



# **Metro**

**PLAN DE MANTENIMIENTO BÁSICO DE LOS  
SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS DE LA  
PRIMERA LÍNEA DE METRO DE QUITO**

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO**

**GERENCIA DE EQUIPOS E INSTALACIONES**

**PLAN DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS  
ELECTROMECÁNICOS**

**GEI\_OM\_PM\_SIS\_V1**

**Quito, 10 de julio de 2020**

# **METRO**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2. ALCANCE</b> .....	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>11</b>
4.1. MANTENIMIENTO .....	13
4.1.1. Intervalos de mantenimiento .....	14
4.1.2. Mantenimiento preventivo.....	14
4.1.3. Mantenimiento predictivo.....	14
4.1.4. Mantenimiento Correctivo.....	15
4.1.5. Mantenimiento Modificativo .....	16
4.2. MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE (ESPECÍFICO PARA LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES) .....	17
4.2.1. Mantenimiento preventivo del Software.....	17
4.2.2. Mantenimiento correctivo del software .....	18
4.2.3. Mantenimiento evolutivo del Software.....	18
4.3. DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE MANTENIMIENTO.....	18
4.4. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	19
4.5. INTERFAZ OPERACIÓN - MANTENIMIENTO.....	20
4.6. CENTRO DE ATENCIÓN DE LLAMADAS .....	21
<b>5. ALCANCE DEL MANTENIMIENTO</b> .....	<b>21</b>
5.1. ALCANCE DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIO .....	21
5.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	22
5.2.1. Perfil del personal de mantenimiento .....	22
5.2.1.1. Director de mantenimiento.....	23
5.2.1.2. Director de calidad, seguridad y salud ocupacional .....	23
5.2.1.3. Ingeniero responsable del Mantenimiento por cada uno de los Sistemas Electromecánicos .....	23
5.2.1.4. Almacenista.....	23
5.2.1.5. Personal del grupo de mantenimiento.....	24
5.2.1.6. Ingeniero en sistemas.....	24
<b>6. MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA</b> .....	<b>24</b>

<b>7. SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>25</b>
7.1. NORMAS .....	25
7.1.1. Normas Fundamentales .....	25
7.1.2. Normas por Subsistemas .....	26
7.2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	27
7.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	28
7.4. PROCEDIMIENTOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS DISTINTOS EQUIPOS Y SUBSISTEMAS. PAUTAS DE MANTENIMIENTO .....	29
7.4.1. EBILOCK 950.....	29
7.4.1.1. Inspección semanal.....	30
7.4.1.2. Inspección mensual.....	30
7.4.1.3. Revisión semestral .....	30
7.4.1.4. Mantenimiento preventivo pasados 10 años.....	31
7.4.2. Accionamiento electrohidráulico A700-H .....	31
7.4.2.1. Revisión semestral .....	31
7.4.2.1.1. <i>Revisión unidad eléctrica</i> .....	31
7.4.2.1.2. <i>Revisión unidad mecánica</i> .....	31
7.4.3. Señales .....	32
7.4.3.1. Revisión semestral .....	32
7.4.4. Circuito de vía TI21-M .....	32
7.4.4.1. Revisión semestral .....	32
7.4.5. LFU .....	33
7.4.5.1. Inspección semestral.....	33
7.4.6. Cajas de conexión.....	33
7.4.6.1. Inspección semestral.....	33
7.5. ELEMENTOS CRÍTICOS .....	34
<b>8. ENERGÍA.....</b>	<b>34</b>
8.1. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS A 1.500 VD.C.....	34
8.2. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA.....	36
8.3. ELECTRIFICACIÓN A 1.500 V.C.C. ....	38
<b>9. SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS .....</b>	<b>41</b>
9.1. ESCALERAS .....	41

9.2.	ASCENSORES .....	43
9.2.1.	ASCENSOR TRADICIONAL .....	45
9.2.2.	ASCENSOR HIDRÁULICO .....	46
9.3.	VENTILACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	53
9.3.1.	Sistema de ventilación.....	53
9.3.2.	Sistema de Protección Contra Incendios - PCI .....	54
<b>10.</b>	<b>TELECOMUNICACIONES .....</b>	<b>55</b>
10.1.	PUESTO DE CONTROL CENTRAL.....	55
10.1.1.	PARÁMETROS Y SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.....	55
10.1.2.	CLASIFICACIÓN DE LAS PERIODICIDADES DEL MANTENIMIENTO .....	56
10.1.3.	CONDICIONES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL PCC.....	56
10.1.4.	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PCC.....	57
10.1.4.1.	Sistema de Monitoreo .....	58
10.1.4.2.	INTERFONIA, TELEFONÍA Y TETRA.....	59
10.1.4.3.	CENTRALIZACIÓN .....	60
10.1.4.4.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PCC .....	64
10.1.5.	MEDIOS MATERIALES Y HUMANOS .....	65
10.1.5.1.	MEDIOS MATERIALES .....	65
10.1.5.2.	MEDIOS HUMANOS.....	66
10.2.	COMUNICACIONES.....	67
10.2.1.	FIBRA ÓPTICA .....	67
10.2.1.1.	OBJETIVO .....	67
10.2.1.2.	PROCEDIMIENTO.....	67
10.2.1.3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES Y SU IMPACTO EN LA OPERACIÓN DE LA RED .....	68
10.2.1.3.1.	<i>RIESGOS NATURALES</i> .....	68
10.2.1.3.2.	<i>RIESGOS NO NATURALES</i> .....	68
10.2.1.4.	Definición de acciones de recuperación y responsabilidades.....	69
10.2.1.5.	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS .....	69
10.2.1.6.	MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS.....	70
10.2.1.6.1.	<i>PLAN DE ATENCIÓN DE CORTES DE FIBRA</i> .....	70
10.2.1.6.2.	<i>TIEMPOS DE REPARACIÓN</i> .....	71
10.2.1.7.	GENERACIÓN DE INFORMES DE INCIDENCIAS Y MANTENIMIENTOS ...	71

10.2.1.8.	RESPONSABILIDADES Y ACCIONES DEL PERSONAL OPERATIVO .....	72
<b>10.2.1.9.</b>	<b>RESPONSABILIDADES EN CASO DE PROBLEMAS DE FIBRA ÓPTICA ...</b>	<b>72</b>
10.2.2.	SISTEMA DE NETWORKING .....	74
10.2.3.	TELEFONÍA TETRA.....	74
10.2.3.1.	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TELEFONÍA TETRA .....	74
10.2.3.2.	SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	75
10.2.3.2.1.	<i>Niveles del Servicio de Mantenimiento Correctivo.....</i>	<i>75</i>
10.2.3.3.	Plan de Mantenimiento Telefonía Tetra .....	75
10.2.3.3.1.	<i>Periodo de atención .....</i>	<i>76</i>
10.3.	SISTEMA DE CONTROL DE ESTACIONES .....	77
10.3.1.	PARÁMETROS Y SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.....	78
10.3.2.	CLASIFICACIÓN DE LAS PERIODICIDADES DEL MANTENIMIENTO .....	78
10.3.3.	CONDICIONES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SCE.....	79
10.3.4.	RUTINAS DE MANTENIMIENTO SCE.....	79
10.3.4.1.	SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS E INTRUSIÓN .....	79
10.3.4.2.	SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN PERIMETRAL .....	83
10.3.4.3.	SUBSISTEMA DE CCTV.....	84
10.3.4.4.	INTERFONIA .....	87
10.3.4.5.	CENTRALIZACIÓN .....	89
10.3.4.6.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN ESTACIÓN .....	94
<b>11.</b>	<b>MEDIOS HUMANOS A EMPLEAR EN EL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>95</b>
11.1.	FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO .....	96
.....		<b>98</b>
<b>ANEXO 1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO .....</b>		<b>98</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1: Normas de Señalización .....	26
Tabla 2: Normas Específicas .....	27
Tabla 3: Documentos de Referencia .....	28
Tabla 4: Glosario de Términos de Señalización .....	29
Tabla 5: Plan de Mantenimiento General para Subestaciones Eléctricas.....	35
Tabla 6: Plan de Mantenimiento General Subsistema de Distribución de Energía .....	38
Tabla 7: Plan de Mantenimiento General para Electrificación.....	40
Tabla 8: Intervalos de mantenimiento estimados para las escaleras eléctricas mecánicas.....	43
Tabla 9: Intervalos de mantenimiento estimados para Ascensores.....	53
Tabla 10: Intervalos de mantenimiento estimados para el Sistema de Ventilación .....	53
Tabla 11: Intervalos de mantenimiento estimados para el Sistema de Alarma .....	54
Tabla 12: Parámetro de Supervisión y Control - PCC.....	56
Tabla 13: Periodicidad de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones.....	56
Tabla 14: Rutinas de mantenimiento PCC.....	57
Tabla 15: Rutinas de mantenimiento Sistema de Monitoreo.....	59
Tabla 16: Rutinas de mantenimiento Interfonía, Telefonía y TETRA - PCC .....	59
Tabla 17: Rutinas de mantenimiento Centralización .....	64
Tabla 18: Rutinas de mantenimiento Sistema de Alimentación Eléctrica - PCC.....	64
Tabla 19: Tiempos de Reparación de Fibra Óptica .....	71
Tabla 20: Parámetro de Supervisión y Control – SCE .....	78
Tabla 21: Periodicidad de Mantenimiento - SCE .....	78
Tabla 22: Rutinas de mantenimiento Sistema de Control de Accesos e Intrusión.....	82
Tabla 23: Rutinas de mantenimiento Sistema de Control Perimetral.....	83
Tabla 24: Rutinas de mantenimiento Sistema de CCTV.....	87
Tabla 25: Rutinas de mantenimiento Sistema de Interfonía.....	88
Tabla 26: Rutinas de mantenimiento Centralización - PCL.....	93
Tabla 27: Rutinas de mantenimiento Sistema de Alimentación Eléctrica - Estaciones.....	94

## Lista de Figuras

Figura 1 : Principios de Mantenimiento .....	13
--	----

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de mantenimiento es garantizar la calidad necesaria del sistema para la explotación segura en condiciones rentables.

Los temas centrales son las áreas de seguridad, disponibilidad y fiabilidad, así como la constante verificación de las acciones adoptadas para el mantenimiento con el fin de determinar su eficacia y su efecto reductor de costos.

El citado objetivo puede lograrse mediante diferentes estrategias, siendo en todos los casos la idea impulsora el deseo de hallar un equilibrio lo más eficaz posible entre los costos de un mantenimiento preventivo planificado para reducción de fallos e interrupciones, por un lado, y los trabajos a pesar de ello necesarios para localizar y subsanar averías o daños, por otro.

