misma no debe exceder 0.8.

Para los indicadores luminosos de neón u otros tubos de descarga, es la relación de la tensión máxima de utilización respecto a la tensión nominal de utilización quien constituye la tasa de carga. Esta no deberá exceder 0.9.

Los colores del indicador luminoso deben satisfacer el sistema de referencia colorimetría del STC Internacional de Iluminación (colores ordinarios).

AP.3.4.2.4 TERMISTANCIAS (CTN Y CTP).

Estos componentes sólo se admiten acompañados de una justificación de su interés técnico:
La temperatura máxima de funcionamiento nunca debe exceder 120°C en toda la gama de temperatura ambiente prevista,
Está prohibido el montaje de varios CTP en serie, para obtener ya sea, una tensión máxima más elevada o bien una disipación mayor,
Está prohibido el montaje en paralelo de varios CTN, para obtener una disipación mayor.

AP.3.4.2.5 CUARZO.

El nivel de excitación medido en la resonancia, debe ser de 0.10 mW ± 0.05 mW.

La elección del tipo de resonador debe ser compatible con el entorno mecánico (vibraciones, golpes, sacudidas).

El acondicionamiento se realizará al vacío en una caja metálica con cierre en frío (Coldweld).

AP.3.4.2.6 TIRISTORES.

Se trata de tiristores tríodo bloqueados en inverso. Pueden ser de tipo P o de tipo N. Todos los tiristores empleados deben:
Responder a las normas CECC 50-010 y 50-011 o equivalentes,
Haber sido sometidos a una prueba de bloqueo a la temperatura máxima de unión especificada por el fabricante. Esto permitirá medir el valor de la corriente continua en el estado bloqueado (ID) en la tensión

de cresta en el estado bloqueado (VDWM) establecido por el fabricante, el valor medido debe ser conforme al indicado en su catálogo.

El empleo del tiristor deberá ser tal que:
Las restricciones estipuladas por el fabricante para el circuito de disparo se respeten,
La temperatura de unión no exceda nunca 100 °C cualquiera que sea la temperatura ambiente exterior.

Además, para limitar:

La velocidad crítica real de crecimiento de corriente al estado pasa (dI/dt) al 50% del valor límite garantizado, a la temperatura de unión máxima, el fabricante deberá prever, si procede, la inserción de un circuito limitador en el circuito ánodo - cátodo, por ejemplo, una inductancia saturable.

La velocidad crítica real de crecimiento de la tensión en el estado bloqueado (dV/dt) al 50% del valor límite garantizado, a la temperatura de unión máxima, el fabricante deberá, si procede, prever el establecimiento de un sistema amortiguador entre ánodo y cátodo (RC serie asociada o no con un diodo en paralelo en R) asociado o no a una resistencia entre gatillo y cátodo.

Por último el montaje en serie de los tiristores está subordinado a un acuerdo previo del STC sobre las prestaciones de los circuitos de encendido, de igualación de los esfuerzos durante los regímenes transitorios (encendido y apagado) y de equilibrado.

Para los tiristores bloqueables por el disparo (GTOT) se repiten las prescripciones enumeradas anteriormente.

Sin embargo, en lo que respecta al circuito de disparo se vigilará que se sigan las indicaciones del fabricante, en particular en lo que respeta la velocidad de crecimiento de la corriente de disparo.

Además, se deberá prever un circuito de ayuda a la conmutación que permita limitar el dV/dt en el apagado, con una carga inferior o igual a 0.4.

AP.3.4.2.7 CIRCUITOS INTEGRADOS.

La utilización de los circuitos integrados está subordinada al cumplimiento de las prescripciones siguientes:

- La regla, en particular para este tipo de componente, es limitarse a aquellos cuya tecnología está consagrada por una larga experiencia en la industria y de la que se conoce muy bien el comportamiento en todo medio y todo entorno previsto en su utilización.

- Tomando en cuenta la multiplicidad de tecnologías y de métodos de fabricación de los que dependen los circuitos integrados, los fabricantes deberán resolver correctamente los problemas de compatibilidad entre los diferentes circuitos (velocidad de conmutación, impedancia de entrada, umbrales de entrada, impedancias de salida, niveles de salida...) y hacer los más homogéneo posible el sistema global (tensiones de alimentación, gamas climáticas...). Las elecciones tecnológicas deberán someterse al STC al comienzo del estudio para su aprobación.

- El STC podrá, para ciertos componentes, solicitar una o varias pruebas particulares antes de pronunciarse sobre la conveniencia de sus utilizaciones.

- Los circuitos de tecnología CMOS deben ser seleccionados para satisfacer como mínimo la gama de temperatura de funcionamiento - 10℃ a + 70℃. En caso de necesidad, se recurrirá a la gama militar.

- Las precauciones a tomar para el almacenamiento, el traslado y el montaje de estos dispositivos serán los recomendados por los fabricantes (en particular para las tecnologías MOS y CMOS); el STC se reserva todo derecho de verificar sus aplicaciones correctas.

- El empleo de circuitos integrados, para los que resulta imposible simular sencillamente todas las averías, sólo está admitido en la realización de un circuito de seguridad, si la función de seguridad se satisface al nivel global o parcial de la función a realizar. El fabricante deberá demostrar que se ha alcanzado este objetivo.

AP.3.4.2.8 RELÉS ELECTROMECÁNICOS.

Los relés electromecánicos no controlados empleados en las instalaciones de señalización y de modos de conducción estarán conforme a las normas NF F 70-030 y NF F 70-031.

AP.3.4.2.9 ENLACES POR FIBRAS ÓPTICAS

El STC no tiene ninguna objeción de principio a formular en cuanto a su utilización; sin embargo, se deben respetar las restricciones siguientes:

- A nivel del sistema: acuerdo del STC sobre su arquitectura

- A nivel de las fibras ópticas: utilizar productos normalizados CCITT o CEI o equivalente

- A nivel de los cables: todos los cables utilizados deben responder a lo indicado en el Apéndice 4 - Especificación técnica de los cables de fibras ópticas

- A nivel de los emisores y de los receptores: tomar imperativamente los materiales industriales existentes. En lo que respeta a los caudales de informaciones en Línea, respetar los caudales normalizados (2 Mbits, 34 Mbits, 140 Mbits) previendo también una evolución posible de ésta para la elección completa del sistema

- A nivel de la instalación en el sitio: los métodos de conexión de fibras ópticas deberán ser previamente presentados al STC para su aprobación.

AP.3.4.2.10 TECNOLOGÍA HIPERFRECUENCIA.

El STC no se opone al empleo de la tecnología de hiperfrecuencia, a reserva que se tomen en cuenta las restricciones siguientes:

- Asegurar la compatibilidad electromagnética de los planos interno y externo al campo de la red del STC de México

- Cumplimiento de las reglas del oficio propias de estas tecnologías

- Empleo de cables coaxiales industriales adaptados a las prestaciones requeridas, en particular frecuencia y atenuación

- Utilización de un conjunto de conexión apropiado para los cables coaxiales (frecuencia, impedancia, atenuación)

- Las tarjetas o módulos electrónicos hiperfrecuencias deberán ser fácilmente desconectables sin que sea necesario, según proceda, atornillar o destornillar manualmente los puntos de empalme eléctrico; esto impone el empleo de conexiones de racks con autoposicionamiento de los contactos macho/hembra (está prohibido el empleo de conexiones sistema push-pull).

AP.3.5 CONCEPCIÓN Y REALIZACIÓN DE LAS TARJETAS IMPRESAS.

AP.3.5.1 PRESCRIPCIONES GENERALES Y DEFINICIÓN.

En primer lugar, los fabricantes de tarjetas impresas se seleccionan, en la lista de los fabricantes de productos homologados del documento UTE C 00-191 o del documento CENELEC CECC 00-200.

NOTA: Excepcionalmente se admite una altura superior o igual a 0.5 mm para ciertos componentes, sin preparación de corte (ejemplo: soporte de relé con intercalar) únicamente en el caso de circuito con orificios metalizados.

AP.3.6.2 MONTAJE DE LOS TRANSISTORES.

Se distinguen dos casos, según si el transistor utilizado es o no de potencia.

AP.3.6.2.1 TRANSISTORES DE POTENCIA.

La clasificación "de potencia" esta en conformidad a la clasificación efectuada por el fabricante del transistor.

Todos los transistores que disipan su potencia nominal, a la temperatura ambiente de 25°C, pueden elevar localmente la temperatura del circuito impreso en más de 20°C, por lo que no se deben pegar contra el circuito impreso. Se deben montar sobre un radiador metálico.

El dimensionamiento de este último debe ser tal que a su vez tampoco provoque un calentamiento de más de 20°C del circuito impreso. Además, la concepción y el montaje del radiador deben ser tales que el desmontaje del transistor sea posible sin retirar, incluso parcialmente, el dispositivo de enfriamiento.

El montaje de los transistores de potencia debe satisfacer las directrices siguientes:

- El ennegrecimiento de la superficie de un radiador sólo se puede seleccionar si el procedimiento es aprobado por el STC (se autoriza la oxidación anódica)
- Si la superficie radiante del radiador está pintada, el STC considera que esta última es brillante
- El contacto entre el radiador y el transistor se debe realizar sobre toda la superficie del transistor prevista para este efecto
- El empleo de grasa silicona con alta conducción térmica para disminuir la resistencia térmica caja-radiador está subordinada a un acuerdo previo del STC. Sin embargo, no se deberá tomar en cuenta en el cálculo de la resistencia térmica caja - radiador
- El único aislante admitido para distanciar, con espaciadores, el radiador del circuito impreso es el teflón. La separación radiador - circuito impreso se puede obtener por pequeñas columnas conductoras, a condición que éstas respeten las normas de distancia con los otros conductores desnudos; esta disposición debe ser excepcional

- La utilización del circuito impreso, incluso convenientemente dimensionado, para realizar un radiador, está formalmente prohibida

- Los hilos de un transistor de potencia no se deben reducir en longitud, salvo cuando la tecnología lo permite

- La utilización del chasis metálico como radiador está subordinada a una autorización previa del STC.

NOTA: Estas disposiciones evidentemente son aplicables a cualquier otro componente de potencia, tales como diodo, tiristor, etc...

AP.3.6.2.2 TRANSISTORES QUE NO SON DE POTENCIA.

En ningún caso estos transistores estarán equipados con radiador.
Deben ser alejados del circuito impreso, del lado de los componentes, utilizando ya sea:

- Un espaciador o intercalar en material aislante, a reserva que este último sea autoextinguible.
- El preformado de los hilos.

En el caso particular de los transistores con efecto de campo de tecnología MOS, es necesario tomar precauciones específicas para no dañar estos componentes al efectuar las manipulaciones y la soldadura.

AP.3.6.3 ENLACES CON EL CIRCUITO IMPRESO.

Los enlaces con el circuito impreso deben realizarse únicamente con los hilos en los casos en que todos los electrodos sean accesibles. Para el colector de transistores de potencia, se podrá asegurar este enlace según si el circuito impreso está barnizado o no, es decir:

- Con un guardacabos de conexión, a engastar, o a soldar convenientemente fijado sobre el electrodo (está prohibido utilizar hilos de enlace suplementarios).

- Por medio de un tornillo torneado, arandela plana, aislador termoconductor, arandela de bloqueo y tuerca.

Se debe asegurar a nivel del circuito impreso un marcado del electrodo emisor o de fuente y esto cualquiera que sea el tipo de transistor y de caja utilizados.

El constructor está obligado a respetar la separación entre electrodo establecida por el fabricante del componente salvo si esta separación contraviene las reglas aplicables a los elementos de seguridad. En este caso, la utilización del componente está subordinada al acuerdo previo del STC.

Observación importante: En el caso en que un componente sólo pueda ser aprovisionado con salidas doradas, éstas deben estañar antes del montaje.

El cuarto electrodo identificado "C" en los catálogos, conectado a la caja de transistores con efecto de campo, siempre debe estar al potencial del electrodo común (drenaje o fuente) o tratados según las prescripciones del fabricante del componente.

AP.3.6.4 MONTAJE DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.

Salvo prescripción particular (entorno mecánico severo), las conexiones de salida de un circuito integrado en ningún caso deben ser soldadas si su cantidad es superior a 16. En este caso, el enlace con el circuito impreso se debe efectuar obligatoriamente por medio de un soporte adaptado al componente. Según la tecnología del soporte, el STC podrá demandar una sujeción unida al componente, sobre éste, por un sistema mecánico independiente del apriete de las conexiones de la caja.

Los soportes que no sean los de contacto de tipo "Tulipán" ya aprobados y las fijaciones evocadas anteriormente deberán haber recibido la aprobación del STC (están prohibidos los soportes de contacto de tipo Lyra). Todos los circuitos integrados de interface con el BUS, cualquiera que sea el número de conexiones de salida se deben montar sobre soportes aprobados.
Se autoriza la sobreelevación de los circuitos integrados por arqueo de apoyo, de preferencia a la colocación de intercalares.

AP.3.7 MONTAJE - CABLEADO – MARCADO.

Las reglas correspondientes a los montajes, cableados, marcados, se definen en la norma NF F 74-001-2 o equivalente.

Estas prescripciones se deben completar por las recomendaciones o exigencias siguientes:

- Los enlaces eléctricos externos de los equipos que no sean de seguridad (enlaces Entrada/Salida) se deben efectuar por medio de elementos de conexión desconectables de los que una parte, macho o hembra, debe estar unida mecánicamente a estos aparatos. El mantenimiento de primer nivel (desmontaje y reemplazo de los equipos defectuosos) debe efectuarse fácilmente interviniendo sólo sobre los elementos de conexión.

- La conexión de los conductores (de Entrada/Salida) a los equipos puede realizarse utilizando los elementos de conexión siguientes: clips, virolas, guardacabos, bornes, prolongadores, lengüetas, plots, acopladores, conectores o tomas. Según la necesidad, estos elementos de conexión pueden presentarse en forma desnuda, preaislada o aislada. La elección del tipo de conexión y de su forma está subordinada a un acuerdo previo del STC.

AP.3.7.1 ENGASTE.

AP.3.7.1.1 REGLAS GENERALES.

El engaste se debe realizar utilizando un elemento de conexión a engastar compatible con la sección del conductor (respeto del calibre mínimo y máximo del contacto).

El tipo de contacto a engastar debe ser igualmente compatible con el órgano que lo recibirá.

El conductor utilizado debe ser un conductor de composición flexible, es decir, multiramales y conforme a las prescripciones generales y particulares del presente documento.

Las herramientas utilizadas para la aplicación (pinza, estampa, posicionador o "inserción", herramientas de inserción y de extracción) deben ser conforme a las prescripciones del fabricante del contacto a engastar.

Previamente al engaste, el desguarnecido de los conductores forrados con una pinza para desguarnecer se debe efectuar a una distancia igual o superior a una vez el diámetro del conductor a la longitud del astil.

Para garantizar que todos los hilos de un conductor han entrado efectivamente en el astil, se recomienda torcerlos ligeramente antes.

Está prohibido engastar en el mismo astil varios conductores. En el caso en que haya necesidad de realizar un encadenamiento de potencial, entonces se utilizará una caja de bornes adecuada o una barra BUS (caso de las alimentaciones).

Hay que respetar el código de los colores y utilizar la estampa adecuada en el caso de los guardacabos o clips a engastar preaislados.

Hay que ir hasta el extremo del desenganche de la pinza para engastar.

AP.3.7.1.2 REALIZACIÓN DEL ENGASTE.

Al realizar el engaste, se vigilará muy particularmente a que sólo aparezcan a nivel del astil las deformaciones previstas por la estampa. En el caso de astil cilíndrico, el engaste debe repartirse a 90°C sobre el contacto (engaste en 4 puntos).

Sin embargo, el engaste no debe provocar; el corte de ninguno de los ramales del conductor, ocasionar el desbordamiento de ninguno de los ramales del conductor, romper el aislamiento de los guardacabos preaislados, hacer invisible la parte del conector desguarnecida (longitud del desguarnecido demasiado corta) y presentar una parte del conductor desguarnecido fuera del astil superior al diámetro del alma conductora (longitud del desguarnecido demasiado larga o no inserción hasta el fondo del astil del conductor a engastar).

Cuando se utiliza una herramienta de inserción, se vigilará muy particularmente al colocarse antes de apoyar el hilo en la ranura prevista para este efecto, lo que permite evitar dañar el aislante.

AP.3.7.2 SOLDADURA.

AP.3.7.2.1 REGLAS GENERALES.

Estas reglas son definidas por la norma UTE C 93-703 U o equivalente.

Cualquiera que sea el elemento de conexión para soldar seleccionado, éste debe comprender un orificio de desgasificación.

Previamente a la soldadura, se deberá efectuar el desguarnecido con una pinza para desguarnecer de forma tal que se prevea un freno térmico, consistente en un desguarnecido complementario de 1 a 2 veces el diámetro del conductor, para proteger el aislante respecto a una subida de la soldadura bajo el forro.

A fin de garantizar que todos los ramales de un conductor flexible van a entrar efectivamente en el interior del elemento de conexión a soldar, se recomienda torcerlos ligeramente antes.

Todas las partes a ensamblar deben ser cuidadosamente estañadas antes de la soldadura. Se brindará una atención particular a esta operación en el caso de los conductores multiramales a fin de garantizar el estañado a fondo. Un estañado exterior al astil de un conector se acepta a condición que la soldadura se extienda hasta su base y que la distancia de aislamiento no se reduzca por un sobre espesor de la soldadura importante alrededor de dos bornes vecinos.

Si un conductor está soldado sobre un borne cilíndrico con reborde, éste se debe enrollar en 180° como mínimo a 270° como máximo y en contacto alrededor de este borne.

Si un conductor está soldado sobre un borne cilíndrico hendido o sobre un plot, éste debe exceder la ranura o el plot, excluyendo freno térmico, de una longitud comprendida entre d/2 y 2d; siendo d el diámetro del conductor.

Si un conductor está soldado sobre un guardacabo de borne o gancho, éste debe pasar a través del ojo que no constituye un freno térmico y excederlo de una longitud comprendida entre d/2 y 2d, siendo d el diámetro del conductor.

Si un conductor está soldado en un borde de astil hueco, éste debe venir a topar el fondo del borne. El diámetro del conductor debe ser inferior al diámetro interior del borne, para obtener una buena fijación de la soldadura sobre las paredes de este borne y nunca debe ser inferior a más del 50% del diámetro interior del astil. Si este conductor tiene un diámetro inferior al 50%, éste se podrá duplicar a condición que posteriormente entre libremente en el astil. La orientación del hilo o del conductor será tal que no ejerza ningún esfuerzo de arranque a nivel de la unión soldada.

Está prohibido conectar por soldadura varios conductores sobre el mismo elemento de conexión. En el caso en que exista la necesidad de realizar un encadenamiento de potencial, entonces se utilizará una caja de bornes adecuada o una barra BUS (caso de las alimentaciones).

Un conductor flexible o grupo de conductores flexibles soldados por separado debe (o deben) fijarse de forma tal que no exista esfuerzo. Para hacerlo, se debe prever un sistema de sujeción mecánica desmontable adaptado (bridas, collares). Los radios de curvatura de los conductores deben ser compatibles con las indicaciones suministradas por el fabricante.

AP.3.7.2.2 REALIZACIÓN DE LA SOLDADURA.

Al realizar la soldadura se vigilará particularmente que la soldadura sea simétrica y homogénea, recubra el alma del conductor, se fije correctamente (soldadura extendida uniformemente), tenga su superficie lisa, asegurando al mismo tiempo una resistencia de contacto mínima y una resistencia mecánica máxima.

Por el contrario, se tratará que la soldadura no sea excesiva o faltante, no forme bolas, no se derrame sobre el segmento del elemento de conexión, salvo si para este uso está prevista una ranura (ejemplo: plot del tipo "Loupot", ojo,...), no dañe el aislante durante la soldadura (ejemplo: grietas, carbonización, descomposición del aislante, etc...), provoque una degradación molesta de las propiedades físicas

(aislamiento, etc...) y no dañe una funda termo - retractable (aislante o manguito autosoldador) cada vez que sea necesario un aislamiento.
Después de la soldadura, el flujo se debe eliminar limpiando con un solvente apropiado.

AP.3.7.3 TERMO-CONTRACTIL.

AP.3.7.3.1 REGLAS GENERALES.

Se autoriza la tecnología de conexión de un conector a un borne por Termo-Contractil a reserva que el equipo pueda soportar sin ningún daño los esfuerzos de vibraciones y de impactos descritos en el presente documento, las operaciones de traslado corriente, así como las exigencias de aislamiento galvánicas establecidas.

La conexión debe estar conforme a la norma UTE C 93-023 U (o equivalente). El hilo utilizado debe estar conforme a la norma NF F 63-307 o equivalente.

AP.3.7.3.2 CABLEADO SOBRE NIVELES EQUIVALENTES.

La tecnología "Termo-Contractil" permite conectar en una misma broca tres niveles de contacto, es preferible que cada extremo de un hilo de conexión esté implantado al mismo nivel (ejemplo: caso de un encadenado de potencial que une varias brocas en el mismo conector o en conectores diferentes).

AP.3.7.3.3 IMPLANTACIÓN DE LAS SALIDAS DE HILOS.

La salida de los hilos a nivel de cada broca se puede orientar de diversas maneras, por lo tanto convendrá fijar un sentido de salida que tome en cuenta la tecnología del conector y/o del acoplador, del dispositivo eventual de protección que asegura el aislamiento de las brocas entre sí y de la densidad del cableado, a fin de tender hacia un paso óptimo los cordones.

El zunchado en cordón a la salida de conector y/o de acoplador se debe efectuar lo más cerca posible sin provocar una tensión mecánica de los hilos respecto a las brocas.

Para los conectores de dos hileras de brocas, los hilos estarán engastados a ambas partes del conector.

En el caso de utilizar conectores mecánicamente flexibles, los hilos se engastarán de tal forma que se conserve su flexibilidad indispensable.

AP.3.7.3.4 RESTRICCIONES PARTICULARES.

La distribución de las alimentaciones de las tarjetas debe realizarse en estrella a partir de la fuente.

Cuando la densidad del cableado en nivel 2 y 3 es importante y a fin de limitar los riesgos de estropeo de los hilos, convendrá adoptar un modo de cableado secuencial por nivel.

La instalación de puentes situados en un mismo conector debe respetar las restricciones de implantación de las salidas de hilo y tomar los mismos pasos que los hilos de Entrada/Salida.

Sin embargo, en el caso en que sea necesario un enlace "corto", éste, a reserva de un acuerdo previo del STC puede establecerse a condición de respetar las restricciones siguientes:

1- Entre dos conectores contiguos.
   El hilo se tiende lo más corto posible sin tensarlo y se debe poner un manguito termo - retractable sobre las brocas cerca de las cuales transita el hilo "directo".

2- Entre dos conectores no contiguos.
   El hilo se tiende a lo más corto posible sin tensarlo si su longitud es inferior a 4 pasos estándares de tarjeta y si la travesía se realiza en una zona no equipada de broca o con una densidad de broca reducida, quedando entendido que las brocas cerca de las cuales transita el hilo deben estar equipadas con un manguito termo - retractable. En el caso contrario, el hilo debe pasar dentro del cordón central o bien dentro de un cordón especializado para este tipo de enlace.

Por razones de mantenimiento, es preferible adoptar un zunchado mixto de los hilos - cordón y canalón más bien que un acordonado integral.

Cada conector de Entrada/Salida debe tener su propio cordón y la posición de cada uno de ellos se optimizará para reducir al máximo posible la longitud de los hilos, permitiendo al mismo tiempo el despliegue de la parte del aparato que lo recibe y la conservación de su flexibilidad de posicionamiento.