Al comienzo del mantenimiento se aprovecha la experiencia acumulada en proyectos semejantes, pero, sin embargo, las distintas actividades deben someterse a una constante revisión. Esto requiere un minucioso registro y evaluación de todos los conocimientos desde el comienzo del servicio.

Como criterio adicional para el servicio de mantenimiento se aplica la profundidad de procesamiento para la reparación y reacondicionamiento de piezas sustituidas. Este criterio determina en qué medida deben mantenerse disponibles instalaciones, herramientas especiales y equipos de inspección, medición y ensayo, así como personal formado y su regular entrenamiento para trabajos en gran medida especializados.

## **2. ALCANCE**

El objetivo de la actividad en el campo del mantenimiento es poder ofrecer a los clientes ferroviarios una alternativa que les permita reducir costos de explotación y aumentar la disponibilidad efectiva de las instalaciones y del material rodante, incrementando su rendimiento en términos económicos o ahorrando la compra de nuevas unidades que serían necesarias si se mantuviese una disponibilidad menor.

La Empresa que esté a cargo del Mantenimiento aglutinará todas las actividades de mantenimiento y servicios tanto de instalaciones fijas como de material rodante y deberá contar con un equipo de profesionales con gran experiencia en la gestión de Proyectos de Mantenimiento para sistemas ferroviarios en el ámbito de instalaciones fijas y metros.

El Área de Mantenimiento y Servicios es el encargado de realizar y gestionar las actividades que siguen a la fabricación y a la recepción del material por el Cliente. Las dos actividades principales que realizan son el apoyo técnico a las unidades responsables por la garantía y la prestación de servicios de mantenimiento contratados.

### 3. OBJETIVOS

- Creación y establecimiento del Plan General de Mantenimiento, supervisión en su ejecución y control de las acciones de mantenimiento tanto preventivas como correctivas.
- Realización de las tareas de mantenimiento, inspección, conservación, sustitución o reposición de elementos tanto fungibles como averiados, así como ajustes y mediciones que sean necesarios.
- Recuperación del servicio si se ha producido un fallo en cualquiera de los equipos o sistemas que forman la instalación.
- Análisis de las averías producidas, proponiendo acciones de mejoramiento para las más relevantes.
- Establecimiento de un requerimiento periódico del cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos.
- Garantizar la seguridad del personal que opera y mantiene las instalaciones.
- Gestión de stocks de repuestos y fungibles.
- Integración de la operación y mantenimiento de la PLMQ

### 4. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Se entiende por mantenimiento, al conjunto de acciones preventivas y correctivas realizadas sobre un determinado sistema, elemento o equipo, con dos objetivos fundamentales, la prolongación de la vida útil del mismo y garantizar su funcionamiento con índices de fiabilidad definidos por el fabricante y RAMS fijadas en los pliegos de construcción de la línea, ambos convalidados teniendo en cuenta tanto las condiciones climatológicas, ambientales y laborales.

Se considera que el mantenimiento de las Instalaciones es de máxima importancia para garantizar la seguridad y calidad del servicio de transporte ferroviario. Esto implica una importante responsabilidad y esfuerzo en el mantenimiento de estos equipos, tanto desde el punto de vista de la disponibilidad, como de la implantación de los recursos humanos, repuestos, equipos y medios necesarios para realizar este mantenimiento.

Garantizar un servicio seguro y de calidad a los usuarios, será el fin primordial de los responsables de mantenimiento. Se trata de una tarea de gran envergadura, donde los métodos y la supervisión de la seguridad y calidad buscan permanentemente una optimización de éstas, implicando a todo el personal de mantenimiento.

El mantenimiento de las Instalaciones comprende las inspecciones regulares y periódicas que constituyen los trabajos de mantenimiento preventivo, los trabajos de mantenimiento correctivo derivados de la aparición de incidencias. Los recursos necesarios para el mantenimiento de las instalaciones están adaptados a las especificaciones geográficas/climatológicas del trayecto y abarcan los métodos, la organización, la documentación, el personal, los repuestos y los equipos y medios, los cuales serán descritos en siguientes apartados.

Durante las labores de mantenimiento se adoptarán todas las medidas necesarias para que durante la ejecución de los trabajos encomendados quede asegurada la protección de terceros.

El estricto cumplimiento por parte del personal de mantenimiento de las recomendaciones del fabricante de los equipos (manuales e instrucciones de servicio), así como de la normativa nacional e internacional, garantizan una ausencia de fallos graves.

Consciente de la importancia del factor humano, se seguirá con el personal de mantenimiento una política de formación profesional especializada y continuada, ya que tanto la alta cualificación como el interés por el trabajo desarrollado, constituyen una condición primordial para la eficacia del mantenimiento.

Se deberá realizar la revisión de los contenidos de trabajo y la frecuencia de trabajos periódicos a intervalos y el registro de las averías, mismo que nos permitirá el desarrollo de programas de perfeccionamiento con ayuda de un análisis de defectos o puntos débiles.

Representación de los principios de procedimiento del mantenimiento:

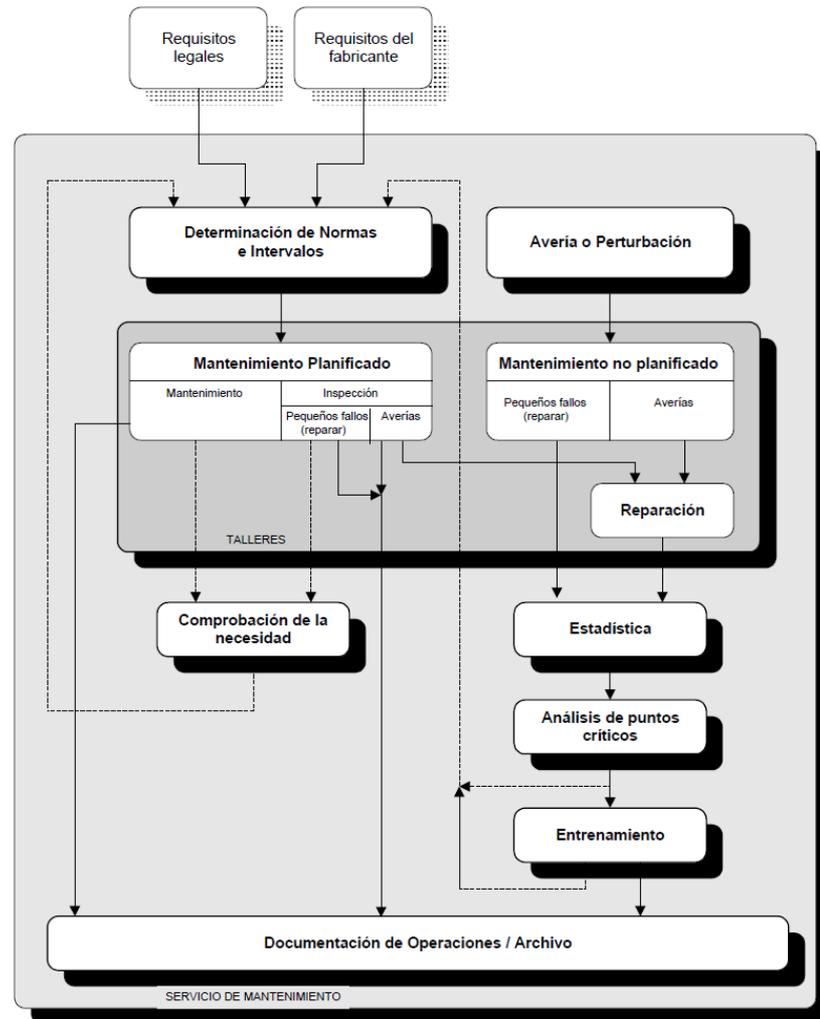


Figura 1 : Principios de Mantenimiento

#### 4.1. MANTENIMIENTO

Las inspecciones y mantenimiento (preventivo) planificadas, así como la reparación (correctiva) constituyen los pilares en que se basa el mantenimiento. La reparación puede realizarse tanto de manera planificada como no planificada (resolución de averías).

#### **4.1.1. Intervalos de mantenimiento**

Los intervalos de mantenimiento se definen con el fin de controlar las existencias de piezas de desgaste. El desgaste evoluciona en función del número de maniobras de accionamiento o también del tiempo de conexión o ciclos. Esta asignación y los intervalos de tiempo están sujetos a una optimización constante cuyo objetivo es llevar a cabo el máximo número posible de acciones de mantenimiento en función del estado de los sistemas. La conservación en función del estado de los sistemas asegura el máximo aprovechamiento de la reserva de utilización de los componentes, con lo cual se aseguran unos costos mínimos de recambios con una fiabilidad máxima.

#### **4.1.2. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo conlleva una planificación dilatada en el tiempo, previa a la realización de los trabajos. Tiene como finalidad:

- Detectar y eliminar las averías en el menor tiempo posible, evitando así la indisponibilidad de las instalaciones.
- Planificar los trabajos a largo plazo previendo la disponibilidad del personal y medios.
- Evitar las actividades de mantenimiento superfluas.
- Disminuir las tareas de mantenimiento correctivo.
- Cumplir la Normativa y leyes que rijan sobre el mantenimiento legal a efectuar en el sistema.

El mantenimiento preventivo se basa en el estado del equipo a través de mediciones periódicas de los parámetros significativos, tomando como referencia las condiciones de funcionamiento del aparato. Debe tener en cuenta lo siguiente:

- Análisis de incidencias o averías.
- Datos históricos de mantenimiento.
- Envejecimiento de equipos.
- Puntos defectuosos encontrados durante las revisiones de rutina.
- Deficiencias encontradas durante las operaciones.
- Condiciones ambientales a las que están expuestos en los equipos.

#### **4.1.3. Mantenimiento predictivo**

La razón del mantenimiento predictivo reside en el concepto de que un equipo comienza a manifestar síntomas de mal funcionamiento antes de que se produzca la avería, con lo cual, el personal dispone de un margen de tiempo suficiente para realizar las actuaciones adecuadas.

Objetivos del mantenimiento predictivo:

- Diagnosticar las causas del mal funcionamiento.
- Decidir el momento más oportuno para revisar en profundidad un equipo.
- Reducir el tiempo de indisponibilidad de un equipo, cuya anomalía se tiene identificada, organizando y planificando los trabajos adecuadamente.

El mantenimiento predictivo se basa en:

- La elección de un parámetro representativo del funcionamiento de la degradación de un equipo.
- La definición de los valores correctos de los parámetros, fuera de los cuales se puede considerar un riesgo de fallo.
- La elección de los aparatos, procedimiento de medida y control de parámetros, así como de la periodicidad de los controles.