Solamente se montarán en los conectores hembras y de Entrada/Salida las brocas que son necesarias para los enlaces eléctricos, incluyendo las reservas, éstas serán establecidas caso por caso por el STC.

AP.3.7.3.5 MATERIAL Y HERRAMIENTAS.

El cableado de los racks se realizará dentro del calibre mayor Termo-Contractil (calibre 22). El Termo-Contractil requiere la utilización de un hilo con características precisas en particular sobre las tolerancias de diámetro y de espesor del aislante.
A título de ejemplo, es el hilo KY 3005 que se debe utilizar (hilo flexible de 7 ramales), lo que conduce a la elección de la referencia clips "Termo-Contractil": AMP 4 330 495-2 en acabado estañado para herramienta neumática.

La referencia de las brocas Termo-Contractil depende del tipo de conector a equipar y éstas serán en la medida de lo posible en acabado dorado.

La utilización de todo el material de conexión y las herramientas correspondientes deberá someterse a la aprobación del STC.

AP.3.7.3.6 REALIZACIÓN DEL TERMO-CONTRACTIL.

Al efectuar la realización de un cableado en Termo-Contractil se vigilará muy particularmente por el buen posicionamiento y el buen alineamiento de los clips en relación a la broca, a la correcta inmovilización mecánica del hilo en la broca a nivel del aislante y del clip, al buen estado de los conductores principalmente a la salida de las brocas y en el conjunto de los conectores.

Toda broca deformada debe cambiarse sistemáticamente y no rectificarse. Todo hilo dañado, incluso ligeramente, se debe reemplazar sistemáticamente.

AP.3.7.4 ENROLLADO (WIRE WRAP).

AP.3.7.4.1 REGLAS GENERALES.

La tecnología de conexión de un conductor de un hilo a un borne por enrollado también llamada "Wire Wrap" está autorizada por el STC a reserva que el equipo pueda soportar sin ningún daño (ejemplo: en particular rotura del hilo), los esfuerzos de vibraciones y de impactos descritos en este documento, las operaciones de traslado corrientes, así como las exigencias de aislamiento galvánico establecidas.

Las conexiones realizadas con este procedimiento respetaran las disposiciones del párrafo 4.1.5 de la norma NF F 74-001-2.

El revestimiento del hilo para efectuar el Wire Wrap puede ser a base de teflón o equivalente a reserva que la masa total de este aislante sea despreciable.

AP.3.7.4.2 RESTRICCIONES DE REALIZACIÓN.

A fin de asegurar, sin soldadura, un enlace mecánico y eléctrico estable entre el conductor masivo redondo y un borne apropiado de aristas salientes por enrollado en hélice es necesario que la realización esté conforme a la norma UTE C 93-021 U o equivalente.

Además, se deben respetar las exigencias siguientes:

- Tomando en cuenta las vibraciones encontradas en el campo ferroviario, todas las conexiones enrolladas deben ser de tipo reforzadas: clase A de la norma UTE C 93-021 U.
- Cada nivel de cableado debe estar separado al menos por una distancia superior o igual al diámetro del hilo.
- Las diversas herramientas empleadas que no sean la pistola eléctrica o mecánica, es decir, cabeza para realizar el Wire Wrap, "desenrollador", desguarnecedor o pelador deben ser compatibles con el calibre del hilo utilizado.
- Está prohibido soldar las conexiones enrolladas y establecer una conexión soldada sobre un borne que comprende ya una conexión enrollada.
- El reenrollado de un conexión debe realizarse obligatoriamente con hilo nuevo.
- Está prohibido desenrollar, incluso parcialmente una parte del hilo anteriormente enrollada sobre un borne y tratar de apretar las espiras con una pinza. En caso de necesidad, la conexión se debe desenrollar enteramente y rehacerse con hilo nuevo. De igual forma y en general, el hilo de salida nunca se colocará en una posición que tienda a desenrollar la conexión.

AP.3.7.4.3 REALIZACIÓN DEL WIRE WRAP.

Al realizar un cableado en Wire Wrap se vigilará muy particularmente que se respeten las condiciones siguientes:

- Enrollados suficientes del hilo aislado sobre el borne (respeto de la clase A).
- Espaciamiento correcto de las conexiones enrolladas en un mismo borne (acabado completo de cada conexión, no recubrimiento de conexiones entre sí).
- Respeto de la cantidad de vueltas del hilo desnudo y del hilo aislado.
- No superación notable del extremo (lo que excede no debe ser superior al diámetro del conductor).
- No debe haber traslape entre espiras.
- Para un cableado automático o semiautomático se recomienda una distancia de 0.5 mm entre cada enrollado.
- Buena posición del hilo de salida, la posición seleccionada no debe tener tendencia a desenrollar la conexión.

AP.3.7.5 ZUNCHADO EN CORDÓN.

AP.3.7.5.1 FORMACIÓN DE UN CORDÓN.

Un cordón es el resultado de un ensamblaje de hilos aislados y posicionados paralelamente entre sí o del ensamblaje en forma de hélice de todos los hilos para una interconexión entre elementos diferentes.

Salvo caso particular (conector...), los hilos deben presentar un bucle a nivel de su unión. Estos bucles deben ser compatibles con el gálibo de dimensión del cableado. El cordón debe ser lo más cilíndrico posible, ninguno de los hilos que lo compone debe encontrarse en tensión mecánica.

Si en un cordón (y fuera de las exigencias de la compatibilidad electromagnética) se deben torcer algunos hilos, el paso mínimo de torcido debe ser igual a 20 veces el diámetro del hilo.

AP.3.7.5.2 ZUNCHADO DE UN CORDÓN.

Una abrazadera de sitio, o cincho, es un anillo de cinta o de hilos aislantes colocado alrededor de un haz de conductores con vistas a inmovilizarlos a presión entre sí. El hilo de zunchado debe ser sólido, compatible con los aislantes de los conductores y su apriete no debe ni aplastar ni generar el corte del aislante de los hilos.

El zunchado se puede reemplazar por sujetacables en los casos de esfuerzos mecánicos importantes.
El paso de cada brida debe estar comprendido entre 5 y 10 veces el diámetro del cordón.
El paso de brida seleccionado debe respetarse a todo lo largo del cordón, de igual forma, una derivación de hilos se debe zunchar a ambas partes del cordón principal.
Está prohibido colocar un conductor a manera de cincho sobre un cordón.

AP.3.7.5.3 ENCAMINAMIENTO DE UN CORDÓN.

La trayectoria de un cordón no debe obstaculizar el gálibo de una pieza mecánica móvil. De igual forma, toda parte de un cordón debe ser sostenida imperativamente si existe un riesgo anormal de desgaste debido a su encaminamiento. En particular, toda pieza mecánica que pueda presentar una zona abrasiva debe ser protegida por una protección adecuada.

AP.3.7.5.4 FIJACIÓN DE LOS CORDONES.

Un cordón se debe inmovilizar a todo lo largo de su trayectoria y particularmente en cada cambio de dirección, así como en cada paso de obstáculo.

Las fijaciones pueden realizarse mediante collares, pasadores de puentes.

Los collares sujetacables deben estar conforme a las prescripciones de la norma NF F 61-349 (o equivalente) y sus aplicaciones sobre el material rodante deben estar conforme a las prescripciones de la norma NF F 61-010 (o equivalente).

Los collares y sujetacables metálicos están prohibidos para los cables y conductores no armados.

El collarín debe apretar suficientemente el cordón para sujetarlo, pero sin dañarlo o deformar los aislantes de los conductores. Los elementos de fijación en ningún caso deben presentar partes salientes.

Únicamente se aceptan los puentes aislados. Su parte en contacto con el aislante de los hilos está redondeada y en ningún caso debe provocar un desgaste anormal de los aislantes.

Están prohibidos los puentes adhesivos.

AP.3.7.6 PIEZAS DE ENSAMBLAJE.

AP.3.7.6.1 COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS EQUIPOS.

Los diversos materiales (cajas, cofres, conectores,...) instalados en la Línea deben ser robustos y cumplir con los requisitos para todo material ferroviario.

AP.3.7.6.2 ENSAMBLAJE DE LAS TARJETAS O ELEMENTOS COMPONENTES DE LOS EQUIPOS.

La fijación de los diferentes elementos de un equipo debe ser lo más sencilla posible (reducción al mínimo de la cantidad de tornillos y de pernos) siendo al mismo tiempo eficaz y sin que presente dificultad particular al efectuar el traslado.

Cuando los elementos componentes de un equipo están reunidos únicamente en una parte fija por sus salidas, se deben tomar todas las disposiciones para impedir esfuerzos de tracción o de compresión en los puntos de unión y para garantizar la protección de los puntos de soldadura.

A este efecto, se recomienda en particular utilizar:

- Correderas de guiado (a todo lo largo de las tarjetas).
- Marcos rígidos.

En todos los casos, la fijación de estas tarjetas o elementos debe ser suficientemente rígida para evitar toda posibilidad de contacto con otra tarjeta u otro elemento. En principio, toda pieza no aislada debe estar separada de cualquier otra pieza que presente respecto a la primera una diferencia de potencial cualquiera por una distancia mínima de 3 o 4 mm en el aire.

Si no es posible asegurar esta distancia, se pueden admitir las derogaciones estipuladas por el STC cuando se cumplen las condiciones enumeradas a continuación:

- Las piezas están sujetas a un chasis o a una parte fija que no puede deformarse.
- El contacto accidental entre las piezas cercanas de menos de 3 mm una de otra no puede tener incidencia contraria a la seguridad.

Cada tarjeta o elemento componente de un equipo debe ser mecánicamente independiente de las otras tarjetas o de los otros elementos y comprender un dispositivo de bloqueo mecánico.

El ensamblaje de las tarjetas debe hacerse en cajones o cestos, de conformidad a la norma NF F 61-005 o equivalente.

Además, estos deben:

- Comprender un dispositivo de evacuación de calorías por convección natural.
- Aceptar conectores de Entrada/Salida mecánicamente flexible.
- Permite la inserción de la tarjeta madre (montaje y desmontaje fácil de ésta).
- Comprender empuñaduras de traslado, un sistema de guía mecánico del cajón en el equipo (por ejemplo armario) y un dispositivo de bloqueo mecánico.
- Poder estar equipado con un dispositivo de verificación mecánica tanto a nivel de las tarjetas como a nivel del cajón y con un sistema de protección eficaces del cableado respecto a las agresiones mecánicas normales, de partículas y polvos conductores hasta los niveles de los conectores Entrada/Salida.
- Prever, gracias a una puesta a tierra de las masas, a nivel del cajón, la protección del personal.

El ensamblaje de los cajones debe realizarse en cajones o bastidores aprobados por el STC.

Sin embargo éstos deben:

- Comprender un chasis pivotante, si el armario o el bastidor están situados contra una pared.
- Comprender un dispositivo de evacuación de las calorías por convección natural o con un dispositivo de extracción forzada (ventiladores).
- Aceptar los conectores machos y/o hembras compatibles con los de los cajones.
- Poder estar equipadas con un dispositivo de verificación mecánica de los cajones y con un sistema de protección eficaz de cableado respecto a las agresiones mecánicas normales, de partículas y de polvos conductores hasta el nivel de los conectores Entrada/Salida y de los bornes de conexión.
- Comprender los ganchos de sujeción y un sistema de guía mecánica de los cajones.

- Asegurar, gracias a una puesta a tierra de las masas, a nivel de cada armario o de cada bastidor, la protección del personal, quedando entendido que en el caso de varios armarios o bastidores situados en el mismo local técnico se debe garantizar la equipotencialidad de las puestas a tierra de las masas.

AP.3.7.6.3 PIEZAS MECÁNICAS.

Las partes exteriores de un equipo no deben presentar ángulo cortante o superficie que pueda herir.

Las diferentes piezas mecánicas estarán constituidas:

- Ya sea de acero; entonces las mismas deben ser protegidas por niquelado (NI Cu 20/Fe), por galvanización electrolítica y cromización (Z superior o igual a 15 micrones); sin embargo, las arandelas de tipo "abanico" deben ser exclusivamente protegidas por galvanización y cromización.
- En el caso particular de los circuitos magnéticos de las inductancias o de los transformadores, la protección se garantiza normalmente por una impregnación al vacío (simple o múltiple), mediante un barniz con o sin solvente.

- Bien de aleación de cobre; no obstante, la aleación debe ser protegida por un niquelado (NI 10/Cu) o procedimiento equivalente, si el contenido de cobre es inferior al 85% o por vulcanización o procedimiento equivalente para las piezas en la que los conductores se deben conectar por soldadura.

- De aleación de aluminio; la aleación en principio debe ser de tipo AS13, moldeado Y20 o Y30; se podrá añadir una protección por metalización al zinc (Zn40).

Se deben tomar todas las disposiciones útiles para evitar una acción electrolítica o electroquímica entre los materiales de naturaleza diferentes puestos en contacto; dado el caso, se debe prever una protección apropiada que tome en cuenta el entorno (humedad, cloruro, etc...). De igual forma, todas las chapas se deben tratar a fin de garantizar una buena inmunidad a la corrosión.

AP.3.7.6.4 TORNILLERÍA Y PERNERÍA.

La tornillería y la pernería en principio son de aleación de cobre, salvo si las piezas ensambladas son de aluminio o de aleación de aluminio.
Pueden ser de acero, si están protegidas contra una alteración eventual por la humedad o si son de acero inoxidable. Los tornillos de un mismo tipo deben ser de longitudes iguales.

Como el acero inoxidable no se puede soldar con estaño, la utilización de tornillos y de pernos de acero inoxidable en unión eléctrica requiere superficies de contacto suficientes.
La inmovilización de la tornillería y de los pernos debe estar asegurada por un medio apropiado y adaptado tal como arandelas flexibles de tipo Onduflex, tuerca autobloqueante de tipo Nylstop, freno de rosca, barniz exterior especializado, etc...

Por razones de aislamiento si esto es necesario se podrá utilizar tornillería de nylon.

AP.3.7.6.5 REMACHADO.

La utilización de los remaches para asegurar un enlace eléctrico impone que éstos sean directamente soldables y por lo tanto estañados. Sin embargo, se preferirá y se substituirá por la tornillería.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 4 - ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS

AP.4.1. GENERALIDADES.

Es alcance del Proveedor el suministro, instalación y puesta en servicio de los cables de fibras ópticas requeridos para la puesta en servicio del sistema.

Los datos de fibras ópticas mostrados en este apéndice, son a titulo indicativo, el Proveedor deberá proponer al STC sus parámetros; y el detalle de las mismas esta contenido en la Especificación de la Red de Fibra Óptica de Línea 12.

AP.4.2.FIBRA ÓPTICA MONOMODO

Las características descritas a continuación, podrán ser mejoradas por el Proveedor.

La fibra óptica a utilizar debe cumplir con la norma internacional ITU-T G.652.C (optimizada) para transmitir información en todo el espectro de longitud de onda de 1280 a 1625 ηm que incluye las bandas de 1350 a 1450 ηm (quinta ventana), así como tener un buen desempeño para trabajar en las bandas "C" y "L" (1550 y 1625 ηm), que debe ser fabricada bajo las más estrictas especificaciones de la industria.

- Coeficiente de Atenuación:
  - De acuerdo a las características de los equipos, a fin de asegurar los enlaces.
- Tipo de dispersión en las fibras:
  - Normal.

El Cable de fibra óptica monomodo, deberá contar con cubierta interna metálica corrugada de acero (antirroedores) para ser instalado en ductos subterráneos, trincheras o charolas, con elemento central dieléctrico, la cubierta exterior será de polietileno, cero halógenos, antiflama y baja emisión de humo, de color negro con cintas e hilos de material plástico, el diámetro del cable debe ser menor o igual a 15.4 mm, Radio mínimo de curvatura igual a 10 x diámetro exterior del cable sin carga, temperatura de operación de -40°C a 70°C de acuerdo a las normas IEC-60794-1. El cable deberá tener una resistencia a la compresión de por lo menos 44.8 kg./cm.

- Número de fibras:
  - 12 fibras como mínimo.
- Normas a Cubrir:
  - Acidez/Corrosión, Antiflama, baja emisión de humo, Toxicidad y desempeño Mecánico y Ambiental: IEEE383, UL 1666 Riser Rated, UL 1685, IEC 332 Parte 3, IEC 1034-2, IEC 754-2, UL 1685, BellCore GR-20 y 409 Core, FT4/IEEE 1202, TIA/EIA 455, CSA FT4).

El cable deberá ser de tipo sumergible en agua.

Las fibras serán presentadas en un tubo holgado, de tal forma que proporcione cero tensión a las fibras, manteniendo un doblez y una tensión mínima, así como resistencia a la compresión y al impacto, facilitando la realización de los empalmes.

La identificación de las fibras será por colores y grupos de acuerdo a la norma TIA/EIA-598A.

El cable debe suministrarse con cubierta exterior en color negro y rotulado con la leyenda "FIBRA ÓPTICA Propiedad del STC/SMC", tipo de cable y fabricante cada 50 mts. Con tinta indeleble contra los rayos ultravioleta; además de marcar la longitud de la fibra a intervalos de un metro.

LÍNEA 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 5 - GLOSARIO Y LISTA DE LAS NORMAS UTILIZADAS.

AP.5.1. GLOSARIO DE LAS ABREVIATURAS.

AMDEC	Análisis de modos de falla, de sus efectos y de su carácter crítico.
APR	Análisis preliminar de los riesgos.
ATO	Automatic Tren Operation; sistema de automatización de la marcha de los trenes.
ATP	Automatic Tren Protection; sistema de protección de la marcha de los trenes.
CCM	Carga Máxima de pasajeros.
C.C.I.T.T.	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.
cdv.	circuito de vía.
CLT2	Conducción Limitada al grado de tracción T2.
CMC	Conducción Manual Controlada.
DAM	Dispositivo de Ayuda al Mantenimiento.
DBO	Despacho Bajo Orden.
F	Franqueable.
FD	Fermeture Départ; botón de cierre de las puertas.
Fi	grado de Frenado "i" mandado por el manipulador.
FU	Frenado de Urgencia.
HM	Dispositivo de Hombre Muerto.
LED	Light Emitting Diode; diodo emisor de luz.
LM	placa Límite de Maniobra
M.T.B.F	Mean Time Between Failure; tiempo promedio entre dos fallas del equipo.
NF	No Franqueable.
PA	Pilotaje Automático.
PCC	Puesto Central de Control.
PML	Puesto de Maniobra Local.
PMT	Puesto de Maniobra de Talleres.
PNP	Punto Normal de Paro en estación o en frente de las señales.
QVA	Q)contrôle de Vitesse à l'Arrêt; verificación de velocidad próxima a la parada.
SAS	Servicio Automático (de apertura de las puertas) en estación.
(SAPSMT)	Sistema de Automatización, Protección y Seguridad, para la marcha de los Trenes.
SMS	Servicio Manual (de apertura de las puertas) en estación.
SP	Servicio Provisional.
SS	Servicio de Seguridad.
STC	Sistema de Transporte Colectivo.
SSO	Servicio de Seguridad Ordenado.
TCO	Tablero de Control Óptico.
THF	Teléfono de alta Frecuencia.
Ti	grado de Tracción "i" mandado por el manipulador.

V1	Vía 1.
V2	Vía 2.
NOPA	Señal de no Pilotaje Automático.

AP.5.2. DEFINICIONES.

AP.5.2.1. EQUIPOS A DISPOSICIÓN DEL CONDUCTOR.

Dispositivo HM:

Dispositivo de hombre muerto, equipo del tren que verifica la presencia y el estado de vigilancia del conductor en cabina.

Botón FD:

Botón de cierre de las puertas con confirmación del cierre efectivo por el timbre llamado "monocup".

Conmutador o llave C:

Equipo del tren que permite seleccionar el modo de conducción, Automático o Manual.

Conmutador o llave T1:

Equipo del tren que permite elegir el lado de apertura de las puertas; tiene cuatro posiciones: Derecha, Ambos, Izquierda y Neutro.

Conmutador o llave T2:

Equipo del tren que permite elegir el tipo de servicio para la apertura de las puertas en estación; tiene dos posiciones: SAS y SMS.

AP.5.2.2. Varios.

Circuito de vía:

Tramo de vía elemental donde los equipos de señalización aseguran la función de detección de la presencia de los trenes.

Despacho bajo orden:

Función de la regulación de la circulación de los trenes que permite prohibir o autorizar la salida de un tren de una estación, es materializada por el encendido de un indicador "DBO".

Distancia de rebasamiento:

Distancia que un tren puede recorrer más allá del PNP cuando esta en las peores condiciones admisibles de degradación de sus equipos de frenado y se ha requerido la activación de un FU; esta distancia se considera en el proyecto para la protección de los obstáculos.

Intervalo mínimo teórico:

Intervalo mínimo entre dos trenes sucesivos determinado por las instalaciones de señalización y principalmente por el corte de los circuitos de vía.

Intervalo mínimo práctico:

Intervalo teórico mejorado, para tomar en cuenta la flexibilidad requerida para la operación estable de la Línea.

Jerk:

Función derivada de la aceleración; mide el índice de comodidad o confort de los pasajeros durante las fases de puesta en aceleración o en frenado del tren, teniendo que su valor en tracción y frenado con carga normal es menor a 1.0 m/s^3 y en frenado de emergencia debe ser menor a 1.4 m/s^3

Mando perdido:

Mando realizado bajo la forma de un impulso durante un periodo de tiempo definido, mismo si la causa que motiva este mando permanece.

Mantenimiento preventivo:

Acción de mantenimiento realizada según criterios preestablecidos con el objetivo de reducir la probabilidad de falla o de degradación del funcionamiento de un equipo.

Mantenimiento correctivo:

Acción de mantenimiento requerida después de una falla, para corregirla.

QVA:

Verificación de velocidad próxima al paro: información que comprueba que la velocidad del tren es inferior a un umbral y que permite considerarlo próximo de pararse.

AP.5.3. NORMAS UTILIZADAS.

Esta relación indica las referencias de las normas y los documentos de referencia citados en las especificaciones.

- ISO DIS 9000-4 Normas para la gestión de la calidad y el seguro de calidad.

- Parte 4: Vía 1aplicación a la seguridad de funcionamiento.

- ISO 9001 Sistemas calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en concepción, producción, instalación y prestaciones relacionadas.

- ISO 9002 Sistemas calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

- CEI 97 Sistema de rejilla para tarjetas impresas.

- CEI 249-1 Tarjetas impresas - Materiales de base para las tarjetas impresas - Métodos de prueba.

- CEI 326-2 Componentes electrónicos - Tarjetas impresas - Métodos de prueba.

- CEI 529 Grados de protección provistos por las envolturas (Código IP).

- UTE C 00-191 Lista de los componentes electrónicos bajo aseguramiento de la calidad y homologados.

- UTE C 90-510 U Componentes electrónicos - Identificación codificada.

- UTE C 93-021 U Componentes electrónicos - Conexiones enrolladas - Especificaciones de utilización para los bornes cuadrados y rectangulares - Prescripciones generales.

- UTE C 93-023 U Conexiones punto a punto por clips.

- UTE C 93-703 U Circuitos impresos - Tarjetas impresas - Prescripciones dimensionales.

- UTE C 93-751 U Componentes electrónicos - Materiales de base para las tarjetas impresas - Compilación de especificaciones particulares.

- CECC 00-200 Lista de los productos homologados.

- CECC 50-010 Componentes electrónicos - Sistema CENELEC de aseguramiento de la calidad - Tiristores con temperatura ambiente especificada - Cuadro de especificación particular.

- CECC 50-011 Componentes electrónicos - Sistema CENELEC de aseguramiento de la calidad - Tiristores con temperatura de caja especificada - Cuadro de especificación particular.

- NF F 01-510	Material rodante ferroviario - Condiciones de entorno recibidas o generadas por los aparatos u órganos embarcados.
- NF F 05-510	Instalaciones fijas ferroviarias - Condiciones de entorno recibidas o generadas por los aparatos u órganos de señalización o de ayuda a la conducción.
- NF C 20-454	Métodos de pruebas - Pruebas climáticas y mecánicas - Comportamiento al fuego.
- NF C 32-070	Conductores y cables aislados para instalaciones - Pruebas de clasificación de los conductores y cables en vista a su comportamiento al fuego.
- NF F 61-005	Material rodante ferroviario - Dispositivos de armamento de los equipos electrónicos embarcados - Bloques enchufables - Racks - Cajones - Bastidores y armarios - Características dimensionales.
- NF F 61-010	Material rodante ferroviario - Reglas generales de cableado.
- NF F 61-349	Material rodante ferroviario - Bridas para apretar conductores y cables eléctricos.
- NF F 63-307	Material rodante ferroviario - Conductores y cables para el cableado de equipos eléctricos y electrónicos contenidos en una envoltura.
- NF F 70-030	Instalaciones fijas ferroviarias - Relés electromecánicos de seguridad - Reglas de concepción y de construcción.
- NF F 70-031	Instalaciones fijas ferroviarias - Relés electromecánicos de seguridad - Procedimientos de homologación y pruebas de tipo.
- NF F 71 011	Instalaciones fijas y material rodante ferroviario -Informática - Seguridad de funcionamiento del software –Generalidades.
- NF F 71 012	Instalaciones fijas y material rodante ferroviario - Informática - Seguridad de funcionamiento del software - Obligaciones para el software.
- NF F 71 013	Instalaciones fijas y material rodante ferroviario - Informática - Seguridad de funcionamiento del software - Métodos apropiados para los análisis de seguridad del software.

- NF F 74-001 Instalaciones fijas y material rodante ferroviario.

Equipos electrónicos y micro-informáticos de señalización y de ayuda a la conducción:
Introducción.
Condiciones generales de entorno, de concepción y de utilización.
Construcción (Armado, cableado, marcado).
Componentes.

- NF C 90-550 Componentes electrónicos - Generalidades - Aleaciones, fluidos y pastas utilizadas para soldadura blanda - Definición de los productos.

- NF C 93-706 Componentes electrónicos bajo aseguramiento de la calidad - Tarjetas impresas multicapas - Compilación de especificaciones particulares de aprobación de habilidad.

- NF C 93-713 Componentes electrónicos - Tarjetas impresas - Prescripciones generales.

- NF C 93-751 Componentes electrónicos - Materiales de base para las tarjetas impresas - Prescripciones generales.

Nota. El contratista debe regir todos los trabajos, prestaciones y suministros, por las normas y especificaciones definidas en este documento, el proveedor podrá proponer otros a la aprobación del STC, a condición de que el contratista demuestre que ofrecen condiciones iguales o superiores en cuanto a seguridad, fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, ahorro de energía, vida útil y otras condiciones definidas en la especificación.

L Í N E A 12

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA MARCHA DE LOS TRENES (Pilotaje Automático)

APÉNDICE 6 - DOCUMENTOS DE REFERENCIA ANEXOS A LA ESPECIFICACIÓN

AP.6.1. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.

- Especificación técnica para la fabricación y suministro de cables armados no propagadores del fuego - K13 MB [Mod. 2]

- Especificación para cable de control multiconductor de 600 V de tensión nominal con aislamiento y cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC), no propagador de incendio, para operar a 75°C - COV - SÑ - ET 05/86 – 18

- Especificación para cable de cobre estañado de tensión nominal, aislamiento de hule etileno propileno (EPR) y cubierta exterior elastomerica para operar a 90°C COV - SÑ - ET 05/86 – 19

- Especificaciones técnicas de los locales técnicos y de los puestos de maniobra de la Línea 12.

AP.6.2. PLANOS.

AP.6.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.

Conforme al proyecto de Ingeniería Básica que entrega el STC:

- Proyecto operativo.
- Información general de la Línea
- Talleres
- Cola talleres
- Planta de Conjunto General

AP.6.2.2. OBRA CIVIL.

Conforme a planos del proyecto de obra civil aprobado por el STC.

AP.6.2.3. VÍA FÉRREA.

- Plano tipo de Implantación de vía - Fijación de vía:
  - Plano de conjunto"
- Aparato de enlace.

- Plano de conjunto"
- Distribución de durmientes - Localización de juntas aislantes y J.M.R. y A.D., B.G. y cupón neutro."

AP.6.2.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TRACCIÓN.

- Diagrama general de tracción (para toda la Línea incluyendo la zona de los talleres)

AP.6.2.5. PROYECTO OPERATIVO.

- Programas de maniobra (para cada estación de maniobra y los talleres):
-
- Pupitre de mando, telecontroles y enclavamientos (para cada estación de maniobra y los talleres):
-
- Implantación de la señalización (para toda la Línea incluyendo la zona de los talleres):
- Proyecto de marcha tipo (para cada interestación y cada vía, incluyendo las maniobras "V" hasta y desde los andenes de maniobra; las llegadas y salidas en maniobras "O"):
-

Vía 1; proyecto operativo para cada estación e interestación
Vía 2; proyecto operativo para cada estación e interestación

AP.6.2.6. SEÑALIZACIÓN.

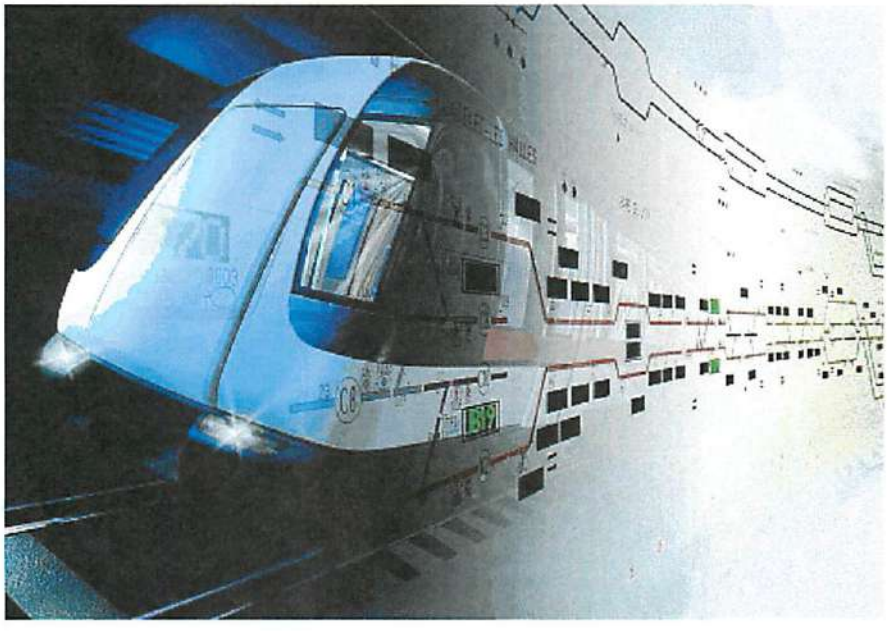
• Planos de acondicionamiento de los locales de los PML y PMT

AP.6.2.7. MATERIAL RODANTE.

Características del material rodante que el STC designe para ser utilizado en la Línea 12.

- Parte delantera de la cabina de conducción.
- Conjunto unidad STC de México. -
- Gálibo de partes bajo bastidor.
- Bogie portador
- Líneas del tren - Acopladores
- Montaje aparatos bajo bastidor remolque
- Corte tipo de la vía
- Paso en curva –
- Perfil del coche -
- Enmarcamiento (Posición bajo diferentes cargas)
- Posiciones relativas de ruedas y vía

- Montaje de ruedas
- Montaje de aparatos
- Armario montaje de aparatos -
- Montaje aparatos en panel superior pupitre



Interfaz entre PILOTAJE AUTOMATICO y MATERIAL RODANTE

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5
1.1 PROPÓSITO 5
1.2 ABREVIATURA Y DEFINICIÓN 5

2 RESTRICCIONES GENERALES 6
2.1 DEFINICIÓN 6
2.2 RESTRICCIONES DE SEGURIDAD 6
2.3 REQUERIMIENTOS DE CEM 6
2.3.1 LOS REQUERIMIENTOS DE CEM RELATIVOS AL CABLEADO ENTRE LOS EQUIPOS DE SEÑALIZACIÓN. 6
2.3.2 CONEXIÓN A TIERRA 9

3 PRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL TREN 10
3.1 RESUMEN DE LA ARQUITECTURA REDUNDANTE DE TIPO "CABEZA/COLA" 10
3.2 UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS 11
3.3 ALCANCE DE SUMINISTRO 11
3.4 LISTA DE ELEMENTOS 14

4 INSTALACIÓN 17
4.1 EQUIPO PA 17
RECEPTÁCULO WCR 18
CAJON SWU 21
4.2 ANTENA DE LECTURA BALIZAS 23
4.2.1 ESPECIFICACIONES PRINCIPALES 23
4.2.2 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL 23
4.2.3 PRECAUCIONES DE MONTAJE 24
4.3 ODÓMETRO 27
4.3.1 ESPECIFICACIONES PRINCIPALES 27
4.3.2 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL 27
4.3.3 PRECAUCIONES DE MONTAJE 28
4.3.4 INTERFAZ MECÁNICA 29
4.4 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA DE CABINA 30
4.4.1 PRESENTACIÓN GENERAL 30
4.4.2 CONSTITUCIÓN 30
4.5 EQUIPOS RADIO DEL DCS 33
4.5.1 PRESENTACIÓN 33
4.5.2 CONSTITUCIÓN 33
4.5.3 MÓDEM DEL DCS 34
4.5.4 ANTENAS DEL DCS 34

5 INTERFAZ ELÉCTRICA 36
5.1 PRESENTACIÓN GENERAL 36
5.2 CONSUMO DE CORRIENTE 37
5.3 DEFINICIÓN DE LOS CONECTORES DE INTERFAZ CON EL MR 38
5.3.1 CONECTOR INT1 38
5.3.2 CONECTOR INT2 39
5.3.3 CONECTOR INT3 40
5.3.4 CONECTOR INT4 41
5.3.5 CONECTOR INT5 42
5.3.6 CONECTOR INT6 43
5.4 CONEXIÓN ENTRE VIOM Y EL MR 44
5.4.1 ESPECIFICACIÓN DE ENERGÍA 44
5.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ENTRADAS VITALES 45
5.4.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS ENTRADAS NO VITALES 46
5.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS SALIDAS VITALES 47
5.4.5 SALIDAS DIGITALES NO VITALES 48
5.4.6 ENTRADA SALIDAS ANALÓGICAS 50
5.4.7 CONNEXION CON EL TCMS 50

6 ASPECTO FUNCIONAL 51
6.1 LISTA DE E/S 51
6.2 ACTIVACIÓN DE CABINA 53
6.2.1 LISTA DE DATOS 53
6.2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 53
6.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 54
6.3 SELECCIÓN DEL MODO DE CONDUCCIÓN 55
6.3.1 LISTA DE DATOS 55
6.3.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 55
6.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 56
6.4 FRENO DE URGENCIA 57
6.4.1 LISTA DE DATOS 57
6.4.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 57
6.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 57
6.5 INDICACIÓN DE VELOCIDAD CERO 59

6.5.1 LISTA DE DATOS 59
6.5.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 59
6.5.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 60
6.6 AUTORIZACIÓN DE APERTURA DE PUERTAS 61
6.6.1 LISTA DE DATOS 61
6.6.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 61
6.6.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 61
6.7 ESTADO DE LAS PUERTAS DEL TREN 63
6.7.1 LISTA DE DATOS 63
6.7.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 63
6.7.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 63
6.8 INTERFAZ DE CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA 65
6.8.1 LISTA DE DATOS 65
6.8.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 65
6.9 EQUIPOS EN EL PUPITRE DEL CONDUCTOR 68
6.9.1 LISTA DE DATOS 68
6.9.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL 68
6.9.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD 68
6.10 INTEGRIDAD DEL TREN 69
6.11 MODO CLT2 69
6.12 RESTRICCIONES EN LOS PARÁMETROS DEL MATERIAL RODANTE 69

7 APÉNDICE A: PLANO MECANICODE LA ANTENA 72

8 APÉNDICE B: PLANO MECANICO DE LA RUEDA FONICA 74

FIGURAS

Figura 1: Arquitectura redundante de tipo "cabeza/cola" 10
Figura 2: Equipos ATC de a bordo 12
Figura 3: Repetidores de red Ethernet 13
Figura 4: WCR equipado de sus 2 cajones CMV y FAN 18
Figura 5: Volumen mecánico alrededor del WCR 18
Figura 6: Volumen requerido para la extracción del rack CMV 20
Figura 7 . Presentación del Cajon SWU 21
Figura 8: Área de cableado para el rack SWP 21
Figura 9: Barras de desplazamiento para el soporte del rack SWP 22
Figura 10: Antena 23
Figura 11: Área libre alrededor de la antena 25
Figura 12: Odómetro instalado en el extremo del eje (rueda fónica codificada) 27
Figura 13: Principio de instalación del cable del odómetro 28
Figura 14: Esquema del altavoz 32
Figura 15: Esquema de la rejilla 32
Figura 16: Equipos radio del DCS 33
Figura 17: Antena radio del DCS 34
Figura 18: Interfaz eléctrica para la entrada no vital VIOM 46
Figura 19: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas vitales de alta potencia 47
Figura 20: Ejemplo de interfaz eléctrica para salidas no vitales 48
Figura 21: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas libres 49
Figura 22: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas analógicas 50
Figura 23: Parámetros de substitución de frenado 70
Figura 24: Plano mecánico de la antena (página 1) 72
Figura 25: Plano mecánico de la antena (página 2) 73
Figura 26: Plano mecánico de la rueda fónica 74

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Propósito

Este documento describe la interfaz mecánica y eléctrica para los equipos ATC de señalización (contratista de la SEÑALIZACION) a instalarse en el tren (contratista del MATERIAL RODANTE) para el proyecto MÉXICO L12.

1.2 Abreviatura y definición

ATC:	Control automático de trenes (Automatic Train Control)
ATO:	Operación automática de tren (Automatic Train Operation)
ATP:	Protección automática de trenes (Automatic Train Protection)
BT:	Baja Tensión
CA:	Corriente Alterna
CBTC:	Control de trenes basado en comunicaciones (Computer Based Train Control)
CC:	Controlador de a bordo (Carborne Controller)
CC:	Corriente Continua
CORE	Parte de computadora incluida en el CC
DCC:	Control de cierre de puertas (Doors Close Control)
DCS	Sistema de comunicación de datos (Data Communication System)
DEL	Autorización de apertura de puertas izquierdas (Door Enable Left)
DER	Autorización de apertura de puertas derechas (Door Enable Right)
DL	Registrador de datos (Data Logger)
DMI	Interfaz máquina conductor (Driver Machine Interface)
CEM:	Compatibilidad electromagnética
FDMS	Fiabilidad Disponibilidad Mantenibilidad Seguridad
GTW	Pasarela (Gateway)
IHM	Interfaz hombre máquina
LDOC:	Mando de apertura de puertas izquierdas (Left Door Opening Control)
MBC:	Mandos de Tracción/Frenado
MCB	Microdisyuntor
PA	Pilotaje Automático
PCB:	Tarjeta electrónica
PCE:	Rack de procesamiento embarcado
RDOC:	Mando de apertura de puertas derechas (Right Door Opening Control)
RH:	Humedad relativa
RM:	Modo manual restringido
MR:	Material rodante (Rolling Stock) o proveedor del material rodante
SIG:	Señalización (Signaling)
STF:	Función de transmisión puntual (Spot Transmission Function)
SWP:	Receptáculo Switch (Switch - Wake-Up – Pwm/Power supply)
SWU:	Cajón Switch (Switch - Wake-Up – Pwm/Power supply)
TMS:	Sistema de gestión del tren
TDMS:	Sistema de gestión de datos del tren
VIOM:	Módulo de Entradas/Salidas vitales
WCR:	Receptáculo (Wired Cmv Receptacle)

Nota: Se han conservado las siglas en inglés

2 RESTRICCIONES GENERALES

2.1 Definición

"Vital" o "a prueba de fallas": de modo que en el caso de una falla, entra o permanece en un estado seguro.
"0" es el estado seguro
"1" significa: contacto cerrado o tensión alta (75 V)
"0" significa: contacto abierto o tensión baja (0 V)

2.2 Restricciones de seguridad

Algunas de las interfaces PA/MR son enlaces vitales que requieren cuidados especiales.

- La SIG aplica las normas CENELEC 50126, 50128 & 50129 para los estudios FDMS. Por este proceso, la SIG garantiza el nivel de seguridad SIL 4.

- Las entradas vitales se deberán generar y proporcionar de una forma segura por el MR. En caso de falla en los circuitos del MR, un "1" falso entregado al PA no es aceptable. El diseño del MR debe garantizarlo.

- Las salidas vitales se deberán procesar de una manera segura y adecuada por el MR. En caso de falla en el circuito del MR, un mando de salida "0" entregado por el PA no se debe considerar como si fuera un "1". El diseño del MR debe garantizarlo.

- Durante la operación normal, el MR debe garantizar que las puestas no se abrirán a menos que la activación de apertura de puertas (información vital) se entregue desde la ATP (es decir: el estado previo es "puertas cerradas"),

- Las entradas vitales para la selección de modo de conducción y para las funciones de cerrado de puertas se tienen que proporcionar de una manera segura y adecuada por el MR.

- Apertura de puertas y movimiento del MR. El requisito de seguridad es sin movimiento del tren cuando las puertas estén abiertas. Este requisito es aplicable a:

  -SIG: El sistema de señalización debe manejar la indicación de puertas cerradas de una manera segura, es decir, debe iniciar un frenado de urgencia en caso de arranque del tren sin las puertas cerradas

  -MR: El MR debe asegurar la protección adecuada contra movimiento no deseado del tren durante los intercambios de pasajeros. En caso de que las puertas estén abiertas, el MR deberá mantener la tracción inhibida cualquiera que sea el modo de conducción seleccionado.

2.3 Requerimientos de CEM

2.3.1 Los requerimientos de CEM relativos al cableado entre los equipos de señalización.

Las reglas de CEM se deben aplicar al cableado, conexión e instalación de los equipos de señalización. El PA deberá estar de conformidad con la norma EN50121 para los aspectos de CEM.

Los enlaces eléctricos entre los equipos de señalización deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- En líneas pareadas (twisted pairs), el trenzado de la línea alta de señal con su línea baja (retorno) resulta en menos área de bucle para la captación inductiva y menor inductancia. Por estas razones se deben usar líneas pareadas dondequiera y siempre que sea posible en lugar de líneas de señal no pareadas.

- En donde se tengan que interrumpir líneas pareadas apantalladas (por ejemplo, tableros de terminales de entradas-salidas), minimizar la longitud de la línea sin pantalla, no pareada.

- El cable de conductores múltiples usados para la transmisión de varias señales individuales deberá consistir de líneas pareadas. Cada par trenzada deberá tener una pantalla electroestática.

- Los cables de conductores múltiples deben tener una pantalla electroestática global.

- Los conductores y las pantallas no usados se deben terminar a tierra. En donde estén involucrados cables de conductores múltiples, la mitad de los conductores y blindajes no utilizados se deberán terminar en un extremo del cable y el restante en el otro extremo del cable.

- Las líneas de alimentación de alta potencia (por ejemplo, alimentación de los equipos en 75 V CC) y el retorno se deben colocar juntas para minimizar el circuito magnético.

- Todas las pantallas se deben conectar en ambos extremos.

- Siempre que sea posible, las líneas de señales de bajo nivel deben dirigirse sin interrupción desde la fuente de la señal hasta el receptor de la misma.

- Los cables de baja tensión de clasificación diferente se deben mantener físicamente separados.

- Los cables de baja tensión (menor que 100 V) se deben mantener aparte de los cables de alta tensión. Los cables de alta tensión y los de baja tensión se deben instalar en dos bandejas separadas de aprox. 20 cm.

- Cada circuito debe incluir en el mismo ramal de cables las dos polaridades de la señal: la alimentación y su retorno (0V), el grupo de señales y su referencia eléctrica, pares trenzados para cada una de las señales de salida (contacto libre de relé). No obstante, las señales de salida vital se cablean con un solo hilo apantallado para evitar la alimentación no deseada.

- Los cables deben estar en soporte metálico (bandeja, conducto) para incrementar el acoplamiento capacitivo a la tierra y reducir la interferencia.

- Las bandejas para cables se interconectaran y se enlazaran a tierra.

- La impedancia entre la tierra y el cero eléctrico será minimizada.

- La puesta a tierra del Armario PA y de la Antena STF, se deben realizar con cables sencillos o trenzados. El trenzado debe ser tan corto como sea posible entre el tornillo de puesta a tierra del equipo y el batidor del carro.

- Se debe utilizar el recorrido de cables. Las señales del ATC son señales sensibles que se deben dirigir alejadas de las zonas de ruido alto. Si dos cables que transportan señales de clasificaciones diferentes deben cruzarse, se deben cruzar a 90° en lugar que gradualmente en una distancia larga. Ciertas clases sensibles de circuitos eléctricos están definidas (en orden decreciente de sensibilidad para las cinco primeras clases. La sexta clase es una clase especial tanto susceptible como emisor):

Clase de señal

- **Clase 1 - Susceptibilidad alta:**
  Señales analógicas con CA < 50 V
  - A: Circuitos analógicos de audio y video
  - B: Circuitos de transmisión y recepción de HF
- **Clase 2 - Susceptibilidad media:**
  Señales digitales y señales analógicas con CA > 50 V
  - Circuitos digitales (red Ethernet,...)
  - Circuitos de transductores (señales de alimentación y medición)

- **Clase 3 - Susceptibilidad baja:**
  - Circuitos de encendido de semiconductores
- **Clase 4 – Emisividad media**:
  Circuitos referenciados a baterías
  - A: Entrada de alimentación de aparatos (Alimentaciones electrónicas)
  - B: Entrada/salida lógica de relé
  - C: Salida de cargador de batería (señales de mando de relé, tableros de distribución, electro-válvulas)
- **Clase 5 – Líneas de transmisión:**
  Líneas de alimentación de CC o CA, con voltaje mayor que 75 V o intensidad mayor que 20 A.
  - A: Voltaje de catenaria
  - B: Corriente de propulsión
  - C: Alimentaciones auxiliares, 500 V, 380 V, etc.
  - D: Circuitos para carga de batería, etc.
- Clase 6:
  Circuitos especiales

La clase de cable del equipo se define a continuación:

- **PA (Pilotaje Automático Embarcado) :**
- Cables RS485 y RS232: clase 2
- Cables Ethernet: clase 2
- Cable de alimentación del PA: clase 4
- Entradas vitales y no vitales : clase 4
- **Antena de STF:**
- Enlace RS485, enlace analógico y alimentación de 24 V CC (en el mismo cable): clase 2
- **Odómetro:**
- Enlace de señal de 0-24 V CC: clase 2
- **DMI:**
- Enlace serie: clase 2
- Enlaces de señales todo o nada: clase 2
- Bucle de corriente: clase 2
- Cables Ethernet: clase 2
- **Módem radio**
- Cables Ethernet: clase 2
- Cable de alimentación del módem: clase 4
- **Antena del DCS**
- Cables de RF: clase 1

Los cables de diferentes clases deberán estar separados. La distancia de separación dependerá del tipo de clases:

Clases	1	2	3	4	5	6

1	0					
2	3-6 cm	0				
3	3-6 cm	3-6 cm	0			
4	9 cm	9 cm	9 cm	0		
5	15-20 cm	15-20 cm	15-20 cm	15-20 cm	0	
6	3-6 cm	3-6 cm	3-6 cm	9 cm	15-20 cm	0

El diseño del tendido de cables se deberá presentar a ALSTOM.