#### **4.1.4. Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo tiene lugar cuando ocurren averías e incidencias, en él se llevan a cabo las tareas correctivas necesarias para corregir la falla y restituir el servicio y las funcionalidades que presentan las instalaciones.

En las averías, en lo que respecta a una alta disponibilidad, el objetivo central debe enfocarse hacia un acortamiento del no funcionamiento de las instalaciones fijas. Por este motivo, los fallos se subsanan bien mediante reparaciones o mediante la sustitución de módulos directamente en el lugar de instalación. El análisis del mantenimiento se concentra en aquellas variables que influyen en los tiempos de bloqueos de las instalaciones fijas:

- Localización de fallos
- Accesibilidad
- Sustitución de piezas
- Reparación
- Comprobación funcional
- Consideración de coste- beneficios sobre los módulos sustituibles
- Minimización de los tiempos de bloqueo

La eficacia de los trabajos correctivos in situ depende de la estricta conformidad de los métodos de trabajo, además de la mantenibilidad del equipo y de la disponibilidad de los medios adecuados para que el técnico pueda desarrollar su tarea.

El método de trabajo incluye los siguientes pasos:

- Inspección in situ del síntoma de la avería,
- Análisis de la avería e identificación de la causa,
- Eliminación del problema por medio de la implantación de acciones sencillas: ajuste y cambio o reemplazo de módulos
- Comprobación del funcionamiento del equipo,
- Recolección y documentación de las tareas realizadas,
- Transmisión de los informes de mantenimiento diariamente al centro de mantenimiento,

El tiempo de respuesta (crítico, no crítico, moderado) será de acuerdo al tipo de equipo, ubicación y el turno de trabajo.

Los fallos ocurridos fuera del régimen normal de operación (por ejemplo: vandalismo, fuerza mayor como catástrofes naturales, uso indebido) serán analizados individualmente.

#### **4.1.5. Mantenimiento Modificativo**

Las tareas de mantenimiento correctivo, habitualmente se completan con labores de análisis del mismo (o nivel 3). El mantenimiento modificativo estudia y analiza las averías y determina si es necesario realizar una modificación que intente eliminar la causa del fallo.

Los objetivos principales de este análisis son:

- Detección de los problemas ocurridos en la instalación.
- Detección de la repetición de problemas.
- Determinación de la obsolescencia y vida útil de los equipos.
- Determinación de los tiempos de resolución de los problemas y análisis de las medidas que se pueden adoptar para mejorarlos en intervenciones futuras.
- Adecuación de los repuestos a las exigencias del mantenimiento.

## **4.2. MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE (ESPECÍFICO PARA LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES)**

El software de los sistemas de Comunicaciones, Control de Estaciones y Puesto de Control Central está en continuo desarrollo, por esto es necesaria la supervisión permanente de los diversos módulos del software. Para este propósito, se ofrece una solución global del mantenimiento del software, que considera y maneja todos los aspectos del contrato a través de los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo del software
- Mantenimiento correctivo del software
- Mantenimiento de la evolución del software
- Asistente para el sistema de operación

### **4.2.1. Mantenimiento preventivo del Software**

El grupo de mantenimiento contará con el soporte del ingeniero de software para llevar a cabo el nivel 1 de mantenimiento (los niveles de mantenimiento están definidos en el numeral 3.4). Este mantenimiento consiste en actividades de diagnóstico, las cuales en caso de ser necesario serán seguidas de actividades correctivas

Periódicamente se hará una visita técnica con el objetivo de:

- Control y verificación del buen funcionamiento del software,
- Control de los archivos de trazabilidad,
- Administración y control de los discos y material de soporte Resolver los problemas menores que haya encontrado el cliente.

#### 4.2.2. Mantenimiento correctivo del software

Los problemas que no puedan ser resueltos durante el mantenimiento preventivo serán extendidos al grupo de mantenimiento correctivo, el cual está compuesto por técnicos expertos en el equipo en cuestión. Su servicio consiste en:

- Analizar el problema,
- Corregir el problema,
- Validar la corrección,
- Suministrar una corrección, en el menor tiempo posible.

#### 4.2.3. Mantenimiento evolutivo del Software

Con la finalidad de mantener el software actualizado y debido a la evolución del mismo, se prevé realizar las siguientes acciones:

- Estudio de viabilidad de la evolución,
- Elaboración de los documentos específicos para la evolución,
- Análisis de impactos en el sistema.

### 4.3. DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE MANTENIMIENTO

Un fallo del sistema puede tener un impacto en la seguridad o un impacto en la disponibilidad:

- Un impacto en la seguridad es predominante para las funciones vitales, cuando el fallo del sistema puede poner en peligro la operación de modo que las operaciones sean interrumpidas.
- Un impacto en la disponibilidad existe cuando un fallo del sistema no se puede evitar, sobrepasar o asistir por medio de un componente redundante; degradando la calidad de operación.

Estas diferencias definen la estrategia del mantenimiento.

#### **Primer nivel de mantenimiento**

Los sistemas de infraestructura necesitan un mantenimiento preventivo planificado. Las actividades de mantenimiento reducirán al mínimo faltas con impacto en la seguridad y reducirán al mínimo la interrupción a la operación y el daño al equipo en caso de una falla. El mantenimiento de los sistemas de la infraestructura será realizado teniendo en Primer nivel de mantenimiento Actividades de mantenimiento realizadas en situ. Estas actividades pueden ser realizadas por el personal de las estaciones, el cual será entrenado apropiadamente. Ejemplos de estas actividades son: inspecciones visuales

diarias, reparaciones de menor importancia en CPP, CPMR, METTA, interfonos y altavoces.

En caso de incidencias importantes, el personal de estación hará una llamada pidiendo la intervención del personal de mantenimiento para la reparación.

#### **Segundo nivel de mantenimiento**

Reparación de componentes defectuosos mediante el reemplazo de los módulos. Dependiendo del ciclo de vida de cualquier componente, será necesario un reemplazo anticipado de este para así evitar la interrupción de la operación. En caso que una incidencia o desviaciones ocurriera, las tareas de mantenimiento correctivo se llevarán a cabo.

Los módulos defectuosos y piezas substituidas serán enviadas al nivel 3 del mantenimiento para su reparación.

#### **Tercer nivel de mantenimiento**

Consiste en la reparación de los módulos defectuosos en el taller electrónico de la EPMMQ. En caso de no poder realizar la reparación se pasará al cuarto nivel de mantenimiento.

#### **Cuarto nivel de mantenimiento**

En caso de que el personal de mantenimiento del taller no pueda reparar un módulo o componente defectuosos, este será enviado al fabricante. El fabricante restaurará la parte defectuosa y enviará el módulo de vuelta al taller electrónico de La EPMMQ.

#### **Quinto nivel de mantenimiento**

Mantenimiento correctivo o no planificado: análisis del problema, corrección del problema, validación de la corrección.

### **4.4. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El punto crucial en cualquier sistema del mantenimiento y reparación es el control del trabajo ejecutado. Un sistema apropiado para el planeamiento y control es vital para ahorrar costos y alcanzar estándares de la alta calidad. Por lo tanto, se mantendrá un sistema de gestión integrado del mantenimiento para los varios sistemas electromecánicos de la PLMQ. A partir de este sistema se generarán las órdenes de trabajo para el mantenimiento programado, pero también se consultarán los datos necesarios para la elaboración de informes.

Este sistema permitirá monitorizar todos los trabajos de mantenimiento, así como llevar una estadística de averías que también permite realizar un análisis de puntos débiles en la infraestructura.

El sistema apoya mantenimiento y se asegura:

- Programación y seguimiento de las actividades de mantenimiento
- Seguimiento estadístico sobre el funcionamiento de las reparaciones y de más acciones del mantenimiento
- Gestión de materiales y repuestos
- Definición de las actividades a realizar
- Planeamiento del mantenimiento (programación)
- Control de coste de las actividades del mantenimiento
- Elaboración y análisis de los informes de incidencias y averías
- Historial y archivo de las actividades de mantenimiento

El Sistema de Gestión de Mantenimiento será administrado a través de una pequeña red de ordenadores. La evaluación automática de los datos proporcionará la estrategia necesaria y las medidas operativas requeridas para el funcionamiento eficiente y óptimo del régimen del mantenimiento incluyendo la gerencia de repuestos.

#### **4.5. INTERFAZ OPERACIÓN - MANTENIMIENTO**

Esta interfaz permite al personal de operación, realizar el seguimiento del estado del sistema; a la misma vez le permite al técnico de mantenimiento saber la procedencia y antecedentes de cualquier incidencia:

- Datos que se registrarán en la abertura del incidente
- Tipo del equipo y número de identificación
- Fecha y hora en que el personal de la operación ha divulgado el incidente
- Estado del equipo (fuera de servicio...)
- Detalle del incidente (código de la alarma...)

Datos que se registrarán al final de la reparación (serán proporcionados por el técnico de mantenimiento)

- Fecha y hora en que fue terminada la reparación
- Trabajo realizado por el técnico del mantenimiento
- Nombre del técnico de mantenimiento.

#### **4.6. CENTRO DE ATENCIÓN DE LLAMADAS**

Un centro de atención de llamadas será establecido para centralizar todos los reportes de los fallos o averías hechos por los operarios, conductores, personal de las estaciones y operario del centro de control. Las funciones del centro de atención de llamadas serán:

- Registro de la fecha de la avería o fallo
- Descripción de la avería o fallo
- Búsqueda y envío de la persona q reparará la avería o fallo
- Registro de la fecha en que fue reparada la avería o fallo
- Confirmación de la reparación de la avería o fallo al centro de operación

### **5. ALCANCE DEL MANTENIMIENTO**

#### **5.1. ALCANCE DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIO**

El mantenimiento de la infraestructura se refiere a los siguientes sistemas electromecánicas de la PLMQ:

- Subestaciones Eléctricas a 1.500 V.c.c.
- Distribución de energía
- Electrificación a 1.500 V.c.c.
- Sistemas Electromecánicos de estaciones (Escaleras y Ascensores)
- Ventilación
- Protección Contra Incendio
- Señalización y A.T.P. Vía-Tren
- Control de Estaciones
- Comunicaciones y Radiotelefonía TETRA
- Puesto de Control Central

En todos ellos se verificará la funcionalidad de todos los equipos o conjuntos e instalaciones implicados, comprobando las correctas características eléctricas, mecánicas, ópticas, de conexionado, etc. según sus normas de instalación y especificaciones técnicas.

El mantenimiento preventivo durante el período de la garantía de 2 años; comenzará después de la recepción definitiva de las instalaciones (firma de las pruebas de aceptación del sistema por parte de Metro de Quito). Después de terminado el período de garantía se continuará con un servicio de mantenimiento completo.