2.3.2 Conexión a tierra

El Armario PA está equipado con un trenzado de puesta a tierra que tiene que estar conectado al cuerpo del carro donde va instalado ("tierra").

El material rodante deberá proporcionar la configuración de tierra en el tren (sin conexión a tierra entre los carros o con una misma equipotencial para todos los carros).

3 PRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL TREN

3.1 Resumen de la arquitectura redundante de tipo "cabeza/cola"

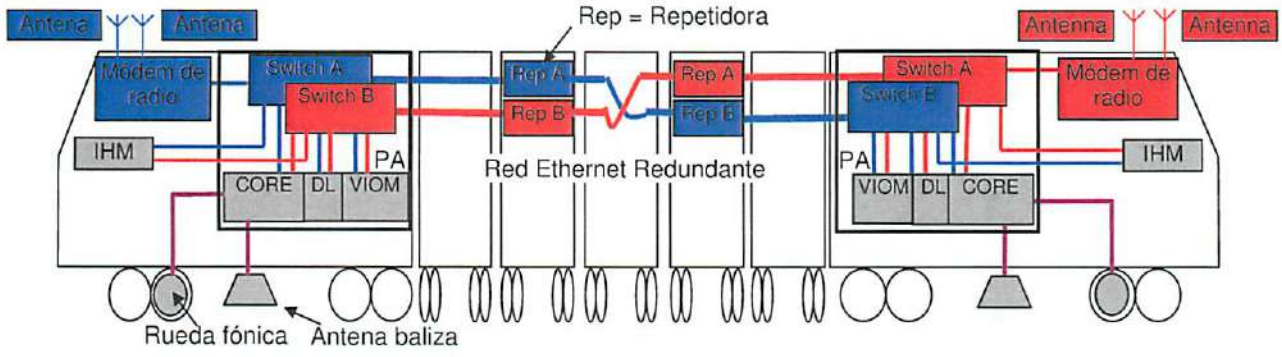


Figura 1: Arquitectura redundante de tipo "cabeza/cola"

El hardware del ATC de a bordo está compuesto de:

- 2 calculadores PA compuestos cada uno de :
  - un Rack 6U, 84 TE (que contiene el CORE, el DL y el VIOM)
  - 2 switches Ethernet instalados en cada extremidad del tren.
- 4 Switches repetidores Ethernet + cables de alimentación.
- 2 conjuntos de IHM (Pantalla DMI, pulsadores, altavoces), uno para cada cabina de conducción,
- 2 odómetros (ruedas fónicas codificadas), uno en cada extremidad del tren,
- 2 antenas STF, una en cada extremidad del tren.

El tren también embarca los equipos de radio para el sistema de comunicación tren-tierra del DCS:

- 2 Módem de radio, 1 en cada extremidad del tren (para el CBTC), instalado dentro de las cabinas.
- 4 antenas del DCS: 2 en cada extremidad del tren (para el CBTC).

3.2 Ubicación de los equipos

- Los cajones CORE/DL/VIOM del PA serán instalados en los carros de extremidad.
- Odómetros: los odómetros serán montados en un eje libre de los carros de extremidad.
- Antena baliza: las antenas serán montadas en un soporte metálico fijado al boggie; las antenas están centradas en el eje longitudinal.
- IHM: una pantalla DMI, pulsadores y un altavoz serán instalados en cada cabina.
- Módems de Radio: serán instalados cerca de sus respectivas antenas (por ejemplo en cabina)
- Antenas de Radio: serán instaladas en el techo de cada cabina de extremidad.

3.3 Alcance de suministro

La figura más adelante es una vista general esquemática de la arquitectura del ATC. Presenta todos los elementos y dispositivos relacionados al equipo ATC de a bordo. La vista es para una mitad de tren.

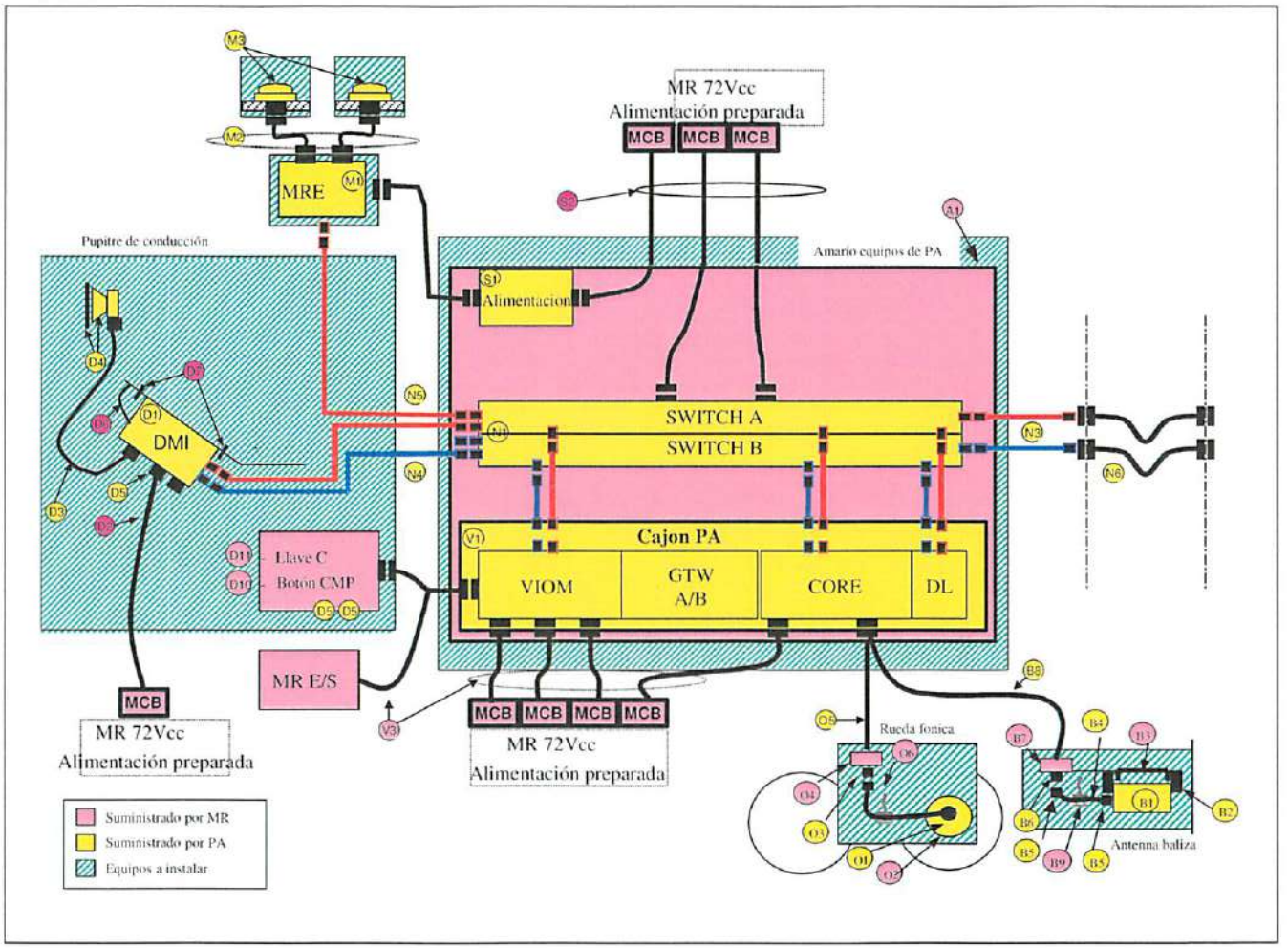


Figura 2: Equipos ATC de a bordo

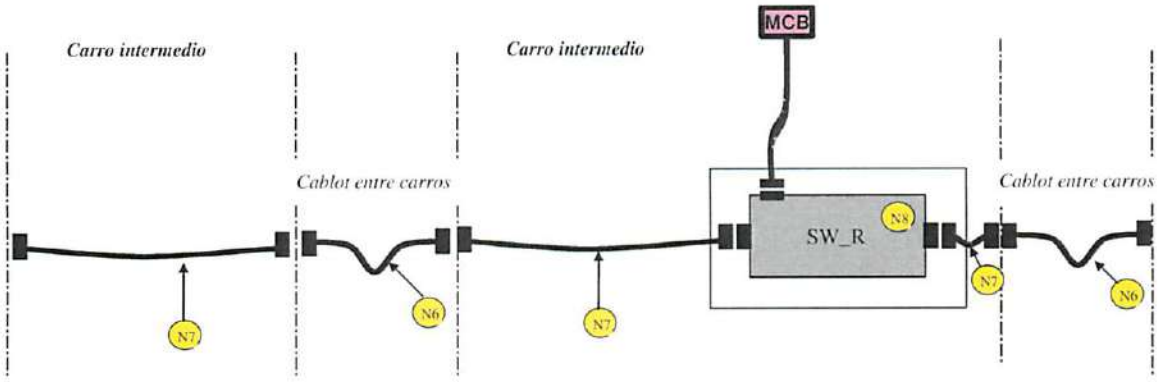


Figura 3: Repetidores de red Ethernet

3.4 Lista de elementos

La tabla a continuación detalla cada elemento de los planos previos.

Elem.	Designación	Cant.	Proveedor	Referencia ALSTOM	Referencias del fabricante	Comentarios
A1	Armario que contiene los equipos de PA	1	MR			Contiene los equipos PA: SI,N1 y V1
B1	Antena ~~de lectura balizas~~	2	ALSTOM	23509		
B2	Kit para instalación de antena (placas laterales + amortiguadores) (tornillos y perno incluidos)	2	ALSTOM			
B3	Soporte de montaje en U (para antena)	2	MR			
B4	Cable entre antena y PA	2	ALSTOM	23674	FILOTEX ET2PB681	Para el primer tren: Sólo un conector se ensamblará en el cable, el otro conector se suministrará separadamente para definir la longitud del cable durante las primeras pruebas. Para los demás trenes: SIG suministra el cable con ambos conectores equipados.
B5	Conector para antena	2	ALSTOM		SAIB	Se debe hacer la elección entre conectores rectos o curvados.
B6	Enchufe bajo el bastidor (conexión del cable de la antena) (tornillos y perno incluidos)	2	ALSTOM		SAIB	Se debe hacer la elección entre conectores rectos o curvados.
B7	Soporte de enchufe	2	MR			
B8	Cable dentro/fuera del tren (antena / PA)	2	ALSTOM	23674	FILOTEX ET2PB681	Alstom recomienda usar este cable
B9	Soporte de cable		MR			
D1	Pantalla DMI (tornillos y perno incluidos)	2	ALSTOM			
D2	Cable alimentación DMI	2	MR			Enlace entre la alimentación BT del tren y la pantalla DMI
D3	Cable entre la	2	ALSTOM			

Elem.	Designación	Cant.	Proveedor	Referencia ALSTOM	Referencias del fabricante	Comentarios
	Pantalla DMI y el altavoz					
D4	Altavoz	2	ALSTOM			
D5	Conector (contacto hembra)	2	ALSTOM			Enlace entre la alimentación BT del tren y la DMI
D6	Trenza de puesta a tierra	2	MR			
D7	Tornillo para fijar la pantalla DMI ~~en la mesa del conductor~~	8	MR			
D8	Cables + conectores de red ethernet	4	ALSTOM			Enlace entre la DMI y el switch ethernet
D10	Pulsador CMP	2	MR			
D11	Selector del modo de conducción	2	MR			
D13	Selector de control de lado de las puertas (llave T1)	2	MR			
O1	Odómetro	2	ALSTOM		HASLERRAIL y SAIB HASLERRAIL 5.8604.025/11 y SAIB 123-319-04 + AUD-SP-ADPE-004	Alstom recomienda usar esta disposición (odómetro + conector SAIB). El cable ya está montado en el odómetro, el conector se tiene que proveer por separado. Longitud máxima del cable: 4 m
O2	Soporte de montaje	2	MR			
O3	Enchufe bajo el bastidor (conexión de cable del odómetro)	2	ALSTOM			Alstom recomienda usar conectores de marca SAIB
O4	Soporte de enchufe	2	MR			
O5	Cable dentro/fuera del tren (odómetro / PA)	2	ALSTOM		Huber + Suhner Réf. tipo Radox GKW-TM (15x0.5 mm² BLG)	Alstom recomienda usar este cable
O6	Soporte de cable		MR			
N1	Modulo switches Ethernet	4	ALSTOM			Dimensiones generales: 3U 84TE
N2	Cable Ethernet	12	ALSTOM			Enlace entre CORE_VIOM (V1) y el switch Ethernet (N1)

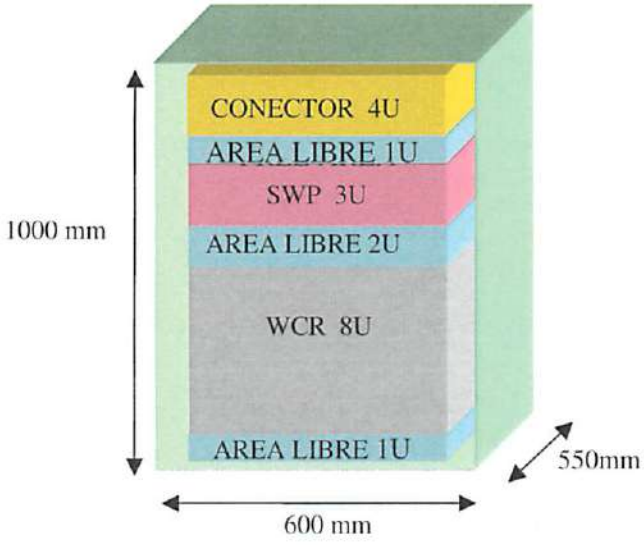
Elem.	Designación	Cant.	Proveedor	Referencia ALSTOM	Referencias del fabricante	Comentarios
N3	Cables + conectores Ethernet	4	ALSTOM			Enlace entre el switch y la red Ethernet
N4	Cable + conectores de red Ethernet	4	ALSTOM			Enlace entre la DMI (D4) y el switch ethernet (N1)
N5	Cables + conectores de red Ethernet	2	ALSTOM			Enlace entre el módem del radio (M1) y el switch Ethernet (N1)
N6	Puente	14	ALSTOM			
N7	Cable de red Ethernet	20	ALSTOM			Enlace con el equipo PA situado en el carro posterior
P1	Switch repetidor Ethernet	8	ALSTOM			
M1	Módem Radio	2	ALSTOM			Kit incluyendo: Radio módem con acoplador
M2	Cable de antena	4	ALSTOM			Cable de RF. Enlace entre el módem radio (M1) y su antena (M3)
M3	Antena Radio	4	ALSTOM			Una antena con soporte para montaje
V1	Rack CORE_VIOM	2	ALSTOM			
V3	Cables		MR			Enlaces entre la parte VIOM (V1) y el MR y la cabina de conducción. El MR proporciona todos estos cables excepto algunos específicos si los hay.
S1	Alimentación	8	ALSTOM			Convertidores CC/CC 75 V - 24 V
S2	Cable	8	MR			Enlace entre la alimentación BT del tren y la alimentación del PA

4 INSTALACIÓN

4.1 Equipo PA

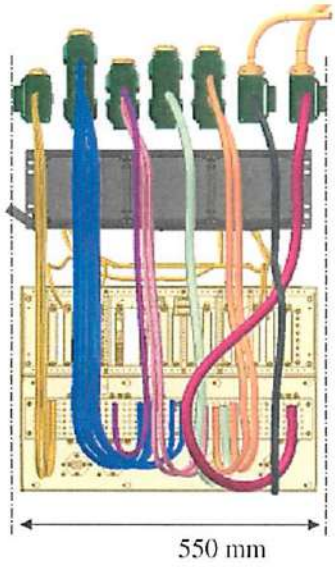
El equipo PA está compuesto de:

- 1 Bastidor WCR
- 1 Bastidor SWP
- 1 area de conectores de interfaz

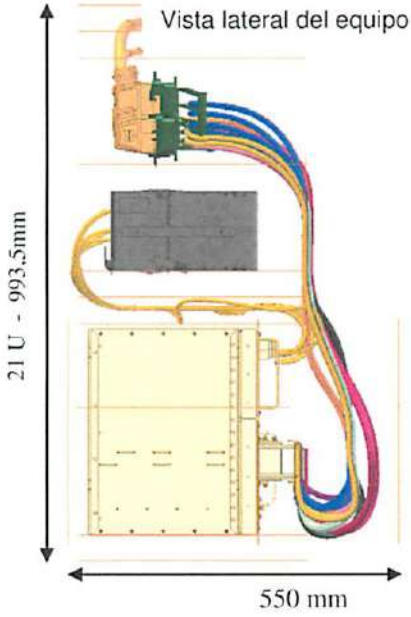


Las dimensiones del equipo PA son:

Vista trasera del equipo PA



Vista lateral del equipo PA



El equipo PA incluye:

- 1 área para los dos Cajones (WCR en 8U + SWR en 3U)
- 1 área libre para ventilación (1U + 2U + 1U + laterales)
- 1 área para los conectores de interfaz (4U)
- 1 área de cableado en la parte posterior

4.1.1 Receptáculo WCR

Los cajones CMV y FAN caben en un receptáculo de 19" que incluye el conjunto de cables equipados con conectores para interconectarse con el material rodante y con los otros equipos del ATC de a bordo.



Figura 4: WCR equipado de sus 2 cajones CMV y FAN

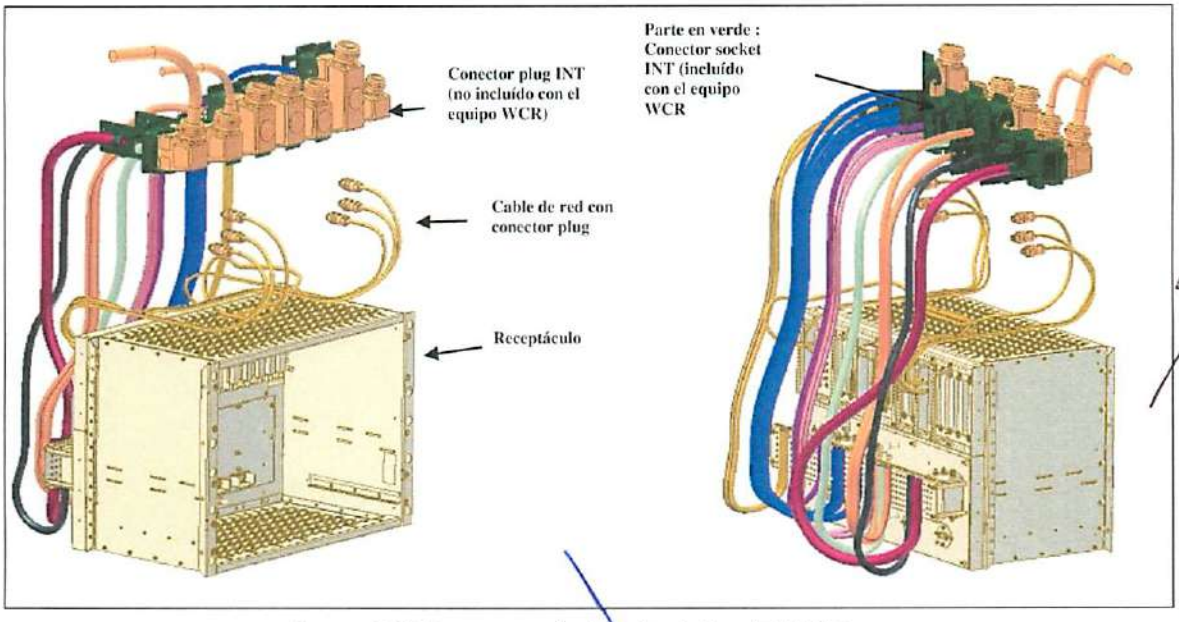


Figura 5: Volumen mecánico alrededor del WCR

4.1.1.1 Especificaciones principales

Rack WCR	
Dimensión del producto instalado	993.5 x 550 x 550 mm (altura x ancho x profundidad)
Peso	El peso del WCR completo es aproximadamente 35 kg - Rack CMV: 17 kg - Rack FAN 1U21: 4 kg - WCR vacío: 15 kg
Disipación de potencia	410 W máx.
Bastidor mecánico	Láminas de acero inoxidable
Racks	Aleación de aluminio con protección de superficie de alocromo, cableado sin halógenos
Tarjetas electrónicas	Poliéster reforzado con vidrio, panel frontal en aluminio

4.1.1.2 Descripción ambiental

Temperatura (EN 50-155 Clase TX)	-40° C / +70° C
Higrometría	95% RH
Resistencia dieléctrica (EN 50-155)	1000 V RMS, 50 Hz, 1 minuto
Aislamiento eléctrico (EN 50-155)	500 V CC
CEM	Conformidad con EN50121-3-2
Vibraciones (IEC 61373) (Cat1 – Clase B)	7.90 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<150 Hz en el eje vertical
	3.50 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<150 Hz en el eje transversal
	5.50 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<150 Hz en el eje longitudinal
Choques (IEC 61373)	30 m.s-2 (pico), 30 ms en los ejes vertical y transversal
(Impulso de semionda sinusoidal, 6 direcciones)	50 m.s-2 (pico), 30 ms en el eje longitudinal
Protección: (EN60529)	IP20
Incendio y humos	De acuerdo con NFF16101 / NFF16102 (requerimiento 2)

4.1.1.3 Accesibilidad

El WCR se debe instalar de modo que se asegure el acceso al frente del rack.
Deberá ser posible también retirar los racks CMV y FAN sin dificultad.
La distancia esperada en frente del receptáculo es como sigue:

VISTA SUPERIOR

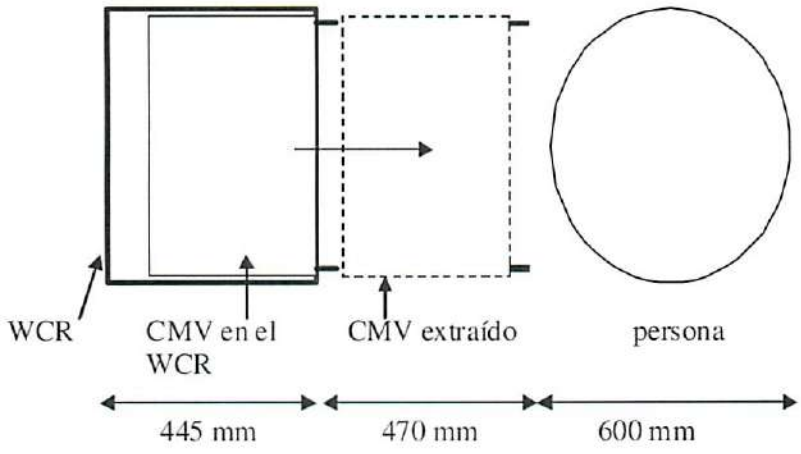


Figura 6: Volumen requerido para la extracción del rack CMV

4.1.1.4 Precauciones de montaje

Se usan 8 agujeros (diámetro 8.5 mm para tornillos M6) para la fijación del receptáculo en el soporte del material rodante. Puntos de fijación: 4 en la parte superior, 4 en el fondo.
El soporte del material rodante deberá estar conectado a la tierra física del tren y tener punto de conexión a la trenza de conexión a tierra del rack CMV.

El soporte del material rodante tiene que ser lo suficientemente fuerte para sostener las mismas restricciones de choque y vibración que el ATC

ALSTOM

MÉXICO – L12

	Peso del rack SWP vacío: 2.6 kg
Bastidor mecánico	Láminas de acero inoxidable

Nota: la disposición detallada del rack se confirmará en el diseño detallado.

4.1.2.2 Precauciones de montaje

El soporte del material rodante tiene que ser los suficientemente fuerte para sostener las mismas restricciones de choque y vibración que los equipos ATC.
Las barras de desplazamiento gemelas deben soportar el rack SWP según se define abajo:

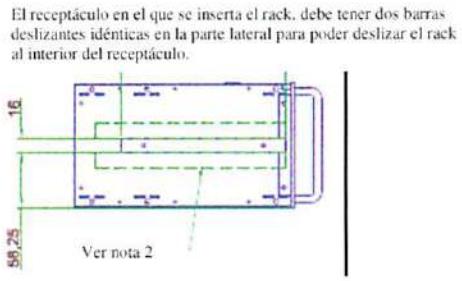


Figura 9: Barras de desplazamiento para el soporte del rack SWP

- estar diseñadas para hacer más fácil la extracción del rack
- incluir un punto de conexión M6 para el trenzado de conexión a tierra del rack
- estar conectadas a la tierra física del tren

Los racks del PA se instalaran en un armario que deberá incluir:

- una puerta frontal que permita el fácil acceso al PA para el mantenimiento. La puerta debe ser lo suficientemente grande para permitir la extracción del receptáculo del PA y el bastidor del mismo completos desde el interior del gabinete.
- una puerta posterior lo suficientemente grande para permitir el fácil acceso a los conectores posteriores (parte de las conexiones eléctricas del bastidor del PA se hacen en la parte trasera)

El armario, provisto por el material rodante, deberá:
- estar diseñado para hacer sencilla la instalación del bastidor del PA (tolerancia de montaje)
- tener IP 54
- incluir aberturas filtradas para asegurar la circulación interna de aire

4.2 Antena de lectura balizas

La antena está hecha de un cuerpo resistente que contiene las tarjetas electrónicas de transmisión. Las otras piezas principales de la antena son la cara de emisión no metálica, el conector de interfaz, los amortiguadores, la trenza de conexión a tierra.

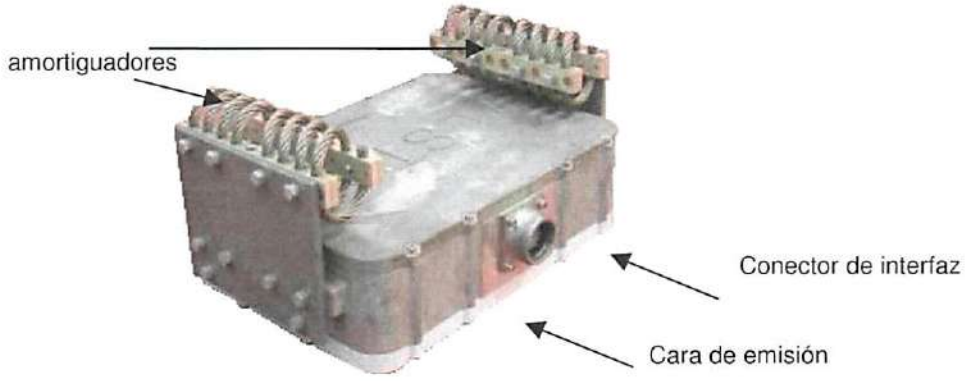


Figura 10: Antena

4.2.1 Especificaciones principales

Antena	
Tipo	transmisión de datos bidireccional (lectura de balizas)
Dimensiones	480x342x233 mm con el conector y los amortiguadores
Peso	21 kg con amortiguadores y dispositivos de adaptación
Cuerpo	aluminio fundido
Amortiguadores	acero inoxidable y aluminio con tratamiento de la superficie
Cara emisora	poliéster reforzado con vidrio
Conector	Aluminio con tratamiento de la superficie

Cable:
Entre el conector bajo el carro y la antena: Radio mínimo de doblado del cable: 100 mm (estático), 200 (dinámico)

4.2.2 Descripción ambiental

Temperatura (EN 50-155 TX)	-40° C / +70° C
Higrometría	95% HR
Resistencia dieléctrica (EN 50-155)	750 V RMS, 50 Hz, por 1 minuto
Aislamiento eléctrico	500 V CC
CEM	según EN50121-3-2 y EN 300330
Vibraciones (IEC 61373) (Cat2)	42.5 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<250 Hz en el eje vertical
	37.0 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<250 Hz en el eje transversal
	20.0 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<250 Hz en el eje longitudinal
Choques (IEC 61373)	300 m.s-2 (pico), 18 ms en los 3 ejes (impulso de semionda sinusoidal, 6 direcciones)
Protección: (EN60529)	IP67

Niebla salina	500 horas
Incendio y humos	según NFF16101, NFF16102 (Requerimiento 0)

4.2.3 Precauciones de montaje

4.2.3.1 Montaje mecánico de la antena

La antena está equipada con 2 placas metálicas usadas para la fijación de los amortiguadores arriba de la antena. Los amortiguadores se fijan en un soporte (placa en U fijada en la barra transversal central del bastidor del bogie) con 8 tornillos de diámetro M8 (4 por amortiguador) y la placa en U se fija en el bogie con 4 tornillos de diámetro M10. El conjunto de cuñas se tienen que añadir (entre el soporte en U y el soporte en ángulo) para ajustar su posición vertical. Para la conexión a tierra entre el cuerpo de la antena y el bogie, la antena está equipada con una trenza de conexión a tierra, que estará conectada eléctricamente al bogie (sección: 25 mm²; longitud = 300 mm; punto de fijación: M10)



Figure 11 : Antena y soporte

Cable:
El mismo tipo cable se usa entre el cuerpo del carro y la antena y entre el conector bajo del carro y el PA. Radio mínimo de doblado: 50 mm (estático), 200 mm (dinámico)

Longitud del cable: menos de 30 metros (longitud entre el PA y la antena)

El conector de la antena es un conector cilíndrico macho SAIB de 19 patillas.

La longitud de la trenza de conexión a tierra es de 300 mm.

4.2.3.2 Limitaciones de entorno

Para evitar la interferencia mecánica no se debe instalar nada alrededor de la antena a menos de 50 mm.

La antena debe estar posicionada en una zona sin partes metálicas. Los siguientes diagramas definen esta zona:

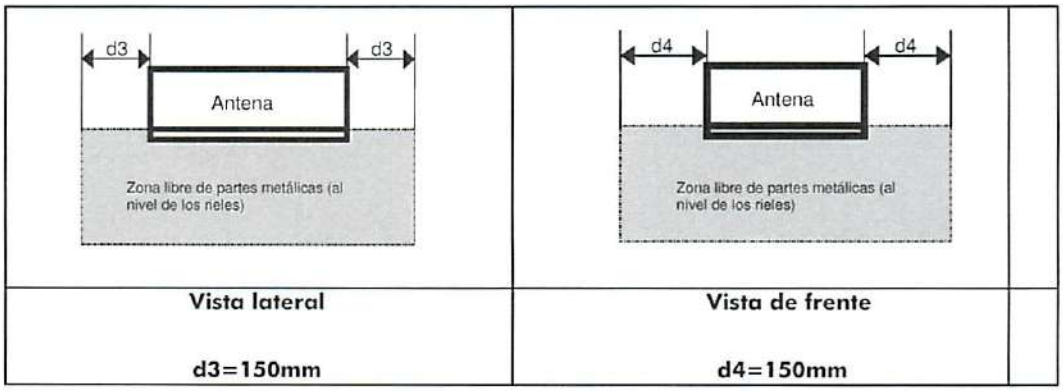
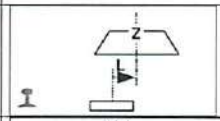
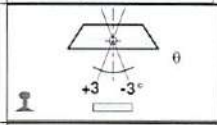
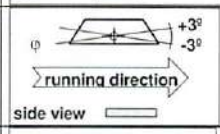
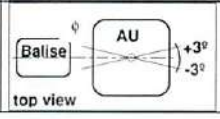


Figura 11: Área libre alrededor de la antena

4.2.3.3 Posición de la antena

La antena está centrada con el eje de la vía.

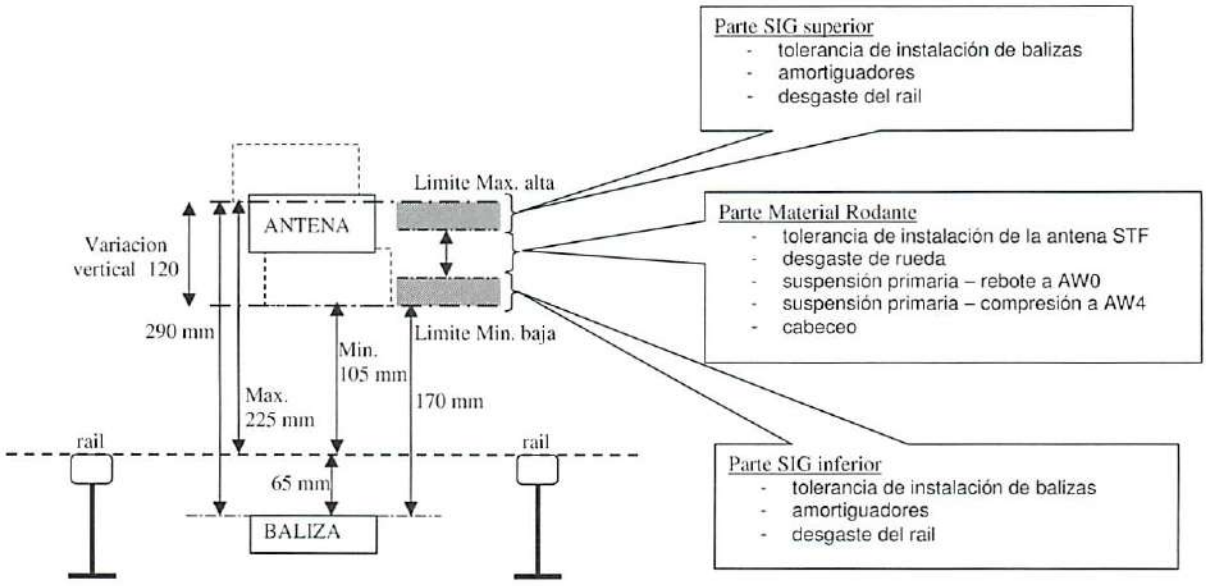
	típico	máximo	
Espacio lateral con el eje de baliza longitudinal = L	0 mm (+/-10 mm)	+/-60 mm	
Inclinación = θ	0° (+/-1°)	+/-3°	
Cabeceo = φ	0° (+/-1°)	+/-3°	
Orientación = ϕ	0° (+/-1°)	+/-3°	

Las dimensiones máximas son las dimensiones extremas que aseguran el buen funcionamiento de los dispositivos y se deberán respetar cualesquiera que sean las condiciones dinámicas.

4.2.3.4 Definición de la distancia vertical de la Antena STF

Es función de los parámetros estáticos y dinámicos del tren con respecto al comportamiento del bogie (desgaste del riel, desplazamiento de la suspensión primaria, rebote, cabeceo del bogie, ...).

La distancia estática de la antena STF de la parte superior del riel deberá ser entre 105 mm y 225 mm ya que está considerado que la baliza de suelo esté instalada a 65 mm de la parte superior del riel.



La altura nominal de la antena STF es dentro de la parte del Material Rodante donde:
Parte del Material Rodante = 120 mm – (SIG-superior + SIG-inferior)

Nota: Por experiencia, Alstom recomienda usar un **juego de cuñas** (entre el soporte en U B3 y el soporte angular B4, para compensar el desgaste de la rueda para respetar la posición vertical.

Vea el Apéndice A: Plano mecanicode la antena para mayores detalles.

4.3 Odómetro

Está formado por una caja resistente conteniendo 4 sensores. Está acoplado mecánicamente con el eje del bogie con un sistema específico y está equipado con un conector para la interfaz eléctrica.

Todas las dimensiones se dan en los planos del fabricante, excepto la longitud del cable (máx. 3.5 m). Esta longitud se debe definir por el contratista del material rodante.



Figura 12: Odómetro instalado en el extremo del eje (rueda fónica codificada)

4.3.1 Especificaciones principales

Odómetro codificado (Haslerrail ref. 5.8600.034) (rueda fónica)	
Tipo	con 4 sensores ópticos y disco codificado
Dimensiones	diámetro 155 mm, grosor 130 mm (sin cable y acoplamiento)
Peso	aprox. 4.5 kg (sin cable y conector)
Cuerpo	Fundición de aluminio
Conector	Aluminio con tratamiento de superficie
Velocidad máx. de acoplamiento	3600 rpm
Radio mínimo de doblado del cable	150 mm
Cable	Cable Huber&Suhner
Conector	Conector SAIB 123-319-04 ind C – AUD-SP-ADPE-004 ind C (Alstom ref. 22905)

4.3.2 Descripción ambiental

Temperatura (EN 50-155 Clase T3)	-40° C / +70° C
Higrometría	95% HR
Resistencia dieléctrica (EN 50-155)	1000V RMS, 50 Hz, por 1 minuto
CEM	según EN50121-3-2
Vibraciones (IEC 61373) (Cat3) 300 m.s	300 m.s-2 RMS, 10 Hz<f<500 Hz en el eje vertical 270 m.s-2 RMS, 10 Hz<f<500 Hz en el eje transversal 135 m.s-2 RMS, 10 Hz<f<500 Hz en el eje longitudinal
Choques (IEC 61373)	1000 m.s-2 (pico), 6 ms en 3 ejes (Impulso de semionda sinusoidal, 6 direcciones)
Protección (EN60529)	IP68
Niebla salina (IEC68-2-11)	500 horas
Incendio y humos	Según NFF16101, NFF16102 (Requerimiento 0)

4.3.3 Precauciones de montaje

El acoplamiento con el disco Delrin funciona sin grasa o lubricante. El cable se debe conectar al bastidor del bogie, cerca del cuerpo del odómetro. Su conexión con la carrocería del carro se debe hacer tan corta como sea posible, según su radio mínimo de doblado y el movimiento del bogie en relación a la carrocería.
La posición de los conectores se elige para reducir la holgura entre la carrocería del carro y el bastidor del bogie.

La longitud entre el odómetro y el PA no deberá exceder de 30 m.

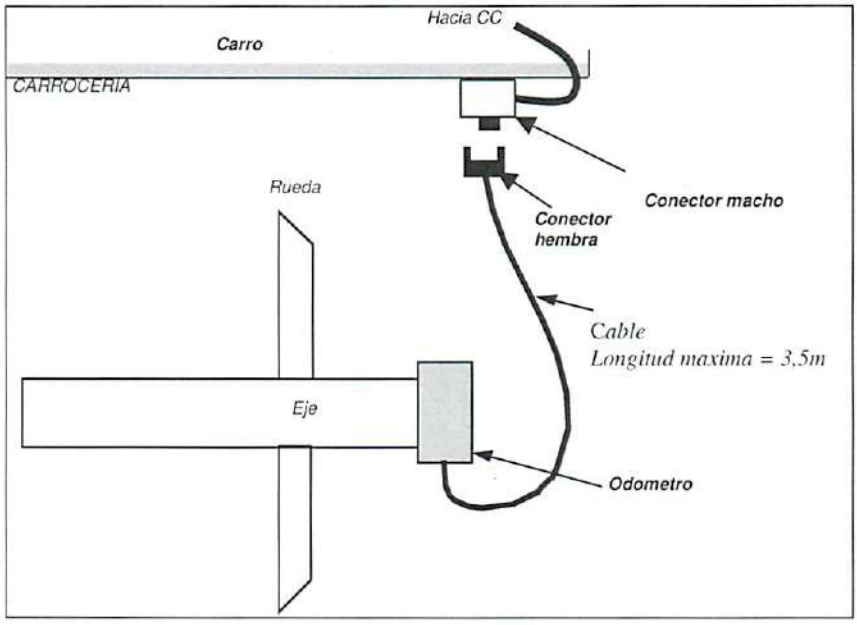


Figura 13: Principio de instalación del cable del odómetro

4.3.4 Interfaz mecánica

El odómetro está montado en el extremo del eje, en la caja del mismo, con una pieza de interfaz mecánica. El odómetro está sujeto con 4 tornillos tipo CHC, diámetro M10.

La adquisición de velocidad con el eje se hace con un dispositivo homocinético que incluye 3 piezas:

- 1 horquilla de accionamiento fijada en el eje del odómetro
- 1 disco de acoplamiento hecho de material Delrin, asumiendo el acoplamiento con las horquillas de accionamiento del odómetro y el eje
- 1 sistema de accionamiento con dos 2 pasadores fijos en el extremo del eje

El número de plano HASLERRAIL/5.0086.074 muestra la disposición completa
Los planos de las piezas mecánicas usadas en esta disposición son: (planos del fabricante Haslerrail).

4.4 Interfaz Hombre Maquina de cabina

4.4.1 Presentación general

La IHM del ATC es la interfaz entre el conductor y el PA. Así, el conductor puede saber en cualquier momento la velocidad actual y la velocidad objetivo, seleccionar el modo de conducción requerido, informar al PA de las acciones que lleva a cabo, como apertura/cerrado de puertas, solicitud de partida, etc.
Cada cabina tiene su propia IHM.

4.4.2 Constitución

En cada cabina, el IHM del ATC incluye:

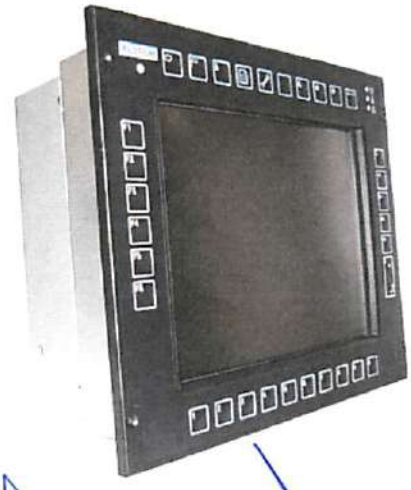
	Proveedor	
	MR	ALSTOM
Llave de selección de modo de conducción (llave C)	X	
Pulsador de partida en PA	X	
Selector de control manual de puertas (llave T1)	X	
Llave de aislamiento del ATC (llave CLT2)	X	
Pantalla DMI del conductor y su altavoz	X	X

X: identifica al proveedor del equipo.

4.4.2.1 Pulsador CMP

Pulsadores estándares de ferrocarril con una lámpara interna para indicar que el modo CMP está activo.

4.4.2.2 La DMI del conductor



4.4.2.2.1 Especificaciones principales de la DMI

ALSTOM tambien dispone de otra configuración del DMI, esta comporta la pantalla separada de la electrónica. La selección de la configuración del DMI se hará durante el proyecto ejecutivo.

Las dimensiones de la pantalla (configuración no separada) son:

- Panel frontal: 300 mm (ancho) x 250 mm (altura) x 88 mm (profundidad).
- Pieza principal: 300 mm (ancho) x 250 mm (altura) x 210 mm (profundidad)

Estas dimensiones no incluyen las conexiones y los cables.

Proveedor		ALSTOM
Nivel IP	Panel frontal	IP65
	Panel trasero	IP30
Dimensiones de los agujeros de montaje		diámetro 4.5 mm
Dimensiones visibles		300 mm x 250 mm
Peso		3.6 kg

Temperatura		EN 50-155 clase T3
Excepto pantalla LCD	Almacenamiento	[-20° C; +80° C]
	Uso	[0° C; +65° C]
Niebla salina (IEC68-2-1]		EN50155 clase ST3
Incendio y humos		NFF16101 y NFF16102

La DMI tiene una disipación de potencia de 30 W. Se debe permitir el flujo de aire para reducir la elevación de temperatura alrededor del equipo.

Se debe reservar un espacio libre de 10 cm arriba y debajo de la consola. La consola no se deberá instalar en una ubicación térmicamente aislada. El intercambio de calor debe poder realizarse ya sea por convección natural del aire ambiente o a través de las paredes laterales metálicas.
Además, la consola no se debe instalar en un nivel horizontal. Donde se instale la consola en condiciones que no respetan las restricciones anteriores, se debe proporcionar enfriamiento por aire forzado.

4.4.2.2.2 Altavoz externo

La DMI usa un altavoz externo . Este equipo contiene:

- el altavoz
- la rejilla de protección

Proveedor	VISATON
Referencia	R 10 SC 8 Ohmios

Dimensiones de los agujeros de montaje	Consulte los planos mecánicos
Conectores	Fast-on
Potencia nominal	20 Watt
Respuesta de frecuencia	100 - 13000 Hz (-8 dB)
Presión sonora media (nominal)	90 dB (1 W/1 m)
Peso neto	3.6 kg

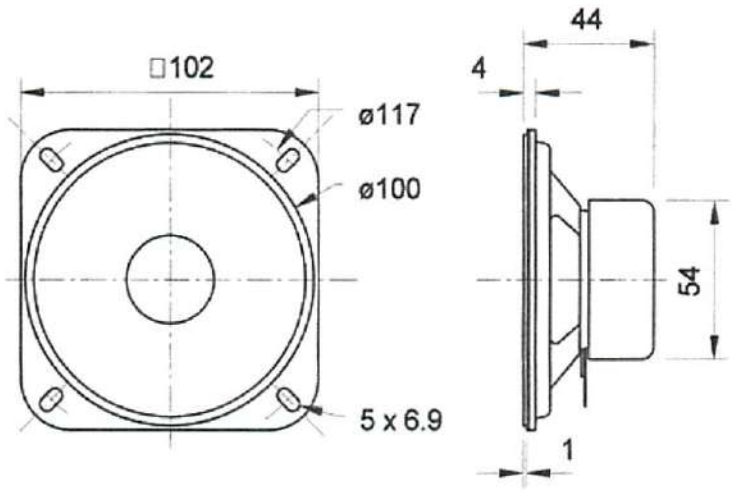


Figura 14: Esquema del altavoz

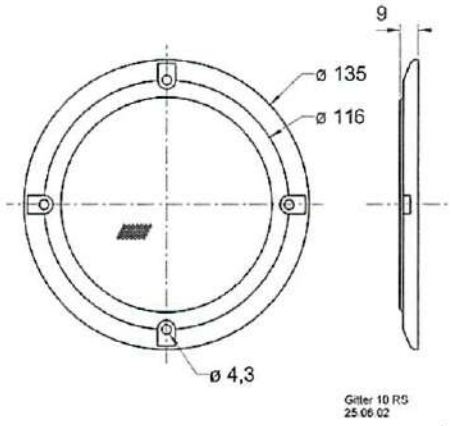


Figura 15: Esquema de la rejilla



Referencia	10 RS
Agujero de montaje	4 agujeros, diámetro 4 mm

4.5 Equipos radio del DCS

4.5.1 Presentación

El equipo radio del DCS se usa para la transmisión y recepción continuas de datos ATC entrelos equipos fijos (ATC, ATS, MSS, SEÑ) y embarcados. Estos datos están destinados a proporcionar al equipo del PA Embarcado en tiempo real el estado ~~actual~~ de la vía.
Para asegurar la continuidad de la transmisión, hay un equipo radio del DCS por cabina.

El rango de frecuencia de la transmisión de radio es [5-5.8] GHz.