El mantenimiento incluye:

- Materiales consumibles y fungibles necesarios para llevar a cabo el mantenimiento preventivo.
- El suministro e instalación de un software especializado para la gestión de mantenimiento.
- Un stock suficiente para el mantenimiento correctivo y preventivo que se deberá ajustar a los valores requeridos basados en la experiencia obtenida en los primeros seis meses de operación. Se entiende que el stock inicial para cubrir el período de la garantía será puesto a disposición del Equipo de Mantenimiento.

## **5.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

En el Anexo No. 1 se muestra el organigrama que representa la estructura organizacional para el mantenimiento.

### **5.2.1. Perfil del personal de mantenimiento**

El personal de mantenimiento estará en capacidad de realizar todas las tareas del mantenimiento incluyendo mantenimiento preventivo, diagnóstico, prueba, reemplazo de componentes y reparación.

El equipo de mantenimiento estará constituido por el Director de Mantenimiento, Director de calidad, seguridad y salud ocupacional, Ingenieros responsables de mantenimiento por áreas, grupos de mantenimiento, almacenistas, Ingeniero de sistemas y personal de apoyo.

Se tendrán básicamente cuatro grupos, cada uno de ellos estará dirigido por un ingeniero responsable de mantenimiento. Cada grupo tendrá bajo su responsabilidad el mantenimiento de las instalaciones de su sistema.

- Grupo 1: Señalización
- Grupo 2: Catenaria y Electrificación
- Grupo 3: Sistemas electromecánicos
- Grupo 4: Comunicaciones, PCC y SCE

A continuación, se describirán las funciones del personal de mantenimiento.

5.2.1.1. *Director de mantenimiento*

- Supervisión de la ejecución del Plan General de mantenimiento.
- Soporte técnico para la resolución de problemas
- Coordinación de los equipos del mantenimiento (ayuda técnica),
- Seguimiento de todos los niveles del mantenimiento (correctivo, preventivo y taller),
- Guardar todos los expedientes del mantenimiento,
- Informes periódicos de la gestión de mantenimiento con el fin de evaluar su eficacia,
- Gestión de stocks de repuesto y fungibles.

5.2.1.2. *Director de calidad, seguridad y salud ocupacional*

- Coordinar y dirigir las actividades relacionadas con gestión de la calidad, salud y seguridad en todas sus áreas: procesos y procedimientos.
- Supervisar el cumplimiento de la normativa de calidad, organizando las actividades relativas a la mejora de procesos en todas las áreas.

Además, será el encargado de observar y hacer cumplir a todo el personal las normas de seguridad y salud en el trabajo que establezca la legislación y normativa vigentes

5.2.1.3. *Ingeniero responsable del Mantenimiento por cada uno de los Sistemas Electromecánicos*

Será el jefe de un grupo de mantenimiento y tendrá las siguientes tareas:

- Planeación del mantenimiento preventivo
- Coordinación del equipo de mantenimiento
- Controlar las actividades de mantenimiento preventivo como correctivo,
- Controlar el software de mantenimiento registrando todas las incidencias y acciones realizadas

5.2.1.4. *Almacenista*

- Registrar la información técnica del almacén
- Administrar el almacén y controlar el consumo de repuestos
- Controlar el despacho de los módulos intercambiables
- Elaboración de informes
- Definir la cantidad de repuestos requerida

#### 5.2.1.5. *Personal del grupo de mantenimiento*

Estará conformado por técnicos electrónicos, mecánicos, eléctricos, electricistas y ayudantes. Serán los encargados de:

- Realizar las tareas del mantenimiento preventivo
- Informar al responsable del mantenimiento de todas las desviaciones encontradas en equipo
- En caso de incidentes o de desviaciones de menor importancia procederán a la reparación inmediatamente de estas.

#### 5.2.1.6. *Ingeniero en sistemas*

- Administración y monitoreo permanente de los diferentes módulos de software
- Análisis de todos los acoplamientos e interacciones entre los módulos y el equipo
- Detectar los problemas que pueden presentarse en la definición de interfaces entre las funciones y proponer mejoras en el funcionamiento
- En caso de evolución del software, debe definir los impactos en todos los niveles y proponer un plan de acción para poner en ejecución las modificaciones del software
- Trabajar conjuntamente con el equipo de operación de la PLMQ para mejorar y optimizar el funcionamiento del software.
- Definición de las modificaciones que podrían llevarse a cabo en el software.

## 6. MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

La ejecución del mantenimiento se orienta fundamentalmente a la obtención de fiabilidad y disponibilidad de las instalaciones.

Los procesos de mantenimiento descritos a continuación permiten lograr un alto grado de fiabilidad y disponibilidad de la infraestructura. El mantenimiento se basa en un esquema de mantenimiento preventivo. Los trabajos de mantenimiento preventivo se realizan:

- Durante el horario de servicio, pero fuera de los horarios pico cuando los trabajos son realizados en las estaciones y sistemas sin riesgo eléctrico para el personal de mantenimiento.
- Fuera del horario de servicio cuando los trabajos son realizados en los sistemas a lo largo de la línea o sistemas con riesgo eléctrico.

Dentro del mantenimiento correctivo, en general todos los trabajos de reparación necesarios se realizan:

- Durante los horarios de servicio y operación regular.
- Si se tratase de un sistema redundante los trabajos podrían ser realizados fuera de los horarios de servicio regular o dependiendo de la criticidad del fallo.

En caso de averías se asegurará un tiempo de respuesta de intervención, el cual será definido de común acuerdo, de manera que la avería pueda atenderse en un tiempo razonable, en función del tipo y el alcance de la misma. La adecuada disponibilidad de retenes de personal de mantenimiento garantiza la subsanación de fallos y averías en el mínimo tiempo posible, lo que minimiza los tiempos no operativos de la infraestructura en los que no puede establecerse el servicio de marcha. Para la organización del mantenimiento se garantiza también la provisión y nueva adquisición de repuestos y material consumible, lo que permite disponer en todo momento de material suficiente para la reparación de fallos o averías ocurridos en condiciones normales de operación.

## 7. SEÑALIZACIÓN

### 7.1. NORMAS

La solución propuesta asegura una alta coherencia y una simplificación de los procesos que garantiza el cumplimiento de las prescripciones de CENELEC para el desarrollo de sistemas de seguridad SIL 4, en conformidad con las normas:

#### 7.1.1. Normas Fundamentales

Las normas fundamentales en las que se basa el sistema de señalización CITYFLO 350 de Bombardier que se instalará en la infraestructura de la Línea 1 de Metro de Quito son las siguientes:

ITEM	NORMA	EDICION	DESCRIPCION
1	BSI BS EN 50126-1	15/12/1999	Aplicaciones Ferroviarias – Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS) – Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos.

2	BSI BS EN 50128	11/3/2001	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento – Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
3	BSI BS EN 50129	7/5/2033	Aplicaciones ferroviarias – Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento – Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
4	ISO 9001	Cuarta 2008-11-15	Sistemas de gestión de la calidad - requisitos

Tabla 1: Normas de Señalización

### 7.1.2. Normas por Subsistemas

El Sistema de Señalización CITYFLO 350 está compuesto por los siguientes subsistemas principales:

- EBI Lock 950
- OCS 950
- EBI Track 300
- EBI Switch 700
- Señales

A continuación, se listan las normas específicas que han servido como base para el diseño de los equipos que componen los subsistemas anteriores.

EQUIPO	NORMAS	
<b>EBI Track 300</b>	EN50125-3:2002	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 3: Equipos para telecomunicaciones y señalización.
	EN50121-4:2006	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicación.
<b>OCS 950</b>	EN50125-3:2003	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 3: Equipos para telecomunicaciones y señalización.

	EN50124-1:2003	Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Requisitos fundamentales. Distancias en el aire y líneas de fuga para cualquier equipo eléctrico y electrónico.
	EN50121-4:2006	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicación.
	EN50159-2:2001	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 2: Comunicación segura en sistemas de transmisión abiertos.
	EN50159-1:2001	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación segura en sistemas de transmisión cerrados.
	EN 60529:1991 (IEC529)	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
	EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)	Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales.
<b>EBI Lock 950</b>	EN50159-1:2001	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación segura en sistemas de transmisión cerrados.
	EN50159-2:2001	Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 2: Comunicación segura en sistemas de transmisión abiertos.
	EN50121-4:2000	Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicación.
	EN50125-3:2003	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 3: Equipos para telecomunicaciones y señalización.
<b>Señales</b>	EN50125-3:2002	Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 3: Equipos para telecomunicaciones y señalización.
<b>EBI Switch 700 (IP54)</b>	EN 60529:1991 (IEC529)	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

Tabla 2: Normas Específicas

## 7.2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

<b>PMQ-CL1-D-SEN-CTC-GEN-MEM-6002</b>	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN
<b>PMQ-CL1-D-SEN-GEN-GEN-MEM-6001</b>	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN
<b>PMQ-CL1-D-SEN-GEN-GEN-LIS-6002</b>	LISTA DE NORMAS DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN
<b>EPMMQ-MAN-MNT-SEN-002</b>	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS ENCLAVAMIENTOS DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN
<b>EPMMQ-MAN-MNT-SEN-003</b>	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS ACCIONADORES DE AGUJAS
<b>EPMMQ-MAN-MNT-SEN-004</b>	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE VIA TI21-M
<b>EPMMQ-MAN-MNT-SEN-005</b>	MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO

Tabla 3: Documentos de Referencia

### 7.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

EJECUCIÓN DE OBRA	Mejoras de Infraestructura L1 – Metro de Quito
TI21-M	Circuito de vía de audiofrecuencia sin juntas
ATP	Protección Automática de Tren.
EBILOCK 950	Sistema de Enclavamiento Electrónico Bombardier
OCS 950	Sistema Controlador de Objetos, Ebilock 950
SIL	Nivel de integridad de seguridad
LFU	Loop Feed Unit. Unidad de alimentación de lazo.
TU	Tuning Unit – Unidad de sintonía
CU	Coupling Unit – Unidad de acoplamiento

BEC	Bastidor de entrada de cables
DCC	Bastidor de acometida eléctrica
PCO	Puesto Central de Operaciones
ATP	Protección Automática de Tren
CV	Circuito de Vía
EbiScreen	Sistema de monitoreo y mando de tráfico de Bombardier
MU	Machine Unit
Tx	Transmisor
Rx	Receptor
MTM	Metro Test Meter – Multímetro de Frecuencia específica para TI-21M
MTU	Machine Tuning Unit
CTIU	Modulo del tren que decodifica el telegrama
UPS	Sistema de alimentación ininterrumpida

Tabla 4: Glosario de Términos de Señalización

#### **7.4. PROCEDIMIENTOS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS DISTINTOS EQUIPOS Y SUBSISTEMAS. PAUTAS DE MANTENIMIENTO**

Como se podrá comprobar a continuación, las necesidades de mantenimiento de los equipos y sistemas objeto de este Sistema son mínimos, dada la alta tasa de fiabilidad de los mismos, limitándose a una revisión visual de los mismos cada cierto tiempo, chequeo de los ficheros históricos de alarmas/incidencias, comprobación de ajustes, etc.