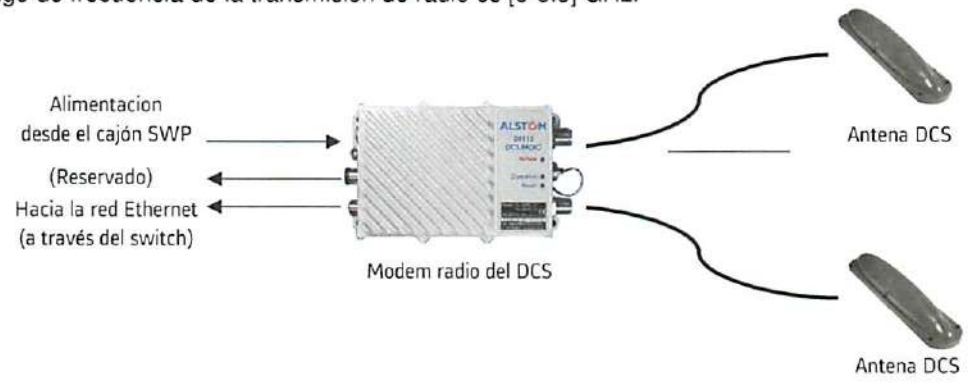


Figura 16: Equipos radio del DCS

4.5.2 Constitución

El equipo del DCS está compuesto del siguiente equipo en cada cabina:

- un módem radio interconectando las antenas del DCS con la parte CORE del PA a través de la red Ethernet de señalización.
- dos antenas del DCS para el CBTC.

4.5.3 Módem del DCS

4.5.3.1 Especificaciones principales

Módem del DCS	
Dimensión	105 mm x 176 mm x 55 mm (sin cables, altura x ancho x profundidad)
Peso	aprox. 1.0 kg
Interfaz de alimentación	24 V CC, 1.5A máx. (conformidad EN50155)
Interfaz Ethernet :	1x10-100 Base T

4.5.3.2 Descripción ambiental

Temperatura	-40° C/+70° C
Protección IP	IP65
Resistencia dieléctrica	1000 V RMS, 50 Hz, por 1 minuto.
CEM	según EN50121-3-2
Vibración (IEC61373) (Cat.1)	4 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<100 Hz en el eje vertical 4 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<100 Hz en el eje transversal 4 m.s-2 RMS, 5 Hz<f<100 Hz en el eje longitudinal
Choques (EN61373)	30 m.s-2 para vertical y transversal, 50 m.s-2 para longitudinal; 30 ms en 3 ejes.
Niebla salina (IEC60068-2-52)	48 horas

4.5.3.3 Precauciones de montaje

El módem del DCS se deberá instalar con la longitud máxima de los cables de RF entre el módem del DCS y la antena de éste que no exceda la longitud definida según la consideración de la pérdida de señal. La longitud máxima se definirá durante la fase de diseño detallado.

4.5.4 Antenas del DCS

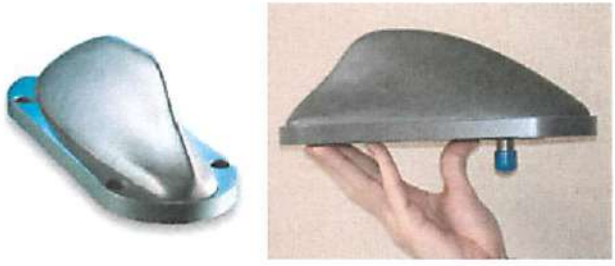


Figura 17: Antena radio del DCS

4.5.4.1 Especificaciones principales

Antena del DCS	
Dimensión	260 x 100 x 90 mm (altura x ancho x profundidad)
Peso	1.4 kg

4.5.4.2 Descripción ambiental

Temperatura	Rango de temperatura de operación–40° C a +80° C Rango de temperatura de almacenamiento –55° C a +85° C
Clasificación IP	IP66
Restricciones generales	EN 50155, equipo electrónico usado en material rodante
Restricciones eléctricas	EN 50124-1, coordinación de aislamiento (27.5 KV CA y 3.8 KV CC)
	UIC 533

5 INTERFAZ ELÉCTRICA

5.1 Presentación general

Las conexiones entre los diferentes elementos del PA se muestran en la figura 20.

El PA también tiene enlaces con otros componentes del tren, a través de la interfaz del mismo

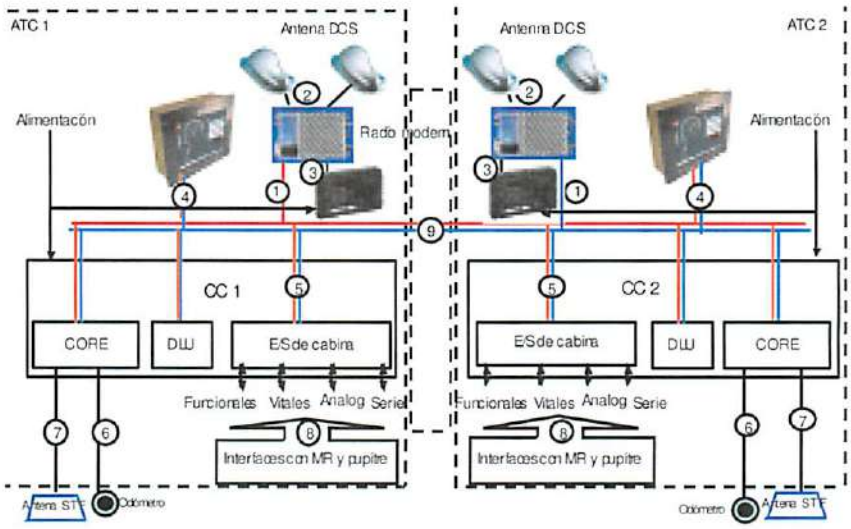


Figura 20: Interfaces eléctricas entre ATC y con el material rodante

Las interfaces eléctricas del PA se muestran a continuación:

No.	Interfaces	Comentarios
1	Módem radio – computadora del PA	Enlace por cable de Ethernet a través de un Switch Ethernet
2	Módem radio – antenas de radio	Cuatro interfaces: una para cada antena de radio Enlace directo por cable coaxial de RF
3	Módem radio – Unidad de alimentación del módem	Enlace directo por líneas simples
4	DMI – computadora del PA	Enlace por cable de Ethernet a través de un Switch Ethernet
5	Interfaz de E/S – computadora del PA	Enlace por cable de Ethernet a través de un Switch Ethernet
6	Odómetro – computadora del PA	Esta interfaz incluye: - un enlace móvil entre el odómetro y la carrocería del carro - un enlace fijo entre la carrocería del carro y el PA
7	Antena STF – computadora del PA	Esta interfaz incluye: - un enlace móvil entre la antena STF y el la carrocería del carro - un enlace fijo entre la carrocería del carro y el PA
8	Interfaz de E/S – E/S del tren	Enlaces directos a través de conectores de tipo "INT"

No.	Interfaces	Comentarios
9	RED des datos ATCdel PA	Enlace por cable de Ethernet a través de Switches Ethernet y repetidores Ethernet

5.2 Consumo de corriente

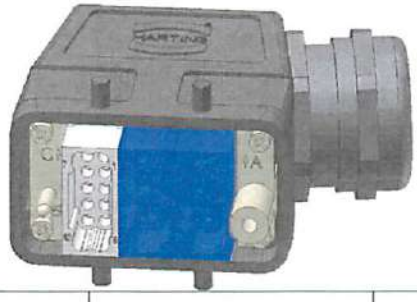
Equipo de señalización	Potencia requerida	Intensidad estimada	Corriente de irrupción estimada por 50 ms = < 3.In	Valor nominal del MCB
PA CORE	170 W	2.3 A	7 A	MCB01 de 8A
PA VIOM	80 W	1.1 A	3.3 A	MCB02 de 4A
PA FAN	10 W	0.1 A	0.4 A	Incluido en CMV
Switches SWU	25 W	0.3 A	1 A	MCB03 de 2 A
IHM ATC	TBD			MCB09 de TBD
Alimentación del módem Radio	30 W	0.4 A	1.2 A	MCB10 de 2 A

5.3 Definición de los conectores de interfaz con el MR

Los conectores "INT" del PA están dedicados a interconectar el PA con todas las líneas de tren.

INT #	Función
1	Alimentación del PA
2	Entradas /salidas vitales discretas
3	Entradas /salidas no vitales discretas
4	Interfaz de odómetro
5	Interfaz de antena STF
6	Entradas/salidas analógicas

5.3.1 Conector INT1

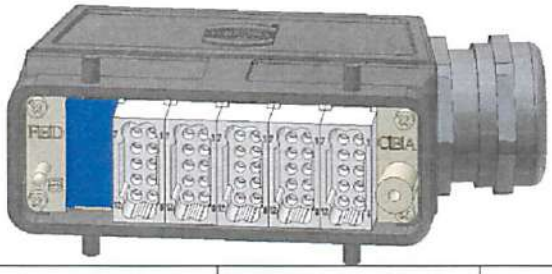


	Fabricante	HARTING
	Tipo	Conector macho 24 contactos CG
	Referencia	62 14 010 9013
	Características principales	Tipo: Módulo Han DD®; tamaño 10B Cierre: dos palancas en la cubierta Cubierta usada: entrada superior o lateral Protección de entrada de cables: M 32 Código IP: IP65

2 módulos Han E®, inserto macho de 6 puntos (6 contactos hembra)
1 módulo Han DD® inserto macho de 12 puntos (12 contactos hembra)
Calibre de contacto:

- mín.: 0.14 mm² (AWG 26)
- máx.: 2.5 mm² (AWG 14)

5.3.2 Conector INT2



	Fabricante	HARTING
	Tipo	Conector macho, 60 contactos CG
	Referencia	62 14 024 0083
	Características principales	Tipo: Módulo Han DD®; tamaño 24B Cierre: Dos palancas en la cubierta Cubierta usada: Entrada superior o lateral Protección de entrada de cables: M 32 (13 - 20 mm) Código IP: IP65

4 módulos Han DD® inserto macho, 12 puntos (48 contactos macho)
Calibre del contacto:

- mín.: 0.14 mm² (AWG 26)
- máx.: 2.5 mm² (AWG 14)

5.3.3 Conector INT3



Fabricante	HARTING
Tipo	Conector macho, 58 contactos CG M32
Referencia	62 14 016 0028
Características principales	Tipo: Módulo Han DD®; tamaño 16B Cierre: Dos palancas en la cubierta Cubierta usada: Entrada superior o lateral Protección de entrada de cables: M 32 Código IP: IP65

2 módulos Han DD® inserto macho, 12 puntos (24 contactos macho)
2 módulos Han® DDD inserto macho, 17 puntos (34 contactos macho)
Calibre del contacto:

- mín.: 0.14 mm² (AWG 26)
- máx.: 2.5 mm² (AWG 14)

5.3.4 Conector INT4



Fabricante	HARTING
Tipo	**Conector macho, 20 contactos CG M32**
Referencia	**62 14 020 0002**
Características principales	Tipo: Módulo Han; tamaño 6B Cierre: Una palanca en la cubierta Cubierta usada: Entrada lateral Protección de entrada de cables: M 32 Código IP: IP65

1 módulo Han® EEE inserto macho, 20 puntos (20 contactos macho)
Calibre del contacto: 0.5 mm²

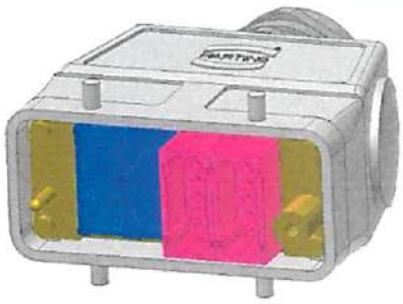
5.3.5 Conector INT5

		
	Fabricante	HARTING
	Tipo	**Conector hembra, 20contactos CG M32**
	Referencia	**62 14 020 0003**
	Características principales	Tipo: Módulo Han; 6B tamaño Cierre: Una palanca en la cubierta Cubierta usada: Entrada lateral Protección de entrada de cables: M 32 Código IP: IP65

1 módulo Han® EEE inserto macho, 20 puntos (20 contactos macho)
Calibre del contacto:

- señal baja: 0.6 mm²
- señal de potencia: 1.34 mm²

5.3.6 Conector INT6



Fabricante	HARTING
Tipo	Conector macho, 58 contactos CG M32
Referencia	62 14 016 0034
Características principales	Tipo: Módulo Han DD®; tamaño 16B Cierre: Dos palancas en la cubierta Cubierta usada: Entrada superior o lateral Protección de entrada de cables: M 32 Código IP: IP65

2 módulos Han DD® inserto macho, 12 puntos (24 contactos)
Calibre del contacto

- mín.: 0.14 mm² (AWG 26)
- máx.: 2.5 mm² (AWG 14)

5.4 Conexión entre VIOM y el MR

5.4.1 Especificación de energía

El VIOM se deberá alimentar tan pronto como el tren esté preparado, aún si la cabina no está controlada.

El VIOM deberá estar alimentado en todo momento del viaje aún en la operación de vuelta el las estaciones terminales. No se permite el corte mientras el tren esté preparado (durante las operaciones de vuelta no se permiten las operaciones de micro-conmutación).

El material rodante deberá proporcionar tres alimentaciones de 80 Watt (batería 75V preparada).

Voltaje de entrada: Vn = alimentación de batería preparada de 75 V con variación de 0.7 Vn a 1.25 Vn.

Corriente nominal estimada por línea de alimentación: In = 1,1 A

Corriente de irrupción estimada por línea de alimentación: < 3.In = 3.3 A por 50 ms

El material rodante deberá proporcionar tres MCB de 4 A.

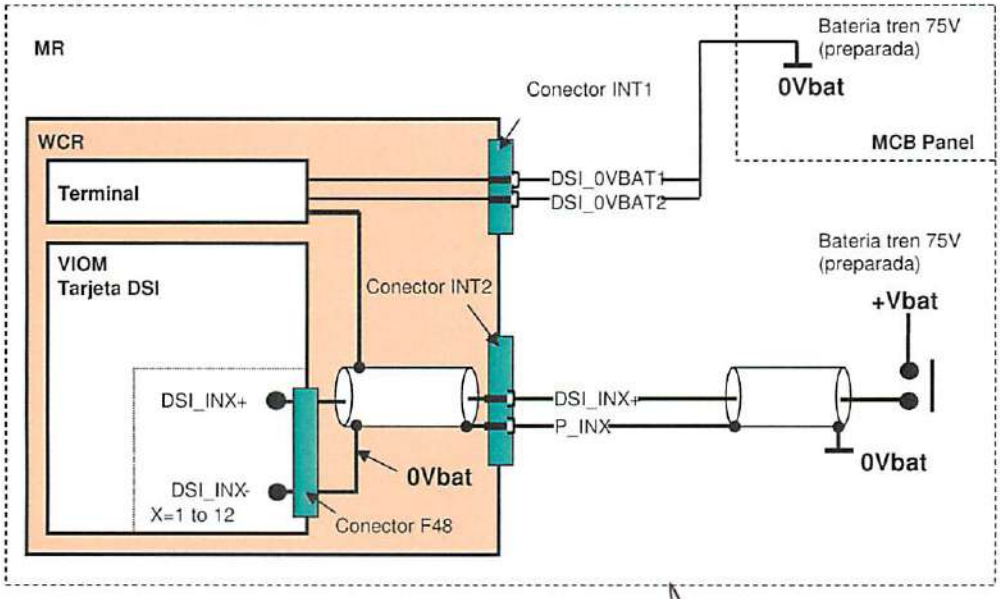
5.4.2 Características de las entradas vitales

Las entradas vitales tienen las siguientes características:

- Contactos libres de potencial puestos a disposición por el material rodante
- Cable apantallado de 1 conductor de 0.6 mm² mín.
- Voltaje: 75 V CC
- Potencia: 750 mW máx.

Para las entradas vitales, es necesario prevenir la alimentación directa de la entrada por corto circuito entre la alimentación y la línea de entrada.
Una solución es usar un cable apantallado de 1 conductor con la pantalla conectada a la referencia de voltaje. De ese modo, cualquier daño del cable o corto circuito entre la alimentación y los hilos vitales producirá una conexión directa entre la alimentación y 0 V. Este tema se debe discutir con el material rodante.

Figura 21: Ejemplo de interfaz eléctrica para la entrada vital del VIOM



Hay un VIOM en cada cabina (denominado como cabina 1 y cabina 2).

5.4.3 Características de las entradas no vitales

Las entradas funcionales tienen las siguientes características:

- Contactos libres de potencial puestos a disposición por el material rodante.
- Cable único de 0.6 mm² mín.
- Potencia: 750 mW máx.

La entrada no vital deberá estar referenciada a la referencia de 0 V de la batería.

- Clasificación de voltaje: 75 V CC

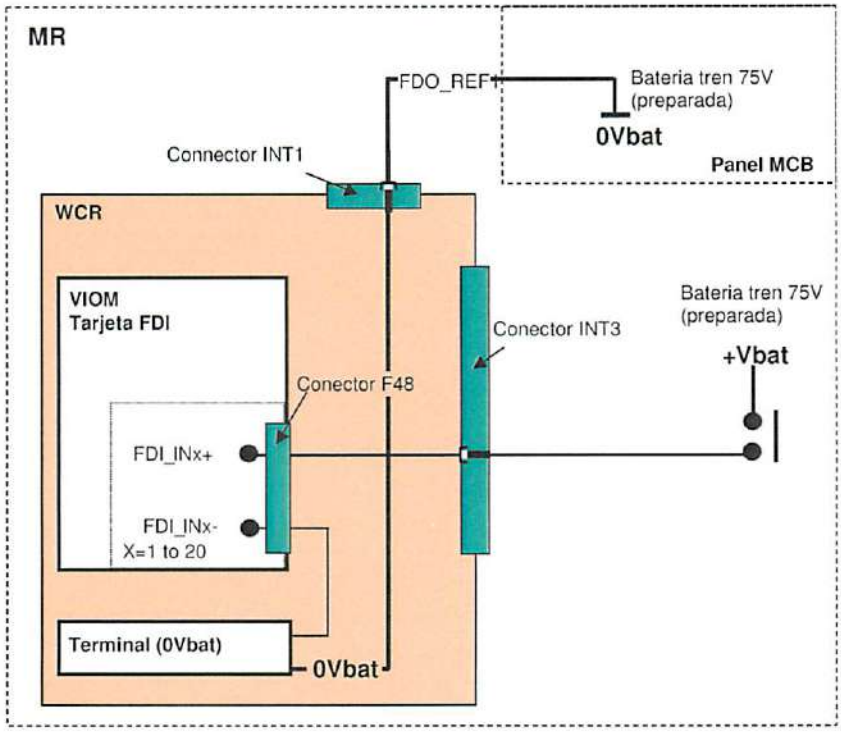


Figura 18: Interfaz eléctrica para la entrada no vital VIOM

5.4.4 Características de las salidas vitales

Las salidas vitales tienen las siguientes características:

- Contactos libres de potencial puestos a disposición por ALSTOM
- No existen requerimientos para la selección del tipo de cable; sin embargo, se deberá asegurar el aislamiento entre los dos hilos para prevenir cualquier riesgo de cortocircuito entre ellos. El equipo de RAMS de ALSTOM deberá verificar el cableado. Este tema se debe discutir con el material rodante.
- Las características de conmutación de las tarjetas de salidas vitales son:
  - 2 salidas de alta potencia : 120 VA @75 V CC L/R < 30 mS
  - 8 salidas de potencia regular : 44 VA @75 V CC L/R < 30 mS
- Clasificación de voltaje: 75 V CC

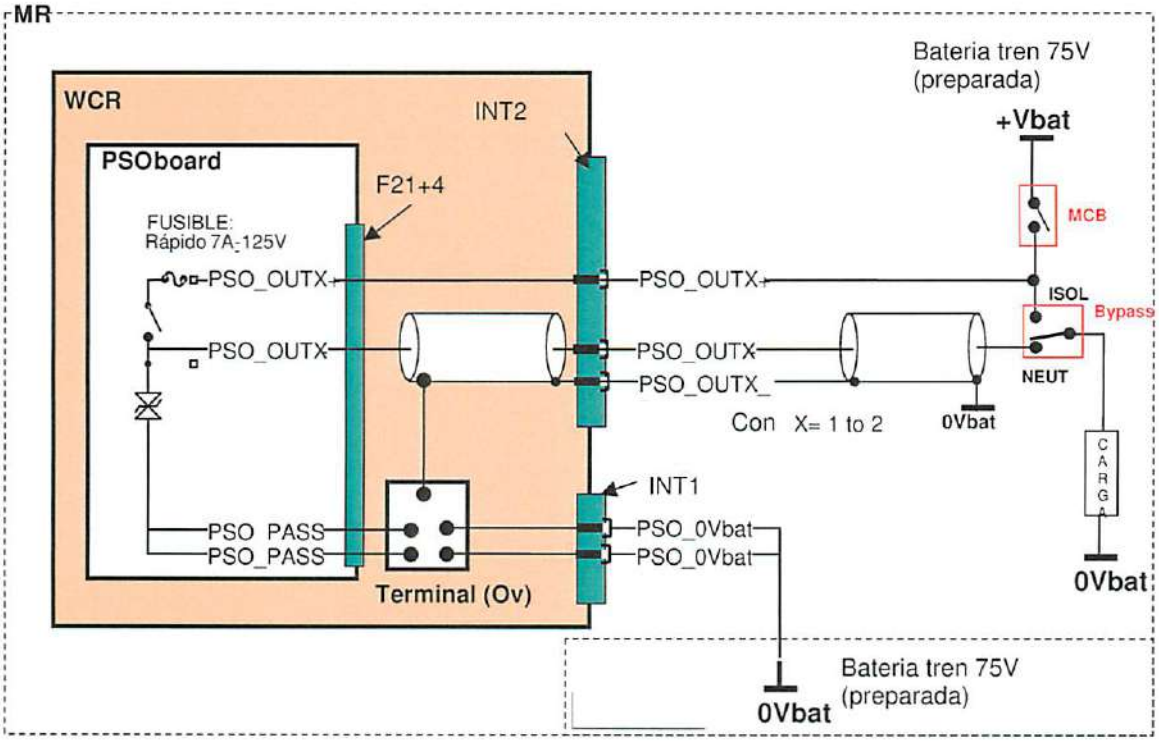


Figura 19: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas vitales de alta potencia

5.4.5 Salidas digitales no vitales

- Las características de conmutación de las tarjetas de salidas no vitales son:
  - 2 grupos de 6 salidas de relé estático de potencia regular (250 mA @110 V CC L/R < 30 mS)
  - 4 salidas de relé estático de alta potencia (2 A @110 V CC L/R < 30 mS)
  - 4 salidas libres de potencial (44 VA @110 V CC L/R < 30 mS)
- Cable único de 0.6 mm² mín.
- Clasificación de voltaje: 75 V CC

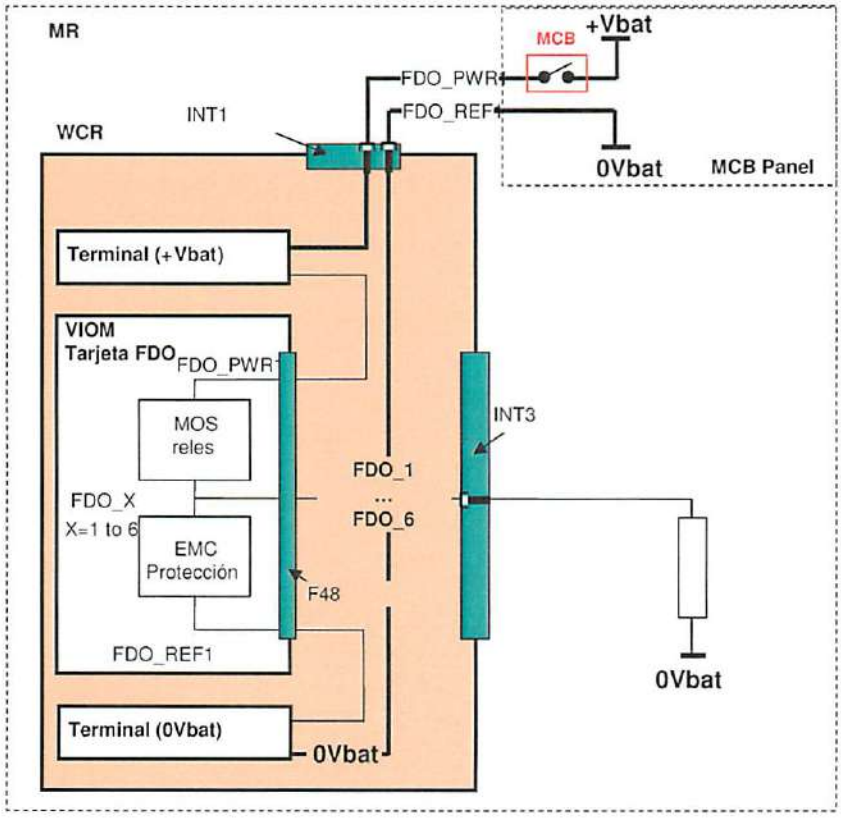


Figura 20: Ejemplo de interfaz eléctrica para salidas no vitales

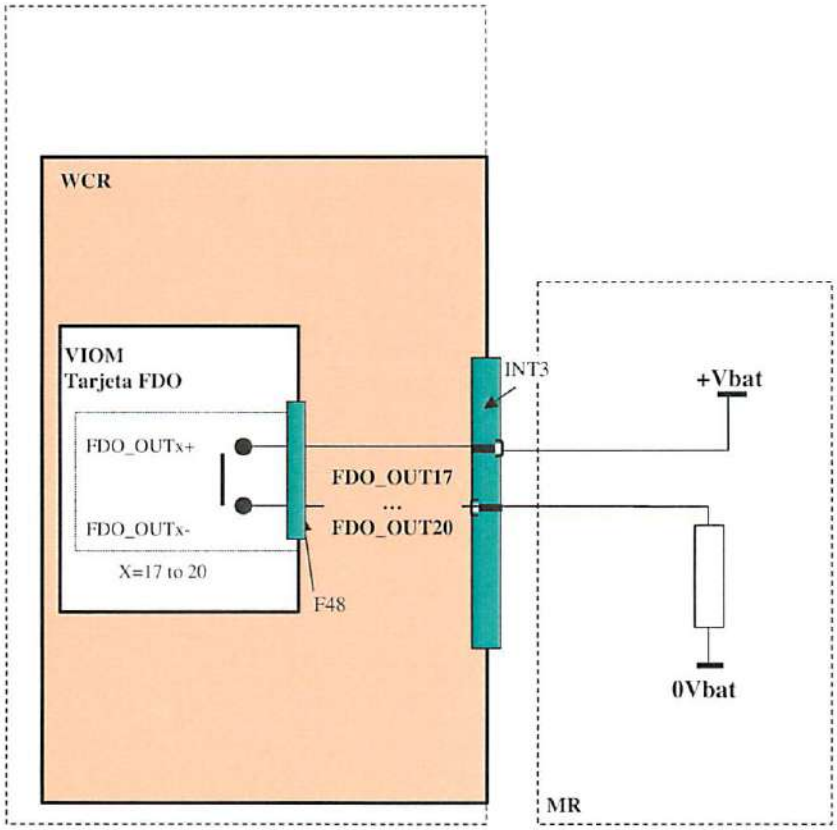


Figura 21: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas libres

5.4.6 Entrada salidas analógicas

5.4.6.1 Salida analógica de corriente (MBC)

Las salidas analógicas proporcionadas por el ATC son:

- 2 circuitos de corriente de 0-20 mA, 10 V CC máx.
- par trenzado apantallado de 0.6 mm² mín.

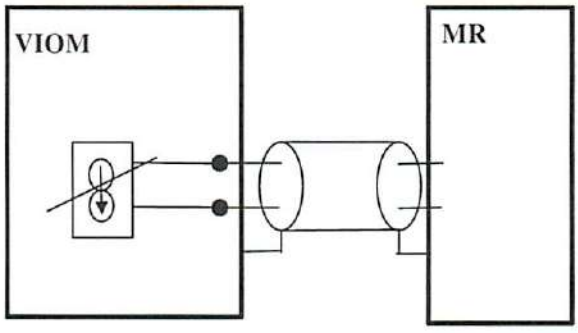


Figura 22: Ejemplo de interfaz eléctrica para las salidas analógicas

5.4.7 Connexion con el TCMS

La comunicación con el sistema TCMS del tren se realizara por un bus MVB de tipo EMD
Referirse a la especificación: MVB bus specification ref. TRV1207001249

6 ASPECTO FUNCIONAL

6.1 Lista de E/S

	CAB1	CAB2	función
PSO (Salida de potencia de seguridad)			
PSO_1	EBRD1	EBRD2	§6.4 - Freno de urgencia
PSO_2			
DSO (Salida de seguridad discreta)			
DSO_1			
DSO_2	DE_A1	DE_A2	§6.6 - Autorización de apertura de puertas
DSO_3	DE_B1	DE_B2	§6.6 - Autorización de apertura de puertas
DSO_4	HDC_A	HDC_B	§**Erreur ! Source du renvoi introuvable. - Erreur ! Source du renvoi int**
DSO_5	ZVI1	ZVI2	§6.5 - Indicación de velocidad cero
DSO_6			
DSO_7			
DSO_8			
FDO (Salida discreta funcional)			
FDO_1			
FDO_2			
FDO_3			
FDO_4			
FDO_5			
FDO_6			
FDO_7			
FDO_8			
FDO_9			
FDO_10			
FDO_11			
FDO_12			
FDO_13	MDR1	MDR2	§6.8 - Interfaz de conducción automática (Tracción)
FDO_14	BDR1	BDR2	§6.8 - Interfaz de conducción automática (Frenado)
FDO_15			
FDO_16			
FDO_17			
FDO_18			
FDO_19			
FDO_20			
DSI (Entrada de seguridad discreta)			
DSI_1	COR1	COR2	§6.2 - Activación de cabina
DSI_2	CMP1	CMP2	§6.3 - Selección del modo de conducción
DSI_3	MAV1	MAV2	§6.3 - Selección del modo de conducción
DSI_4			
DSI_5			
DSI_6	TDCL_A	TDCL_B	§ 6.7 - Estado de las puertas del tren
DSI_7	EBNA1	EBNA2	§6.4 - Freno de urgencia
DSI_8			
DSI_9			

DSI_10
DSI_11
DSI_12

FDI (Entrada discreta funcional)			
FDI_1	CMC1	CMC2	§6.3 - Selección del modo de conducción
FDI_2	PA1	PA2	§6.3 - Selección del modo de conducción
FDI_3			
FDI_4			
FDI_5			
FDI_6			
FDI_7	Partida en PA	Partida en PA	§6.9 – Orden de partida en modo PA
FDI_8			
FDI_9			
FDI_10			
FDI_11			
FDI_12			
FDI_13	ZSI		§6.5 - Indicación de velocidad cero
FDI_14			
FDI_15			
FDI_16			
FDI_17			
FDI_18			
FDI_19			
FDI_20			

FAG (Entrada/salida analógica funcional)			
FAG_OUT1			
FAG_OUT2			
FAG_OUT3	MBC1	MBC2	§6.8 - Interfaz de conducción automática
FAG_OUT4			

6.2 Activación de cabina

6.2.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC	Datos ATC->TIMS	Datos TIMS->ATC
COR1	X			
COR2	X			

6.2.2 Descripción funcional

Relevador de cabina ocupada (por el conductor)

COR1	COR2	Situación
0 (no energizado)	0 (no energizado)	El conductor no ha activado ninguna cabina
1 (energizado)	0 (no energizado)	El conductor activó la cabina1. El ATC considera que un conductor está presente en el tren y está supervisando el movimiento del tren en la cabina 1 en la dirección del viaje.
0 (no energizado)	1 (energizado)	El conductor activó la cabina 2. El ATC considera que el conductor está presente en el tren y está supervisando el movimiento del tren en la cabina 2 en la dirección del viaje.
1 (energizado)	1 (energizado)	Imposible (MR implementa un enclavamiento para garantizar que no se puedan activar ambas cabinas simultáneamente)

El ATC utiliza las entradas **COR** para saber qué cabina es la que se encuentra activada **por el conductor** (si es que el conductor ha activado una cabina).

6.2.3 Descripción de la seguridad

El ATC utiliza **COR**1 y **COR**2 para determinar la dirección del tren y la presencia del conductor que es una función relacionada con la seguridad. Una determinación errónea de la dirección del tren puede llevar a una situación peligrosa (colisión del tren). En consecuencia, **COR**1 y **COR**2 son entradas vitales. Esto quiere decir que:
En condiciones degradadas, estas entradas no indicarán al ATC una cabina seleccionada en tanto que ésta no esté seleccionada.
En condiciones degradadas, es aceptable que estas entradas no indiquen al ATC una cabina seleccionada en tanto que ésta esté seleccionada.

Si el ATC lee **COR**1=1 y **COR**2=1, entonces, el ATC no autoriza ningún movimiento del tren (equivalente a la situación **COR**1=0 y **COR**2=0). Sin embargo, se requiere el enclavamiento. De hecho, la situación que tiene que evitarse es tener ambas cabinas activadas y una avería de la entrada **COR**1 desde la cabina del conductor (**COR**1 vista como 0 por el ATC). Debido a que la cabina opuesta está activada (**COR**2=1), el ATC consideraría que la dirección del tren es la opuesta de la que debería ser. Esto puede provocar una situación peligrosa.

6.3 Selección del modo de conducción

6.3.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
CMP1, CMP2	**X**	
MAV1, MAV2	**X**	
CMC1, CMC2	**X**	
PA1, PA2	**X**	

6.3.2 Descripción funcional

Entradas del ATC

Estas entradas informan al ATC cuál es la posición del selector de modo.

El selector de modo tiene las siguientes posiciones: CMC, MAV, PA

Pulsador CMP

CMP1	Situación
0 (no energizado)	el pulsador CMP no está oprimido
1 (energizado)	el pulsador CMP está oprimido

MAV1	Situación
0 (no energizado)	entrada desactivada
1 (energizado)	modo MAV seleccionado

CMC1	Situación
0 (no energizado)	entrada desactivada
1 (energizado)	modo CMC seleccionado

PA1	Situación
0 (no energizado)	entrada desactivada
1 (energizado)	modo PA seleccionado

La definición de **CMP2**, **MAV2**, **CMC2** y **PA2** es similar, basada en la posición del selector de modo de cab2.

MR deberá proporcionar siempre datos pertinentes para estas entradas cualquiera que sea el estado de la cabina, (cabina activada o no). El ATC necesita conocer la posición del selector de modo ubicado en la cabina posterior.

Modo de conducción seleccionado

El ATC determina el *modo de conducción seleccionado* para los trenes de la siguiente manera:

El modo:	**Se considera seleccionado cuando:**

CMP	El conductor ha seleccionado una cabina, el selector de modo de esta cabina está en la posición CMC y el conductor oprime el pulsador CMP
MAV	El conductor ha seleccionado una cabina y el selector de modo de esta cabina se encuentra en la posición MAV
CMC	El conductor ha seleccionado una cabina y el selector de modo de esta cabina se encuentra en la posición CMC
PA	El conductor ha seleccionado una cabina y el selector de modo de esta cabina se encuentra en la posición PA

Nota: Si se selecciona cualquier otra combinación del selector de modo y de activación de cabina, el ATC considerará que no se encuentra seleccionado ningún modo de conducción.

6.3.3 Descripción de la seguridad

El modo de monitorización es una función de seguridad del ATC.

De hecho, el ATC no debe activar erróneamente un modo de monitorización de marcha a la vista (MAV o CMP) en el que el ATC solamente proteja contra los excesos de velocidad. Esto podría provocar una situación peligrosa.

En consecuencia, MAV y CMP serán entradas vitales, lo que significa que:

- En condiciones degradadas, estas entradas no indicarán al ATC un modo de conducción seleccionado en tanto que éste no esté seleccionado.
- En condiciones degradadas, es aceptable que estas entradas no indiquen al ATC un modo de conducción seleccionado en tanto que éste esté seleccionado.

Nota: Se acepta que PA y CMC son entradas no vitales.

6.4 Freno de urgencia

6.4.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
EBRD1, EBRD2		**X**
EBNA1, EBNA2	**X**	

6.4.2 Descripción funcional

Demanda de freno de urgencia

Situación	**EBRD1**	**EBRD2**	Lo que deberá hacer MR
ATC no solicita freno de urgencia	1 (contacto cerrado)	1 (contacto cerrado)	
ATC solicita a MR aplicar un frenado de urgencia. ATC mantendrá los contactos abiertos mientras el tren esté en movimiento (puede desaparecer sólo cuando el tren esté detenido).	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	MR deberá aplicar el freno de urgencia y abrir los DJ (cortar la tracción)
No hay modo de conducción seleccionado o se seleccionó un modo de conducción MR	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	

Bypass de EBRD

Cuando el tren no está bajo el control del ATC (sin cabina activada o modo de conducción MR seleccionado), el ATC configura **EBRD** a 0 (contacto abierto, freno de urgencia solicitado).
A fin de mover el tren en el modo de conducción MR, MR tiene que eludir la salida **EBRD** del ATC. El bypass únicamente deberá funcionar en el modo de conducción MR. La salida **EBRD** no deberá eludirse cuando se encuentre seleccionado un modo de conducción del ATC.

Freno de urgencia no aplicado

EBNA1	**EBNA2**	Situación
0 (no energizado)	0 (no energizado)	MR aplica el freno de urgencia (MR o PA pueden solicitar esteFU)
1 (energizado)	1 (energizado)	MR garantiza que FU no está aplicado.
0 (no energizado)	1 (energizado)	MR garantiza que FU no está aplicado.
1 (energizado)	0 (no energizado)	MR garantiza que FU no está aplicado.

6.4.3 Descripción de la seguridad

El freno de urgencia es la salida principal del ATC para efectuar la protección del tren. Un frenado de urgencia mal aplicado puede conducir a una situación peligrosa (colisión del tren…).
En consecuencia, EBRD es una salida vital, lo que significa que:

- en situación degrada, MR no deberá interpretar esta salida como "sin solicitud de EB" en tanto que la salida de ATC indica que MR deberá activar el EB (contacto abierto)
- en condiciones degradadas, es aceptable que MR interprete esta salida como una solicitud de EB por el ATC mientras que el ATC no solicita el EB.

El material rodante deberá liberar el freno de urgencia (FU) sin control del Sistema Urbalis sólo si el Sistema Urbalis no solicita la activación del EB y el tren está detenido.

El material rodante deberá liberar el freno de urgencia (FU) sin control del Sistema Urbalis cuando la causa del EB es una solicitud del material rodante y el tren está detenido.

6.5 Indicación de velocidad cero

6.5.1 Lista de datos

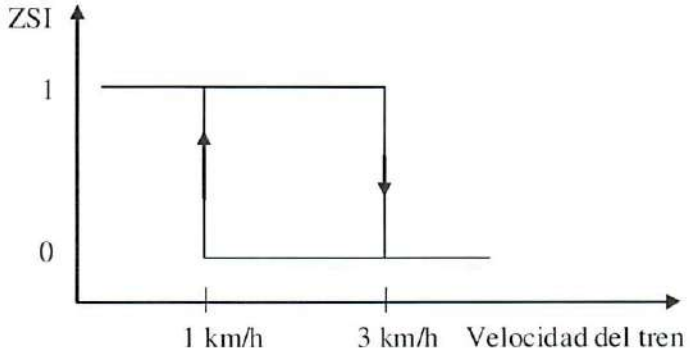
Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
ZSI	X	
ZVI		X

6.5.2 Descripción funcional

Indicación de velocidad cero

ZSI	Situación
0 (no energizado)	La velocidad del tren medida por MR es mayor que 3 km/h
1 (energizado)	La velocidad del tren medida por MR es menor que 1 km/h

MR garantiza que la velocidad del tren utilizada para elaborar ZSI no se calcula únicamente de los ejes en los que están montados los odómetros del ATC. MR proporciona esta información aunque no haya ninguna cabina activada.



PA puede calcular la indicación "el tren está detenido" desde el material rodante utilizando los datos del mensaje PA-TIMS (PA_TIMS_TRAIN_SPEED) si esta indicación de velocidad cumple la misma restricción (esta información de la velocidad del tren no se calcula solamente de los ejes en los que están montados los odómetros del ATC; MR proporciona esta información aunque no haya ninguna cabina activada).

Indicación de velocidad cero

Situación	**ZVI1**	**ZVI2**	Lo que deberá hacer MR
ATC detecta que el tren está en movimiento	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	
ATC garantiza que el tren está detenido (parada filtrada)	1 (contacto cerrado)	1 (contacto cerrado)	
Caso de avería (ATC no puede calcular la cinemática del tren) ATC no puede garantizar que el tren está detenido.	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	

MR puede utilizar los contactos ZVI para sus propias necesidades (permitir la reposición del FUpor el conductor, por ejemplo).

6.5.3 Descripción de la seguridad

El ATC utiliza la información "el tren está detenido" proporcionada por MR (entrada **ZSI**) para detectar un valor predeterminado del eje bloqueado (el eje en el que está montado el odómetro informa que el tren se encuentra parado en tanto que MR informa que el tren está en movimiento).

La información del movimiento del tren suministrada por MR no deberá tener la misma fuente que la velocidad calculada por el ATC (la fuente del ATC es el eje en el que se encuentra montado el odómetro del ATC).
MR garantiza que esta indicación de velocidad del tren suministrada al ATC no se calcula únicamente de los ejes en los que están montados los odómetros del ATC.

La salida ZVI es una salida de seguridad. Este contacto ZVI está cerrado cuando el ATC garantiza que el tren se encuentra en parada filtrada.

6.6 Autorización de apertura de puertas

6.6.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
DE_A		X
DE_B		X

6.6.2 Descripción funcional

Activación de puertas en el lado A y el B

Situación	DE_A1	DE_A2	Lo que MR deberá hacer
En los modos PA, CMC, , el ATC garantiza que el tren está correctamente estacionado en una zona en donde está permitido el intercambio de pasajeros en el lado A del tren.	1 (contacto cerrado)	1 (contacto cerrado)	MR deberá permitir la apertura nominal de las puertas del tren en el lado A
En los modos PA, CMC, el ATC no garantiza que el tren está correctamente estacionado en una zona en donde está permitido el intercambio de pasajeros en el lado A del tren.	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	MR no deberá permitir la apertura nominal de las puertas del tren en el lado A
En el modo de conducción CMP y MAV o cuando no hay modo de conducción seleccionado, el ATC nunca dará autorización para abrir las puertas del tren en el lado A (el contacto DE_A se encuentra abierto siempre). => MR tiene que suministrar un bypass para permitir la apertura de las puertas del tren en estos modos.	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	

Las definiciones de **DE_B1** y **DE_B2** son similares para las puertas del tren ubicadas en el lado B del mismo.

MR puede utilizar estas salidas para iluminar los pulsadores de puertas abiertas en la consola del conductor.

6.6.3 Descripción de la seguridad

La autorización de apertura de puertas es una función de seguridad del ATC. De hecho, una autorización de apertura de puertas (salida **DE_A**, **DE_B**) dada incorrectamente puede provocar una situación peligrosa (ejemplo: pasajeros que caen en la vía).

En consecuencia, **DE_A** y **DE_B** deberán ser salidas vitales, lo que significa que:

- En condiciones degradadas, el MR no deberá interpretar estas salidas como una autorización de apertura de las puertas, en tanto que las salidas del ATC indican que no está dada la autorización (contacto abierto).
- En condiciones degradadas, es aceptable que el MR interprete estas salidas como una autorización de apertura de puertas no dada por el ATC mientras que PA autorice la apertura de puertas (contacto cerrado).

6.7 Estado de las puertas del tren

6.7.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
TDCL1, TDCL2	**X**	

6.7.2 Descripción funcional

Puertas del tren cerradas y bloqueadas

TDCL1	TDCL2	Situación
0 (no energizado)	0 (no energizado)	Por lo menos una de las puertas del tren no está cerrada y bloqueada o se ha activado una de las manijas de emergencia de pasajeros
1 (energizado)	1 (energizado)	MR garantiza que todas las puertas del tren están cerradas y bloqueadas y que no se ha jalado ninguna de las manijas de emergencia de pasajeros.
0 (no energizado)	1 (energizado)	MR garantiza que todas las puertas del tren están cerradas y bloqueadas y que no se ha jalado ninguna de las manijas de emergencia de pasajeros. Esta es una situación degradada (ésta puede ocurrir en caso de avería del circuito TDCL1 en lado del MR).
1 (energizado)	0 (no energizado)	MR garantiza que todas las puertas del tren están cerradas y bloqueadas y que no se ha jalado ninguna de las manijas de emergencia de pasajeros. Esta es una situación degradada (ésta puede ocurrir en caso de avería del circuito TDCL2 en lado del MR).

El ATC utiliza esta información para permitir la salida del tren (el ATC prohíbe la salida del tren si las puertas del tren no se encuentran cerradas y bloqueadas) y para detectar una solicitud de evacuación por parte de los pasajeros.

6.7.3 Descripción de la seguridad

La autorización de salida del tren es una función de seguridad del ATC.

De hecho, una autorización de salida del tren dada incorrectamente debida a una entrada TDCL errónea puede provocar una situación peligrosa (por ejemplo: pasajeros que caen en el andén o atrapados entre las puertas cuando el tren arranca).

En consecuencia, **TDCL** deberá ser una entrada vital, lo que significa que:

- En condiciones degradadas, esta entrada no deberá indicar al ATC que todas las puertas están cerradas y bloqueadas en tanto que no están cerradas y bloqueadas.
- En condiciones degradadas, es aceptable que esta entrada indique al ATC que todas las puertas no están cerradas y bloqueadas mientras que sí lo están.

Si no se detectan las puertas del tren como cerradas y bloqueadas y si HDC es restrictivo (solicitud no realizada de mantener las puertas abiertas), el material rodante deberá permitir que los pasajeros o un operador abran manualmente las puertas

Si las puertas del tren no se detectan cerradas y bloqueadas (detección de activación de manija) en tanto que no ha sido dada la autorización de apertura de las puertas del tren, el material rodante deberá enviar una alarma a través de la IHM del conductor del material rodante

A la detección de la activación de manija de emergencia, las puertas del tren se deberán detectar como no cerradas y desbloqueadas.

Para situación degradada, el material rodante deberá permitirle al conductor eludir la información "puertas del tren bloqueadas y cerradas" por medio de un dispositivo de seguridad.

6.8 Interfaz de conducción automática

6.8.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
MDR		X
BDR		X
MBC		X

6.8.2 Descripción funcional

Comandos de motorización y frenado

Cuando el ATC conduce el tren (ATB, PA, AM), los comandos de tracción y motorización se envían al MR utilizando las salidas MDR, BDR y MBC.