Los trabajos de mantenimiento expuestos a continuación se establecen de modo general para una instalación típica.

##### **7.4.1. EBILOCK 950**

#### 7.4.1.1. *Inspección semanal*

- Limpiar el exterior y alrededor de bastidores
- Comprobar daños en la estructura de bastidores y temperatura de las Instalaciones.
- Inspeccionar visualmente el correcto emplazamiento de todas las tarjetas y el apriete de sus tornillos de retención

#### 7.4.1.2. *Inspección mensual*

- Limpiar los equipos y hacer una comprobación visual de su estado.
- Comprobación de la temperatura y ventiladores

#### 7.4.1.3. *Revisión semestral*

- Verificar visualmente todo el cableado interior
- Examinar los conectores
- Lubricar bisagras y revisar cierres de las puertas
- Limpiar los equipos y hacer una comprobación visual de su estado.
- Conmutación de las tarjetas COM
- Supervisión de las tarjetas de Seguridad
  - CCM
  - LMP
  - SRC
  - OCT
  - CTK
  - COM
- Supervisión del estado de los bastidores de conexión a campo de la cabina.
  - Comprobar la conexión de cables libres en los conectores y de las mangueras en sus correspondientes conectores, tanto de la parte frontal como posterior del bastidor auxiliar.
  - Apriete de los tornillos y conectores de las tarjetas COM y OCT
  - Comprobar la alimentación de 24V DC del bastidor en las bornas de 24V (previamente comprobar que la luz verde situada en estos conectores está luciendo).
  - Comprobar las tensiones de entrada y salida del rectificador y su correcta conexión a los cables de entrada AC y salida DC del bastidor DCC.
  - Comprobar el estado de los fusibles del bastidor DCC.
  - Comprobación del estado de los conectores Weidmuller.
  - Comprobar el estado de las conexiones de alimentación del bastidor de ATP.
  - Comprobar las conexiones de todos y cada uno de los conectores de cada CV.
- Supervisión de los sistemas de mando.
  - Comprobar PC sistema Videográfico.
  - Comprobar el estado de la UPS.
  - Comprobar estado de la puesta a Tierra de los bastidores, armarios y descargadores, conexiones correctas y estado de las mismas.

#### 7.4.1.4. *Mantenimiento preventivo pasados 10 años*

- Reemplazar la fuente de alimentación PSU 71
- Reemplazar la fuente de alimentación PSU 4

#### 7.4.2. **Accionamiento electrohidráulico A700-H**

El mantenimiento de estos equipos depende de la frecuencia de cambio de agujas. Se debe asegurar que los motores se muevan al menos 5 veces al mes, comprobando así su correcto funcionamiento, y evitando que la parte mecánica del accionamiento se obstruya.

#### 7.4.2.1. *Revisión semestral*

##### 7.4.2.1.1. Revisión unidad eléctrica

- Correcto engrase interno y ausencia de suciedad.
- Estado de engranajes (ausencia de desgastes o roturas en dientes de los diferentes trenes de engranajes)
- Rodillos de comprobación (ausencia de erosiones y suciedad, así como buen contacto eléctrico con peines de contacto fijos)
- Estado de fijación del motor eléctrico y bornas de entrada.
- Estado de bornas de entrada y aprietes de hilos de alimentación y comprobación, así como cableado interno.
- Comprobación de estado de interruptor de manivela y su retractilidad al introducir o retirar la misma.
- Comprobación del estado de interruptor testigo de tapa retirada.
- Comprobación del diferímetro de protección del motor de aguja en ambas posiciones.
- Buen estado del cable entre caja de terminales y accionamiento con integridad en el tubo de protección y racores.
- Buen estado de caja de terminales y bornas de conexión. Fijación correcta y sin inclinación.
- Estado general de pintura del accionamiento y caja de terminales.
- Verificación de tensiones de maniobra (entrada de tensión alterna). Rango según normas.
- Limpiado del polvo del interior del motor y revisión escobillas y colector mediante destapado del zuncho (cada dos años).
- Megado del cable de la caja de conexión al motor.
- Consumo del motor.
- Megado del electromotor (cada dos años).

##### 7.4.2.1.2. Revisión unidad mecánica

- Fijación correcta en bastidor de palastros (apriete correcto de tornillería de fijación)

- Estado del buen apriete de cajas soportes y apéndices de bielas, timonerías y tornillería de fijación.
- Estado de aislamiento del cerrojo o cerrojos múltiples de uña y timonerías (aislantes en yugo, salidas barras y uniones timonerías).
- Limpieza de zona de recorrido de timonerías y barra de maniobra.
- Comprobación de entrecalles correctas a normal y ha invertido según normas en las diferentes zonas si se trata de cerrojos múltiples.
- Comprobación del embrague.
- Comprobación con galga en ambas posiciones.
- Comprobación de encerrojamientos correctos en ambas posiciones según normas.
- Comprobación de aperturas de espadín abierto a normal y ha invertido.
- Estado de barras de comprobación y de maniobra internas del accionamiento, así como pieza de salida. Apriete correcto.
- Comprobar defectos de sujeción de la aguja (apriete de tirafondos y resbaladeras).
- Engrase general de piezas mecánicas (cerrojo de uña).
- Engrase de resbaladeras.
- Detección de descuadres importantes que dificulten el buen funcionamiento de la aguja.
- Detección de holguras inadmisibles.
- Verificación de fuerza de tiro inferior a los 4KN.

### **7.4.3. Señales**

#### **7.4.3.1. Revisión semestral**

- Revisión del estado del equipo LEDs.
- Comprobación del encendido de los LEDs.
- Rango de tensiones en márgenes correctos (especial atención enclavamientos electrónicos).
- Revisión de conexionado de cable en señal. Regletas de conexión.
- Revisión del enfoque y fijación rotatoria de la cabeza de señal.
- Estado señal (mástil, cabeza, pantalla y numeración). Estado de pintura.
- Pruebas de fusión de lámpara y sus repercusiones en la misma señal.
- Registro de tensiones de cada color.

### **7.4.4. Circuito de vía TI21-M**

#### **7.4.4.1. Revisión semestral**

- Limpiar etiquetas de identificación (interior).
- Comprobar el estado de las cajas de conexión.
- Comprobar que están en buen estado y montados fijamente cables, bornes y contactos de vía.
- Comprobar que las conexiones de vía están en buen estado y conexionadas correctamente.

- Controlar estado de la conexión a tierra.
- Comprobación de tensiones de emisión y recepción en cabina.
- Comprobación de tensión de relé.
- Comprobación de tensiones de fuente de alimentación.
- Verificación del Shunt.
- Comprobación de tensiones de emisión y recepción en vía.
- Revisión de daños en piezas visibles.
- Revisión cajas de sintonía.
- Revisión lazo ATP con su grapado.
- Revisión cables de acometida a vía.
- Comprobación de retardo al cierre y apertura del relé.

La revisión de los elementos de cabina se centrará en los siguientes puntos:

- Comprobación del suficiente par de apriete de todos los equipos y conexiones.
- Lectura y anotación de los niveles de transmisión y recepción, comprobando que están dentro del margen requerido y reajustando la sensibilidad si fuese necesario.

Asimismo, y tras la realización del examen anteriormente citado, se repetirán las pruebas de ajuste de los circuitos. El propósito de las pruebas es comprobar que el equipo detectará la presencia del máximo valor del Shunt en cualquier punto dentro del circuito de vía. Las pruebas a realizar, tal como se especifican en el Manual de Mantenimiento referenciado este Plan, son:

- Verificación de la corriente y tensión de entrada de la alimentación del Tx y el Rx.
- Comprobación de las tensiones de entrada y salida.
- Comprobación del correcto ajuste de la potencia de salida del transmisor y la sensibilidad del receptor.
- Verificación de la correcta tensión de excitación de los relés.
- Prueba del Shunt límite en el extremo del receptor.

Los resultados de estas pruebas se anotarán y deberán ser comparados con los de pruebas anteriores, estudiando las causas de cualquier diferencia significativa.

#### **7.4.5. LFU**

##### **7.4.5.1. Inspección semestral**

- Estado general de la LFU. Limpieza.
- Comprobar tensiones.
- Estado de los elementos de campo LFU.
- Estado de los lazos.

#### **7.4.6. Cajas de conexión**

##### **7.4.6.1. Inspección semestral**

- Verificar hermeticidad de la caja.

- Revisar limpieza de la caja y realizar su limpieza en caso de ser necesario.
- Verificar el correcto ajuste en las bornas de todos los cables de señalización.
- Verificar el correcto conexionado a tierra.
- Verificar el estado de la caja, su fijación y la correcta identificación de la misma.
- Verificar el buen estado del soporte metálico en el caso de cajas horizontales y su correcta fijación.

## **7.5. ELEMENTOS CRÍTICOS**

Los elementos críticos serán aquellos que, por su situación o estado de conservación, necesitarán un mayor número de inspecciones anuales. El tiempo entre inspecciones de los elementos críticos se reducirá a la mitad.

Las agujas situadas en las entradas y salidas a cocheras, y la de conexión con otras líneas se moverán con mayor frecuencia, por lo que se considerarán elementos críticos. También se deberá prestar especial atención (menor periodicidad en las inspecciones) a aquellos circuitos de vía situados en los cambios de aguja críticos, ya que el fallo de estos circuitos impedirá el movimiento eléctrico de las agujas, interrumpiendo la circulación de los trenes.

## **8. ENERGÍA**

### **8.1. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS A 1.500 V<sub>D.C.</sub>**

El plan de mantenimiento para las Subestaciones Eléctricas a 1.500 V<sub>D.C.</sub>, considera las actividades y periodos para garantizar un mantenimiento de calidad. La alta disponibilidad de las instalaciones se alcanzará a través de la implementación de los planes de mantenimiento y su respectiva programación.

Es preciso señalar que, las condiciones climáticas, los factores ambientales y la operación del sistema ferroviario influirán en la frecuencia de los mantenimientos.