Situación	**MDR1**	**MDR2**	Lo que MR deberá hacer
En el modo PA, ATO no solicita motorización del tren	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	
En el modo PA, ATO solicita motorización del tren	1 (contacto cerrado)	1 (contacto cerrado)	MR aplica motorización al tren

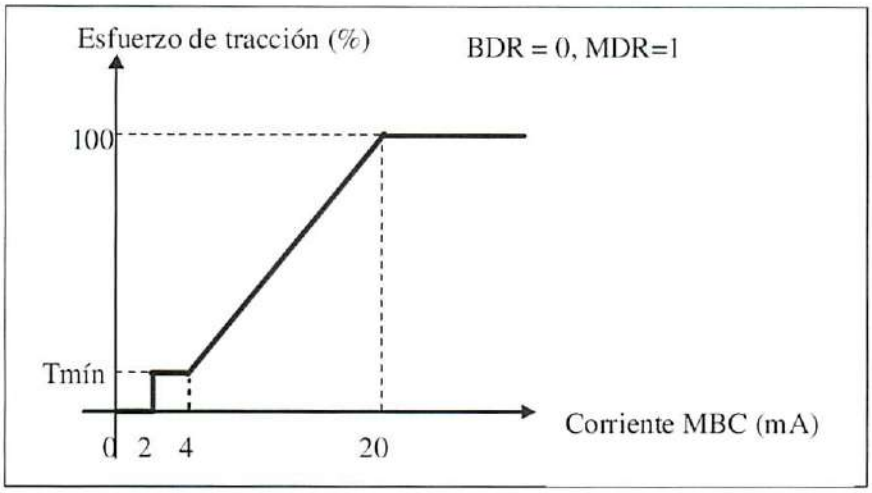
Situación	**BDR1**	**BDR2**	Lo que MR deberá hacer
En el modo PA, ATO no solicita frenado del tren	0 (contacto abierto)	0 (contacto abierto)	
En el modo PA, ATO solicita frenado del tren	1 (contacto cerrado)	1 (contacto cerrado)	MR aplica frenado al tren

Situación	**MBC1**	**MBC2**	Lo que MR deberá hacer
En el modo PA, ATO solicita frenado (MDR=0, BDR=1) con el mínimo esfuerzo de frenado.	4 mA	4 mA	MR deberá aplicar el menor esfuerzo de frenado
En el modo PA, ATO solicita frenado (MDR=0, BDR=1) con el máximo esfuerzo de frenado.	20 mA	20 mA	MR deberá aplicar el mayor esfuerzo de frenado
En el modo PA, ATO solicita motorización (MDR=1, BDR=0) con el mínimo esfuerzo de motorización.	4 mA	4 mA	MR deberá aplicar el menor esfuerzo de motorización
En el modo PA, ATO solicita motorización (MDR=1, BDR=0) con el máximo esfuerzo de motorización.	20 mA	20 mA	MR deberá aplicar el mayor esfuerzo de motorización

Resumen

MDR	BDR	Orden de conducción para MR
0	0	Por inercia. El valor MBC no es significativo
1	0	Motorización. MBC indica el nivel de motorización
0	1	Frenado. MBC indica el nivel de frenado
1	1	El ATC nunca lo ordena

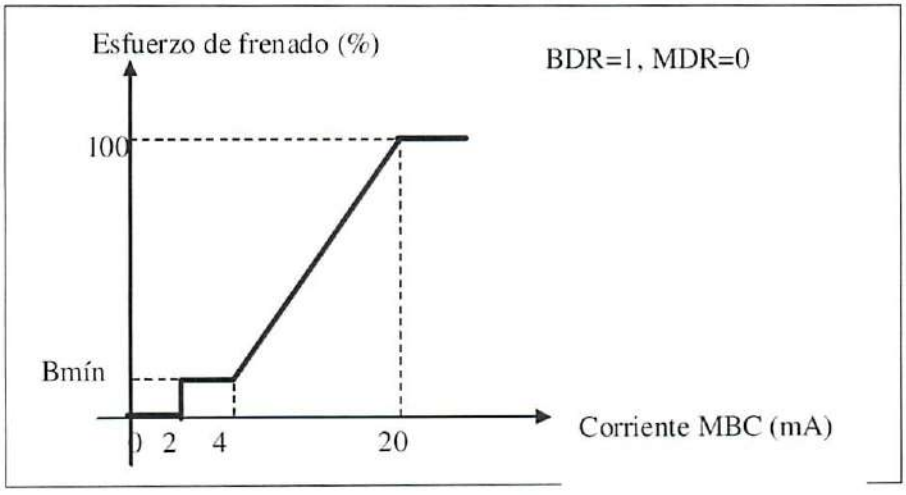
Cuando se solicita motorización (MDR=1 y BDR=0), MBC indica el nivel del esfuerzo de motorización solicitado a MR como sigue:



MBC = 4 mA corresponde al esfuerzo mínimo de motorización

MBC = 20 mA corresponde al esfuerzo máximo de motorización

Cuando se solicita frenado (MDR=0 y BDR=1), MBC indica el nivel del esfuerzo de frenado solicitado a MR como sigue:



MBC = 4mA corresponde al esfuerzo mínimo de frenado

MBC = 20mA corresponde al esfuerzo máximo de frenado

Las características del tren (esfuerzo de frenado, esfuerzo de motorización, demoras... en respuesta a los comandos MDR/BDR/MBC/LBD) se ofrecen con detalle en §8.2

En el modo de conducción automático (PA), el MR deberá considerar estas entradas para ordenar la motorización y el frenado. Se deberá ignorar las posiciones de tracción y frenado del manipulador de conduction, salvo la posición del FU.

En los modos de conducción manuales (modo de conducción CMP, CMC, MAV o CLT2), el MR deberá considerar la manipulador de tracción y frenado del conductor para ordenar la motorización y el frenado. Los comandos ATO de tracción y conducción se deberán ignorar.

6.9 Equipos en el pupitre del conductor

6.9.1 Lista de datos

Nombre	Entrada ATC	Salida ATC
Partida en PA 1, Partida en PA 2	X	

6.9.2 Descripción funcional

Estado de la línea del tren Partida en PA

Partida en PA 1	Situación
0 (no energizado)	La orden de partida no se ha solicitado
1 (energizado)	El conductor realiza la secuencia de partida: - Anuncio sonoro de cierre de puertas - Cierre de puertas hasta el obtención del monocoup - Activacion del hombre muerto El tiempo minimo del impulso de esta entrada será definido durante el proyecto ejecutivo.

Partida en PA 2 tiene la misma definición en cab2.

6.9.3 Descripción de la seguridad

No aplica.

6.10 Integridad del tren

MR deberá accionar un frenado de emergencia siempre que se pierda la integridad del tren.

6.11 Modo CLT2

El modo CLT2 es un modo de conducción manual del material rodante limitado a 35km/h. En este modo, las salidas del equipo PA deberán ser aisladas por el material rodante.

El modo CLT2 sera activado:

- Llave C en posición CM
- Selector CLT2 activado.

Este modo deberá ser utilizado solamente en caso de falla de los ATC.

6.12 RESTRICCIONES EN LOS PARÁMETROS DEL MATERIAL RODANTE

Se deberán aplicar las siguientes cláusulas:

El fabricante del material rodante debe asegurar una dispersión máxima de +/- 10% de los parámetros del material rodante en comparación con los valores nominales. En caso de que un tren presente valores fuera de rango, el sistema ATO no podrá llevar a cabo correctamente su tarea.

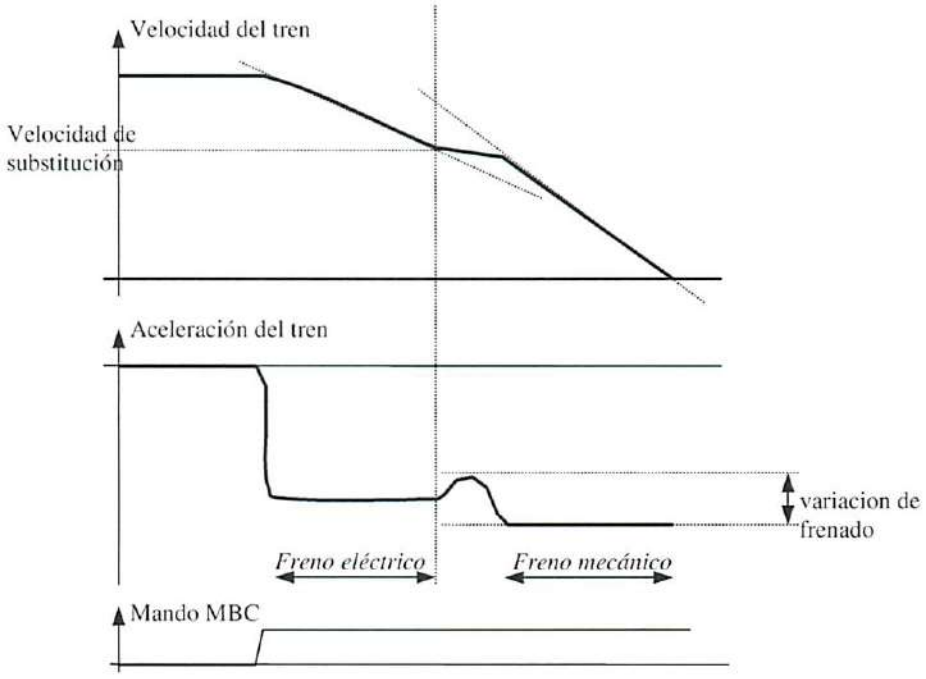


Figura 23: Parámetros de substitución de frenado

Durante la substitución del freno eléctrico (cambio del freno eléctrico al freno mecánico), la variación de frenado no deberá exceder 0.1 m/s^2 y la discrepancia entre la desaceleración del freno eléctrico y el mecánico no deberá exceder de 15%.

La variación del retardo entre el mando proporcionado por el PA y el mando tomado en cuenta por el material rodante no deberá exceder de 10%

El material rodante debe garantizar que las características del freno eléctrico permanecen dentro del margen del 10% cualquiera que sea el por ciento de freno eléctrico disponible.

Si el material rodante proporciona esta información, las discrepancias de 10% aplican al valor después de corregirse con el porcentaje de freno eléctrico disponible.

La misma restricción se aplicará para el freno mecánico y para la tracción

El material rodante debe garantizar que las características del tren permanecen dentro del margen del 10% cualquiera que sea la carga del tren.

Lista de las características del material rodante:

- Características de motorización estática: fuerza de tracción (N.m) y aceleración (m/s^2) en relación con la velocidad del tren, hecha con varios valores del mando MBC.
- Impacto de la carga dada del tren (AW0..AWx) en esta característica.
- Impacto de la pérdida de tracción (porcentaje de tracción disponible) en esta característica.

- Características del freno eléctrico estático: aceleración en relación a la velocidad del tren por el mando de fuerza de frenado (MBC) del 10% al 100% en pasos de 10%.

- Características del freno eléctrico dinámico: el retardo de tiempo entre el comando MBC y la respuesta del material rodante y el tiempo de subida (de 10% del esfuerzo total al 90% del esfuerzo total)

- Características del freno eléctrico estático: aceleración en relación a la velocidad del tren por el comando de fuerza de frenado (MBC) del 10% al 100% en pasos de 10%.

- Características del freno mecánico dinámico:
  retardo de tiempo entre el comando MBC y la respuesta del material rodante,

  - Tiempo de subida (del 10% del esfuerzo total al 90% del esfuerzo total)
  - Histéresis al aplicar un esfuerzo de frenado más fuerte
  - Histéresis al aplicar un esfuerzo de frenado menor

7 APÉNDICE A: PLANO MECANICODE LA ANTENA

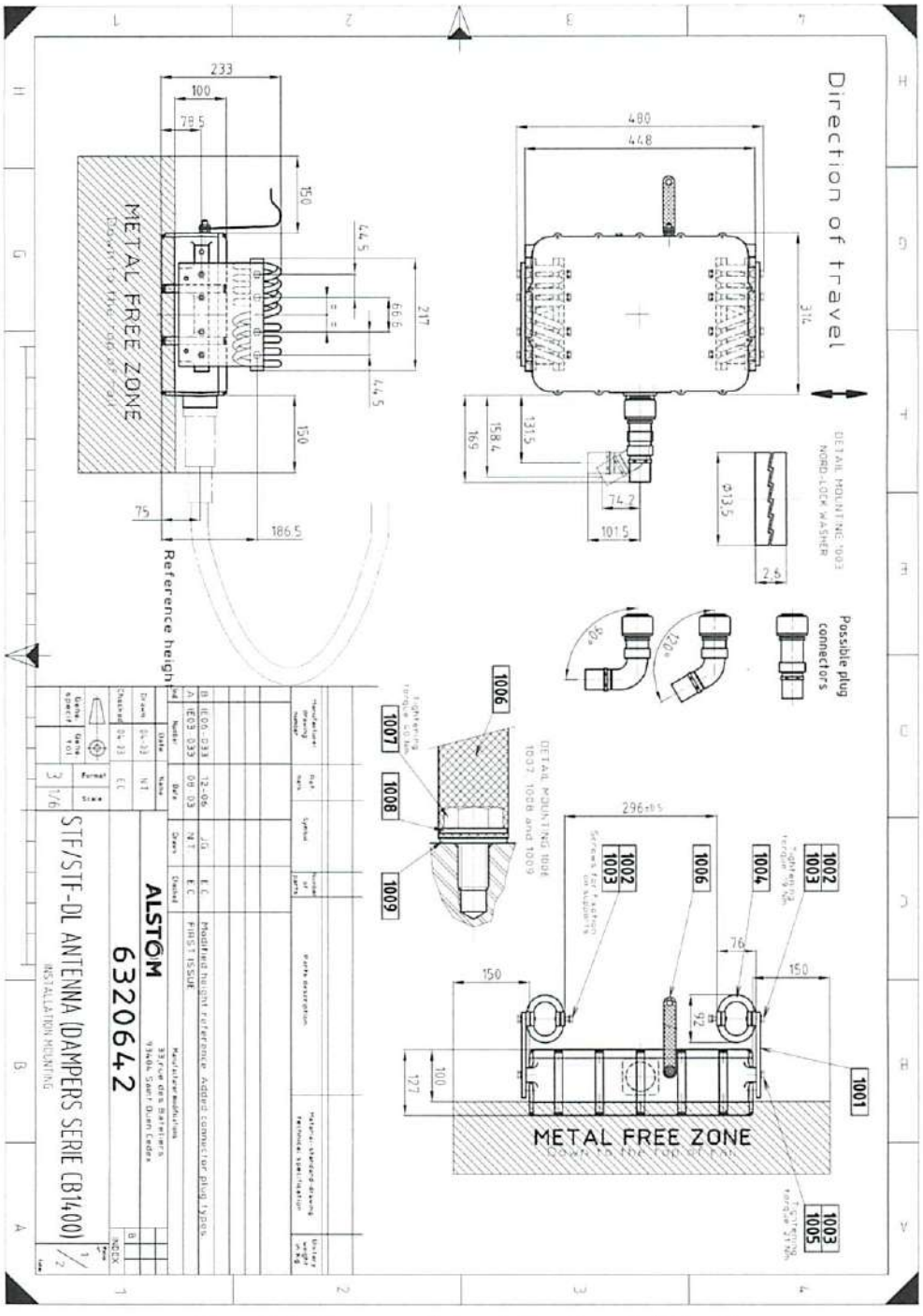


Figura 24: Plano mecánico de la antena (página 1)

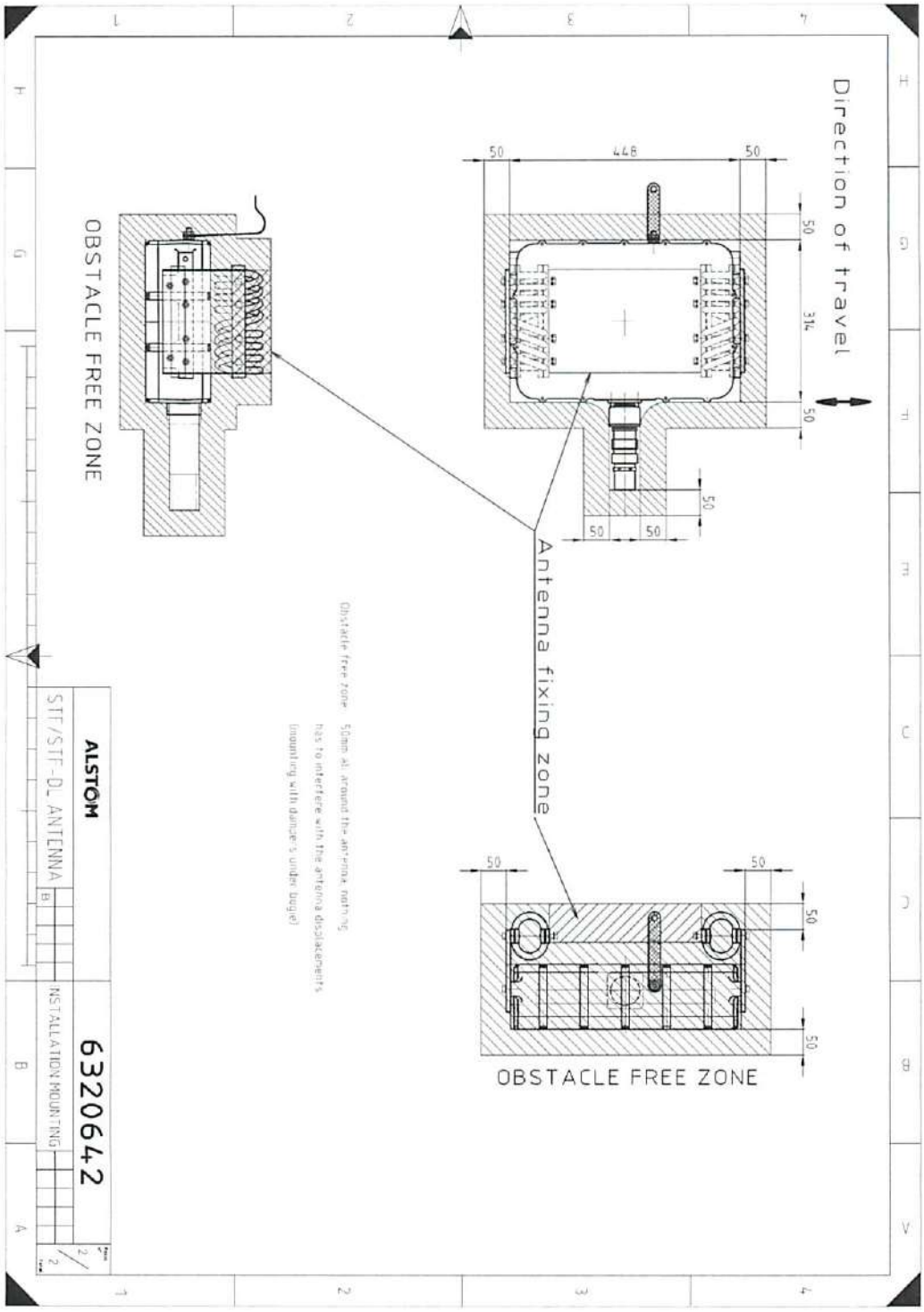
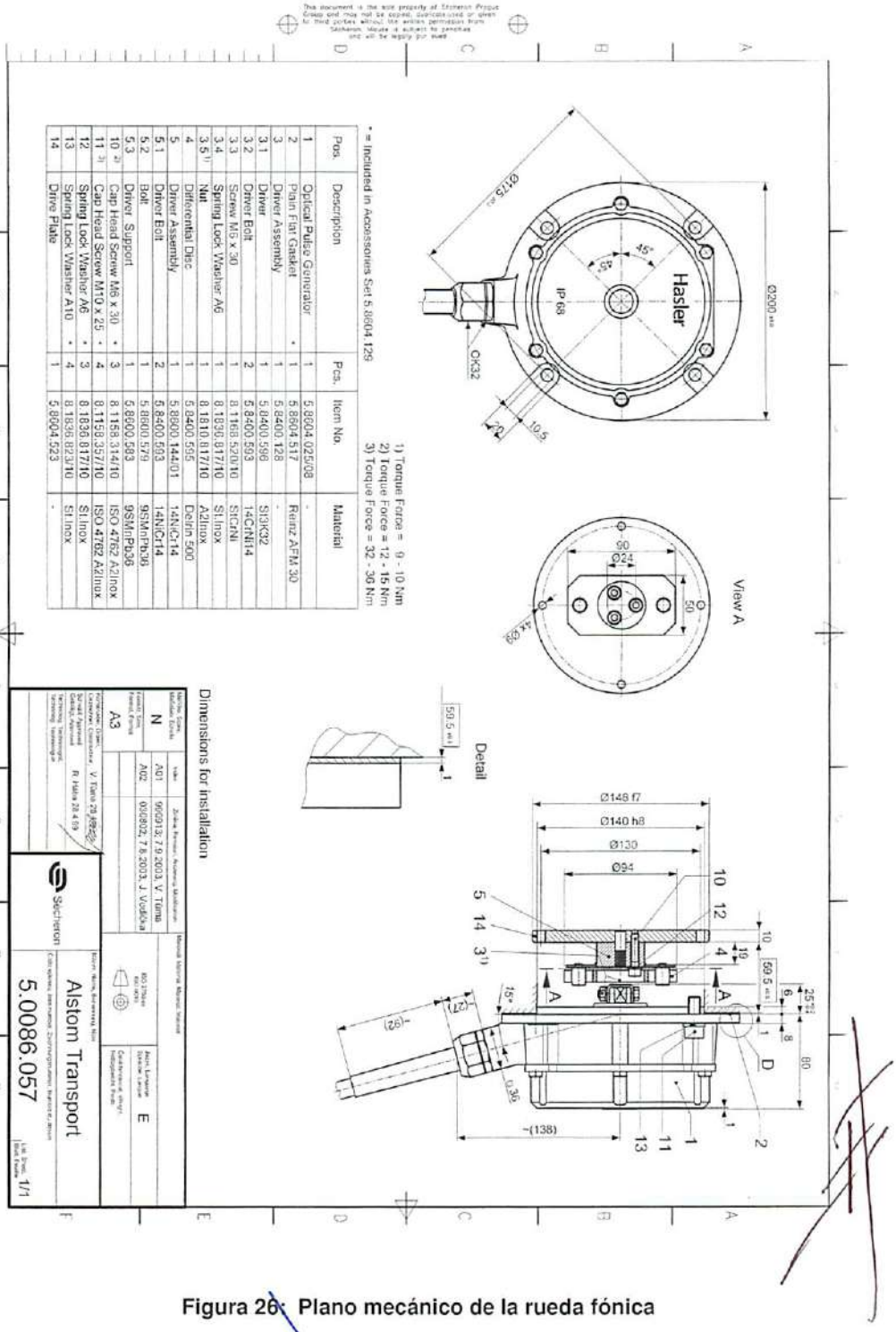


Figura 25: Plano mecánico de la antena (página 2)

8 APÉNDICE B: PLANO MECANICO DE LA RUEDA FONICA



Pos.	Description		Pcs.	Item No.	Material
1	Optical Pulse Generator		1	5.8004.025/08	-
2	Plain Flat Gasket	*	1	5.8604.517	Reinz AFM 30
3	Driver Assembly		1	5.8400.128	-
3.1	Driver		1	5.8400.596	St/3K32
3.2	Driver Bolt		2	5.8400.593	14CrNi14
3.3	Screw M5 x 30		1	8.1168.520/10	St/CrNi
3.4	Spring Lock Washer A6		1	8.1836.817/10	St.Inox
3.5 1)	Nut		1	8.1810.817/10	A2/inox
4	Differential Disc		1	5.8400.595	Delrin 500
5	Driver Assembly		1	5.8600.144/01	14NiCr14
5.1	Driver Bolt		2	5.8400.593	14NiCr14
5.2	Bolt		1	5.8640.579	9SMnPb36
5.3	Driver Support		1	5.8600.583	9SMnPb36
10 2)	Cap Head Screw M6 x 30	*	3	8.1158.314/10	ISO 4762 A2/inox
11 3)	Cap Head Screw M10 x 25	*	4	8.1158.357/10	ISO 4762 A2/inox
12	Spring Lock Washer A6	*	3	8.1836.817/10	St.Inox
13	Spring Lock Washer A10	*	4	8.1836.823/10	St.Inox
14	Drive Plate		1	5.8604.523	-

* = Included in Accessories Set 5.8604.129

1) Torque Force = 9 - 10 Nm
2) Torque Force = 12 - 15 Nm
3) Torque Force = 32 - 36 Nm

Figura 26: Plano mecánico de la rueda fónica