En el subsistema de Subestaciones Eléctricas se consideran los principales elementos ubicados en 11 estaciones del Metro de Quito:

- Celdas de media tensión: Celdas de Alimentación de compañía suministradora, Celdas de red de interconexión entre subestaciones, Celdas de Alimentación a Centros de Transformación, Celdas de Protección de grupo transformador – rectificador y Celdas de Servicios Auxiliares de la subestación.
- Transformadores para alimentación de grupo rectificador.
- Transformadores de servicios auxiliares

- Celdas de Corriente Continua: Compartimiento de barras de 1.5 kV, Celdas de feeder, armario de fallos a estructura y sistema de arrastre.
- Puesto Principal de Control (PPC) en Subestaciones de Tracción

La Tabla No. 5 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ilustra un Plan de Mantenimiento general para subestaciones eléctricas.

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento		Implementación	Contenido principal	Periodicidad
Preventivo	Inspección	I 1	Inspección del sistema	Inspección general de la subestación	Semanal
		I 2	Inspección del sistema	Inspección especial de la condición técnica de la subestación	Mensual
	Comprobación (Test) del funcionamiento	F1	Inspección del sistema	Control del funcionamiento del sistema	Mensual
		F 2	Inspección del sistema	Prueba y verificación	Anual
	Diagnóstico del sistema en operación y sobrecarga	D	Inspección del sistema	Inspección térmica visual de los sistemas en operación	Anual
Correctivo	Revisión	W	Reemplazo/recambio de componentes o secciones de la instalación	Medidas para mantener la operatividad	Depende del componente (relación en el tiempo, número de ciclos de switching y de la carga)
	Reparación	R	Reemplazo de componentes o secciones de la instalación	Renovación o cambio de componentes o secciones de la instalación	De acuerdo con la necesidad/disponibilidad

Tabla 5: Plan de Mantenimiento General para Subestaciones Eléctricas

Las actividades de mantenimiento se clasifican en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. De acuerdo a lo señalado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las actividades I1, I2, F1, F2 y D forman parte del

mantenimiento preventivo, mientras que, las actividades W y R forman parte del mantenimiento correctivo.

Los trabajos de mantenimiento comenzarán cuando las subestaciones inicien su etapa de explotación. Estas labores serán llevadas a cabo en función a la periodicidad y planificación que se establezca, y se determinará de manera individual para cada subestación. En el caso de presentarse trabajos que afectan el suministro de energía en la catenaria, deberán ser aprobados y coordinados con el Operador, de modo que no llegue a afectar el servicio a los pasajeros.

Adicionalmente, es preciso señalar que los Planes de Mantenimiento que se apliquen al equipamiento, dependerán de las recomendaciones que brinde el fabricante.

## **8.2. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA**

Este subsistema incluye el conjunto de elementos destinados a garantizar la alimentación eléctrica en cualquier lugar dentro y fuera del túnel, con el funcionamiento mínimo exigido para los distintos equipos e instalaciones.

Con el propósito de valorar si las instalaciones y equipos de alimentación eléctrica se hallan en excelentes condiciones operativas, es necesario realizar pruebas periódicas de este sistema. Las pruebas necesarias se deberán realizar considerando inspecciones visuales, la operación de prueba y/o la realización de mediciones.

El momento en que se realizarán las pruebas periódicas; las medidas de mantenimiento dependerán de las recomendaciones y requerimientos del fabricante, del estado, las características e importancia de las instalaciones y de los factores externos y la experiencia de mantenimiento recopilada con las instalaciones y el análisis de los fallos.

La programación debe definirse de manera que cualquier defecto esperado pueda detectarse con la debida antelación. Los principales elementos que se destacan en este subsistema son:

Los centros de transformación están compuestos de los principales elementos:

- Cuadros de Baja Tensión: Armarios de Protección de Transformadores (APT), Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) y Cuadros de Alumbrado de Túnel de Estación.
- Celdas de Baja de Tensión: Celdas de Protección y Celdas de Línea.
- Transformadores de Distribución.
- Cables de Distribución.
- Puesto Principal de Control de los Centros de Transformación.

La Tabla No. 6, presenta los intervalos de mantenimiento estimados para el Subsistema de Distribución de Energía.

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	Implementación	Contenido principal	Periodicidad	
Preventivo	Inspección	I1	Inspección del sistema	Inspección general de los Centros de Transformación de Estaciones	Trimestral
		I2	Inspección del sistema	Inspección general de los Centros de Transformación de Ventilación	Trimestral
		I3	Inspección del sistema	Inspección general de los Cuartos de Baja Tensión	Trimestral
		I4	Inspección del sistema	Inspección general de los Cables de distribución	Trimestral
	Comprobación del funcionamiento	F1	Inspección del sistema	Control del funcionamiento del sistema	Mensual
		F2	Inspección del sistema	Prueba y verificación	Anual
	Diagnóstico del sistema en operación y sobrecarga	D	Inspección del sistema	Inspección térmica visual de los sistemas en operación	Anual
Correctivo	Revisión	W	Reemplazo/recambio de componentes o secciones de la instalación	Medidas para mantener la operatividad	Depende del componente (relación en el tiempo y de la carga)
	Reparación	R	Reemplazo de componentes o secciones de la instalación	Renovación o cambio de componentes o secciones de la instalación	De acuerdo con la necesidad/disponibilidad

Tabla 6: Plan de Mantenimiento General Subsistema de Distribución de Energía

El trabajo de mantenimiento en este subsistema comenzará cuando inicien las actividades de explotación. Estas labores serán llevadas a cabo en función a la periodicidad y planificación que se establezca, y se determinará de manera individual para los equipos en túnel y estación. En el caso de presentarse trabajos que afectan el suministro de energía en la catenaria, deberán ser aprobados y coordinados con el Operador, de modo que no llegue a afectar el servicio a los pasajeros.

Adicionalmente, es preciso señalar que los Planes de Mantenimiento que se aplique al equipamiento, dependerá de las recomendaciones que brinde el fabricante.

### **8.3. ELECTRIFICACIÓN A 1.500 V.C.C.**

El sistema de catenaria de la Primer Línea del Metro de Quito está diseñado para requerir poco mantenimiento. El sistema utiliza componentes especialmente desarrollados para permitir el servicio con un número considerablemente alto de pasos de pantógrafo. Se espera que el principal trabajo de mantenimiento del sistema de catenaria sea la inspección del sistema.

El comportamiento de desgaste y la frecuencia de fallo de componentes del equipo de catenaria definirán la periodicidad y la necesidad de disponer de un mantenimiento preventivo para el sistema de catenaria. No obstante, en el presente documento se ha considerado un mantenimiento que dependa de las condiciones concretas del equipo. Las inspecciones se llevarán a cabo en dos etapas:

- Inspecciones a pie Sistema - Donde se comprobarán las condiciones del Sistema
- Inspecciones en vehículo funcionamiento - Donde se realizarán pruebas de funcionamiento

El mantenimiento de estas instalaciones, comprende las inspecciones regulares y periódicas que constituyen los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo programado, así como la atención de incidencias que pudieran ocurrir.

En la tabla No. 7, se presenta el plan de mantenimiento que debe realizarse en el presente sistema. Es preciso señalar que, los intervalos de mantenimiento son definidos teniendo en cuenta la influencia de: la edad del sistema, la carga operativa, factores ambientales, la polución, vandalismo y robo.

Tipo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	Implementación	Contenido principal	Periodicidad	
Preventivo	Inspección de la Catenaria Flexible y Rígida	I 1	Inspección del sistema a pie	Inspección visual de las catearías (puntos de anclaje, solapes, tensiones, líneas de cruzamiento de interruptor, soporte y dispositivos tensores)	Mensual
		I 2	Inspección del sistema a pie	Inspección visual de las demás partes de la catenaria, así como de los dispositivos de control local, dispositivos de protección, dispositivos tensores, etc.	Mensual
		I 3	Inspección del sistema a pie	Inspección a pie de los aisladores de sección.	Mensual
		I 4	Inspección del sistema en vehículo de mantenimiento y diagnóstico	Inspección de la catenaria y todos sus sistemas.	Semestral
	Comprobación (Test) del funcionamiento	F1	Inspección del sistema en vehículo de mantenimiento y diagnóstico y un pantógrafo	Medición de la altura de línea aérea de contacto y posición lateral del hilo de contacto.	Semestral
		F 2	Inspección del sistema en vehículo de mantenimiento y	Medición del desgaste del hilo de contacto.	Semestral
		F3	Inspección del sistema en vehículo de mantenimiento y	Medición del espesor del hilo de contacto	Anual

	Diagnóstico del sistema en operación y sobrecarga	D	Inspección del sistema a pie	Inspección termo-visual de los fijadores del hilo de la catenaria	Anual
Correctivo	Revisión	W	Recorrido a través de las estaciones utilizando un vehículo de mantenimiento	Inspección y revisión de la posición del hilo de contacto, punto de transferencia del pantógrafo, interfaz entre OCL y el pantógrafo	Trimestral
	Reparación	R	Recorrido a lo largo de las instalaciones utilizando un vehículo de mantenimiento	Reemplazo de partes defectuosas	Diario

Tabla 7: Plan de Mantenimiento General para Electrificación

El trabajo de mantenimiento en este subsistema comenzará cuando inicien las actividades de explotación. Estas labores serán llevadas a cabo en función a la periodicidad y planificación que se establezca, y se determinarán las actividades dependiendo si se trabaja en túnel o en la Playa de Vía. En el caso de presentarse trabajos que afectan el suministro de energía en la catenaria, deberán ser aprobados y coordinados con el Operador, de modo que no llegue afectar el servicio a los pasajeros.

Por tratarse del subsistema que permite la circulación de los trenes, el horario a considerar para efectuar labores de mantenimiento preventivo y correctivo iniciarán una vez culminadas las actividades de operación de la línea, por lo que estima que los trabajos se realicen aproximadamente entre las 00:00 a 05:00, pudiendo contar con una ventana mayor durante los fines de semana. Esta ventana de trabajo es estimada, y debe considerar la circulación de algún tren, y especialmente considerar la coordinación con el resto de contratistas de mantenimiento.

Cuando se ejecuten las tareas de mantenimiento de las instalaciones se deberán considerar los recursos necesarios, la organización, la documentación, el personal, la gestión de repuestos, equipos y medios y aquellos otros que se pudieran necesitar.

Adicionalmente, es preciso señalar que los Planes de Mantenimiento que se aplique al equipamiento, dependerá de las recomendaciones que brinde el fabricante.

## 9. SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

### 9.1. ESCALERAS

Las siguientes tablas indican las actividades y los intervalos de mantenimiento estimados para las escaleras eléctricas.

Actividad de Mantenimiento	Intervalo de Mantenimiento
Comprobar el funcionamiento general	diario
Comprobar el sentido de marcha y señalización	Diario
Comprobar la iluminación	Diario
Comprobar los peines	Diario
Comprobar los zócalos	Diario
Comprobar el estado de rodillos	Diario
Limpieza del foso	Mensual
Comprobar el dispositivo de funcionamiento automático	Mensual
Comprobar reacción de cremalleras	Mensual

Comprobar estado de cremalleras y sonda	Mensual
Comprobar tensor de pasamanos	Mensual
Comprobar estado de pasamanos y su adherencia	Mensual
Lubricar apoyo guía	Mensual
Engrasar eje cardan	Mensual
Engrasar tensor pasamanos	Mensual
Engrasar accionamiento pasamanos	Mensual
Comprobar nivel de aceite del reductor	mensual
Comprobar los relés y contactores	Mensual
Comprobar funcionamiento de mandos de parada y emergencia	Mensual

Comprobar microrruptores de puentes	Mensual
Comprobar panel de control	Mensual
Comprobar distancia de parada al actuar el freno	Mensual
Comprobar y verificar el mecanismo de freno	Mensual
Comprobar el estado de la balastrada	Mensual
Comprobar estado de carriles	Anual
Limpieza de rodamientos motor	Anual
Cambio de aceite del reductor	Anual
Reponer grasa del rodamiento	Anual
Comprobar y verificar el mecanismo de freno	Anual
Comprobar el entrehierro del freno.	Anual

Tabla 8: Intervalos de mantenimiento estimados para las escaleras eléctricas mecánicas

## 9.2. ASCENSORES

Los Ascensores son instalaciones de elevación destinadas al transporte vertical de personas y/o de personas y cargas.

Incorporan numerosos componentes y dispositivos electromecánicos, que requieren operaciones de ajuste y regulación periódicos o su sustitución en caso de deterioro o desgaste.

El mantenimiento de la instalación debe ser realizado por la Empresa instaladora o por una Empresa conservadora autorizada. Únicamente el personal especializado de la Empresa conservadora, puede realizar las operaciones de asistencia técnica necesarias.

El mantenimiento regular del Ascensor va a propiciar un funcionamiento fiable y seguro del mismo.

Con carácter general el Mantenimiento Preventivo Periódico (Revisión) de un Ascensor, comprende las siguientes actividades básicas:

- Protocolo de Revisión. Mediante su aplicación se efectúa el chequeo completo del Ascensor siguiendo la relación de operaciones (tareas de chequeo) establecidas y correspondientes a cada modelo de Ascensor.
- Operaciones de limpieza, lubricación y engrase.
- Operaciones de ajuste y regulación, de componentes y dispositivos.
- Operaciones de reposición o sustitución de componentes y dispositivos, desgastados, deteriorados o que hayan agotado su vida útil de funcionamiento.

Conforme a estos criterios en el Programa/Protocolo de Mantenimiento, las secuencia/agrupación de tareas se renombran según lo siguiente:

- Revisión Tipo "A": Secuencia de movimientos que "no" incluye viaje en techo cabina y que se corresponde con las operaciones y secuencias básicas de los Protocolos Estándar.
- Revisión Tipo "B": Secuencia de movimientos que "sí" incluye viaje en techo de cabina y que se corresponde con las operaciones y secuencias ampliadas de los Protocolos Estándar.
- Revisión Tipo "C": Igual que la Revisión Tipo "B", pero además incluyendo todas las tareas de frecuencia variable que se realizaban añadidas en distintos meses, en los Protocolos Estándar.

Los Protocolos de Revisión de Ascensores aplican a los siguientes tipos de ascensores:

- Ascensor Eléctrico Tradicional
- Ascensor Hidráulico
- Ascensor Sin Cuarto de Máquinas
-

### 9.2.1. ASCENSOR TRADICIONAL

EN FOSO. Después de colocar el cartel de aviso y efectuar el inicio de asistencia, el Técnico envía la cabina hacia arriba y permanece en el rellano. Abre la puerta con la llave de emergencia antes de que llegue a planta para comprobar la efectividad del contacto de la cerradura. Se distinguen dos casos:

Caso 1.- Si la revisión es tipo "A" o "B". - Se realizan las operaciones, si es posible, sin descender siquiera al foso. Solamente se descenderá si es imposible observar la polea tensora del limitador o bien si se detecta acumulación de papeles o elementos combustibles (se recogen manualmente). Si es imprescindible descender al foso se aplicará la operativa y las comprobaciones previas de seguridad.

Caso 2.- Si la revisión es tipo "C". - El Técnico envía inicialmente la cabina a la parada extrema superior y efectúa las operaciones "DESDE RELLANO INF. O FOSO" y "CON CABINA EN EXT. SUP.", sin descender al foso. Después realiza la operativa y las comprobaciones previas de seguridad de acceso a foso y posiciona la cabina "A MEDIA ALTURA EN PL.EXT. INF.". Accede al foso y realiza las operaciones en el área. Se termina la operativa en foso cerrando la puerta de rellano (no olvidar comprobaciones de enclavamiento) se llama al ascensor para que descienda a la planta extrema inferior. Cuando está llegando a cota "0", verificar en la puerta extrema inferior la holgura de cerradura y ausencia de fallo de su contacto (dar tirones a la hoja).

EN INTERIOR DE CABINA. Se entra en la cabina y se permanece en su interior. Se realizan siempre en primer lugar, las operaciones con cabina parada "ANTES DE INICIAR VIAJES" después se va subiendo planta por planta realizando el resto de operaciones. Deben accionarse al inicio, todos los pulsadores de cabina para que queden las llamadas registradas y no pueda cambiar de dirección el ascensor durante el recorrido. Si no es maniobra registrada, se debe accionar el pulsador de la siguiente planta, siempre antes de cerrar la puerta de rellano (se facilita de esta forma la comprobación de la efectividad del contacto de presencia en puertas de batiente). En cada parada en planta se realizan las operaciones "PARANDO EN CADA PLANTA". Si procede hacer las operaciones de comprobación de pulsadores exteriores, por corresponder revisión tipo "B" o "C", se sale de la cabina en cada parada y se acciona el pulsador/es de pasillo sin cerrar la puerta. Se observa que los pulsadores están liberados mecánicamente y que la luz de ocupado o registro, actúa correctamente, se vuelve a entrar. Se observa la cara exterior solo en puertas de batiente. Si corresponde hacer la revisión tipo "C", se añade, en cada parada, la operación de comprobación de las tomas de tierra (polímetro en continuidad entre cabina y cerco de puerta de rellano). La operación de "comprobar

la emergencia y petición de socorro de cabina” se hace en la parada extrema superior, pero después de haber realizado las operaciones del cuarto de máquinas.

EN CUARTO DE MÁQUINAS. Se accede al Cuarto de máquinas y se comienza siempre realizando las operaciones con máquina parada y a continuación las operaciones con máquina en marcha. ATENCIÓN - Si el tipo de revisión es “C”. - Se efectúan, además, las siguientes acciones añadidas:

- Se aprovecha el instante en que está parado el ascensor en cota extrema superior, para activar revisión o rappel y probar final superior.
- Se aprovecha el instante en que está parado en planta extrema inferior para hacer lo mismo en el final inferior.
- Se interrumpe el viaje en subida haciendo que se produzca una parada en una planta intermedia. Allí se prueba el acñamiento y se termina bajando la cabina a la parada extrema inferior, observando durante ese desplazamiento el funcionamiento del cuadro de maniobra.
- Finalmente se completa el viaje en subida, con las comprobaciones asociadas, y se hace la limpieza del c. máquinas.

Una vez realizadas estas operaciones se efectuará la comprobación del Equipo de Comunicación Bidireccional (EN P. EXTREMA SUPERIOR Y C. MAQ.) Para hacerlo se corta corriente (con los pulsadores de test de los diferenciales) y se baja a la cabina para accionar el pulsador del DPS. No se debe esperar a que conteste el CC-24h, se vuelve a reponer corriente en Cuarto de máquinas y se sigue trabajando. En edificios de mucho tráfico es aconsejable tapar el haz de la fotocélula, mientras se sube y baja a reponer corriente al c. maquinas (evitamos que el ascensor atienda llamadas y encontrar que se ha marchado la cabina de la planta).

DESDE TECHO DE CABINA EN HUECO. Estando en la planta extrema superior, se envía la cabina hacia abajo abriendo la puerta para tener acceso al techo y al operador. Se comienza siempre haciendo el fin de alarma si procede. Si corresponde realizar la revisión tipo “A”, se realizan las comprobaciones en el operador y se baja a la planta extrema inferior en el interior de la cabina, sin viajar en techo. Si la revisión es tipo “B” o “C”, se accede al techo de cabina (aplicando la operativa y las comprobaciones previas de seguridad) y se baja en revisión, efectuando las operaciones (BAJANDO EN REVISION) y (EN ZONA CRUCE CON CONTRAPESO) hasta completar todas las plantas.

## 9.2.2. ASCENSOR HIDRÁULICO

EN CUARTO DE MAQUINAS: Después de colocar el cartel y efectuar el inicio de asistencia en Dataparte, se accede al Cuarto de Máquinas y se realizan todas las operaciones correspondientes a ese Área con maquina parada y con maquina en

marcha. ATENCIÓN - Si el tipo de revisión es "C". - Se efectúan, además, las siguientes acciones añadidas:

- Se aprovecha el viaje en subida para comprobar la válvula de sobrepresión.
- Se aprovecha el instante en que está parado el ascensor en cota extrema superior, para activar revisión o rappel y probar final superior.
- Se interrumpe el viaje en bajada haciendo que se produzca una parada en una planta intermedia. Allí se prueba el acuñamiento y se termina bajando la cabina a la parada extrema inferior, observando durante ese desplazamiento el funcionamiento del cuadro de maniobra.
- Finalmente se hace la limpieza del c. máquinas.
- 

EN FOSO: El Técnico envía la cabina hacia arriba y permanece en el rellano. Abre la puerta con la llave de emergencia antes de que llegue a planta para comprobar la efectividad del contacto de la cerradura. Se distinguen dos casos:

Caso 1.- Si la revisión es tipo "A" o "B". - Se realizan las operaciones, si es posible, sin descender siquiera al foso. Solamente se descenderá si es imposible observar la polea tensora del limitador o bien si se observa acumulación de papeles o elementos combustibles (se recogen manualmente). Si es imprescindible descender al foso se aplicará la operativa y las comprobaciones previas de seguridad.

Caso 2.- Si la revisión es tipo.C. - El Técnico posiciona la cabina de forma que pueda realizar las operaciones CON CABINA A MEDIA ALTURA EN PL.EXT. INF. Accede al foso y realiza las operaciones en el área (se realizaría en ese momento la prueba de cuñas, si son por aflojamiento y no se pudo hacer en c. máquinas). Se acaba cerrando la puerta de rellano (no olvidar comprobaciones de enclavamiento) se llama al ascensor para que termine bajando a la planta extrema inferior. Cuando está llegando verificar en la puerta extrema inferior la holgura de cerradura y ausencia de fallo de su contacto (dar tirones a la hoja).

EN INTERIOR DE CABINA: Se entra en la cabina y se permanece en su interior. Se realizan siempre en primer lugar, las operaciones con cabina parada "ANTES DE INICIAR VIAJES" después se va subiendo planta por planta realizando el resto de operaciones.

Deben accionarse al inicio, todos los pulsadores de cabina para que queden las llamadas registradas y no pueda cambiar de dirección el ascensor durante el recorrido. Si no es maniobra registrada, se debe accionar el pulsador de la siguiente planta, siempre antes de cerrar la puerta de rellano (se facilita de esta forma la comprobación de la efectividad del contacto de presencia en puertas de batiente).

En cada parada en planta se realizan las operaciones "PARANDO EN CADA PLANTA". Si procede hacer las operaciones de comprobación de pulsadores

exteriores, por corresponder revisión tipo “B” o “C”, se sale de la cabina en cada parada y se acciona el pulsador/es de pasillo sin cerrar la puerta. Se observa que los pulsadores están liberados mecánicamente y que la luz de ocupado o registro, actúa correctamente, se vuelve a entrar. Se observa la cara exterior solo en puertas de batiente. Si corresponde hacer la revisión tipo.C., se añade, en cada parada, la operación de comprobación de las tomas de tierra.

En la planta correspondiente (PLANTA MAS PRÓXIMA AL CUARTO DE MÁQUINAS) se efectuará la comprobación del Equipo de Comunicación Bidireccional. Para hacerlo se corta corriente (con los pulsadores de test de los diferenciales) y se acude a la cabina para accionar el pulsador del DPS.

No se debe esperar a que conteste el CC-24h, se vuelve a reponer corriente en Cuarto de máquinas y se sigue trabajando.

En edificios de mucho tráfico es aconsejable tapar el haz de la fotocélula, mientras se accede a reponer corriente al cuarto de máquinas (evitamos que el ascensor atienda llamadas y encontrar que se ha marchado la cabina de la planta).

DESDE TECHO DE CABINA: Estando en la planta extrema superior, se envía la cabina hacia abajo abriendo la puerta para acceder al techo y al operador. Se comienza siempre haciendo el fin de alarma o la prueba del DPS de techo si procede. Si es revisión tipo A, se realizan las comprobaciones en el operador y se baja a la planta extrema inferior en el interior de la cabina, sin viajar en techo.

Si la revisión es tipo B o C, se accede al techo de cabina (aplicando la operativa y las comprobaciones previas de seguridad) y se baja en revisión, efectuando las operaciones (BAJANDO EN REVISION) y (EN CRUCE CON CABEZA PISTÓN).

### 9.2.3. ASCENSOR SIN CUARTO DE MÁQUINAS.

EN FOSO: Después de colocar el cartel y efectuar el inicio de asistencia en Dataparte (foto a la etiqueta de cabina), el Técnico envía la cabina hacia arriba y permanece en el rellano. Abre la puerta con la llave de emergencia antes de que llegue a planta para comprobar la efectividad del contacto de la cerradura. Se distinguen dos casos:

Caso 1.- Si la revisión es tipo “A” o “B”. - Se realizan las operaciones, si es posible, sin descender siquiera al foso. Solamente se descenderá si es imposible observar la polea tensora del limitador o bien si se observa acumulación de papeles o elementos combustibles (se recogen manualmente). Si es imprescindible descender al foso se aplicará la operativa y las comprobaciones previas de seguridad.

Caso 2.- Si la revisión es tipo “C”. - El Técnico envía inicialmente la cabina a la parada extrema superior y efectúa las operaciones “DESDE RELLANO INF. O FOSO” y “CON CABINA EN EXT. SUP.”.

Después posiciona la cabina de forma que pueda realizar las operaciones “CON CABINA A MEDIA ALTURA EN PL.EXT. INF.”.

Se termina la operativa en foso, cerrando la puerta de rellano (no olvidar comprobaciones de enclavamiento) se llama al ascensor para que termine bajando a la planta extrema inferior. Cuando está llegando verificar en la puerta extrema inferior la holgura de cerradura y ausencia de fallo de su contacto (dar tirones a la hoja).

EN INTERIOR DE CABINA: Se entra en la cabina y se permanece en su interior. Se realizan siempre en primer lugar, las operaciones con cabina parada “ANTES DE INICIAR VIAJES” después se va subiendo planta por planta realizando el resto de operaciones, terminando por hacer la prueba del DPS en la planta extrema superior.

Deben accionarse al inicio, todos los pulsadores de cabina para que queden las llamadas registradas y no pueda cambiar de dirección el ascensor durante el recorrido. Si no es maniobra registrada, se debe accionar el pulsador de la siguiente planta, siempre antes de cerrar la puerta de rellano (se facilita de esta forma la comprobación de la efectividad del contacto de presencia en puertas de batiente).

En cada parada en planta se realizan las operaciones “PARANDO EN CADA PLANTA”. Si procede hacer las operaciones de comprobación de pulsadores exteriores, por corresponder revisión tipo “B” o “C”, se sale de la cabina en cada parada y se acciona el pulsador/es de pasillo sin cerrar la puerta. Se observa que los pulsadores están liberados mecánicamente y que la luz de ocupado o registro, actúa correctamente, se vuelve a entrar. Se observa la cara exterior solo en puertas de batiente. Si corresponde hacer la revisión tipo.C., se añade, en cada parada, la operación de comprobación de las tomas de tierra.

EN RELLANO EXTR. SUP. Y TECHO DE CABINA: Estando en rellano de la planta extrema superior, se envía la cabina hacia abajo (\*) abriendo la puerta para acceder al techo y al operador. Se comienza siempre haciendo el fin de alarma si procede. Se realizan las comprobaciones en el operador y techo de cabina, se accede al techo (aplicando la operativa y las comprobaciones previas de seguridad) para hacer las operaciones “EN ZONA MÁQUINA”, haciendo unos movimientos cortos de subida y bajada mientras se observan los componentes de la máquina. Se sale al rellano, se llama a la cabina y se baja a la planta extrema inferior en el interior de la cabina para dar por finalizada la revisión. Si corresponde la revisión tipo B o C, se permanece en techo de cabina después de observada la máquina y

va descendiendo para completar las operaciones “BAJANDO EN REVISION” y “EN CRUCE CON CONTRAPESO”.

ATENCIÓN - Si el tipo de Revisión es C.- Antes de enviar la cabina hacia abajo (\*) para acceder al techo:

- Se aprovecha el instante en que está parado el ascensor en cota extrema superior, para activar revisión o rappel en armario y probar final superior, enviando a continuación la cabina hacia una parada intermedia.
- Se hace la prueba del acñamiento en esa parada intermedia donde se envió y se termina el viaje en bajada hasta extremo inferior.
- Se observa durante ese desplazamiento el funcionamiento del cuadro de maniobra.
- Se aprovecha el instante en que está parado en el extremo inferior para probar el final inferior y el sistema de rescate.

La siguiente tabla indica las actividades y los intervalos de mantenimiento estimados para los ascensores.

Actividad de Mantenimiento	Intervalo de Mantenimiento
Comprobar el funcionamiento general del ascensor	Diario
Comprobar el funcionamiento de los enclavamientos	Diario
Comprobar el funcionamiento de señalización y pulsadores	Diario
Comprobar estado general de puertas y cabinas.	Diario
Comprobar el alumbrado interior de la cabina y limpieza del difusor	Diario
Comprobar la existencia de rótulos de señalización e instrucciones	Diario

Verificar cabina interior	Diario
Verificar difusor del alumbrado	Diario
Comprobar el alumbrado de la cabina	Diario
Comprobar mandador de cabina	Diario
Revisar piso de cabina	Diario
Revisar limitador de velocidad y cuadros de maniobras	Mensual
Revisar el selector de pisos electromecánico	Mensual
Revisar cuadro de maniobra y componentes	Mensual
Revisión hueco interior	Mensual
Verificar finales de recorrido	Mensual
Verificar alargamiento de los cables	Mensual
Verificar codificación de hueco	Mensual
Verificar cerraduras	Mensual
Verificar equipamiento de foso	Mensual
Verificar la canalización eléctrica y latiguillos	Mensual

Verificar el contrapeso	Mensual
Verificar hueco exterior	Mensual
Verificar la señalización eléctrica	Mensual
Verificar las puertas automáticas	Mensual
Verificar las puertas semiautomáticas	Mensual
Verificar cabina exterior	Mensual
Limpieza de chasis de cabina	Mensual
Verificar plataforma de cabina.	Mensual
Revisión del equipamiento del paracaídas	Mensual
Verificar el pesacargas	Mensual
Revisión de la suspensión de la cabina	Mensual
Verificar rozaderas de cabina	Mensual
Revisar interruptores techo de cabina	Mensual
Verificar la instalación eléctrica de cabinas	Mensual

Verificar operador de puertas	Mensual
Verificar autoleva	Mensual
Verificar puertas de cabina	Mensual
Verificar niveles de piso	

Tabla 9: Intervalos de mantenimiento estimados para Ascensores

### 9.3. VENTILACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

#### 9.3.1. Sistema de ventilación

La siguiente tabla resume los intervalos de mantenimiento estimados para el sistema de ventilación.

Actividad de mantenimiento	Descripción del subsistema	Intervalo de mantenimiento)
Inspección	Ventilador	Trimestral
Inspección	Motor y rodets	Trimestral
Inspección	Silenciador	Semestral
Inspección	Canal de ventilación	Bimensual
Inspección	Filtro de aire	Bimensual
Revisión	Péndulo de rodamiento	Trimestral
Reemplazo	Filtro de aire	Semestral
Limpieza	Rejilla metálica	Mensual
Limpieza	Motores y rotores	Semestral
Limpieza	Filtro de aire	Semestral

Tabla 10: Intervalos de mantenimiento estimados para el Sistema de Ventilación

### 9.3.2. Sistema de Protección Contra Incendios - PCI

A continuación, se describirán las tareas de mantenimiento para el sistema de protección de incendios. Estas tareas deben ser implementadas por los menos una vez al año.

Inspección de los detectores de incendio

- Control del tiempo de reacción y generación de alarma
- Inspección y limpieza de las unidades
- Comprobación de la funcionalidad de las entradas y salidas
- Inspección y ajuste de los tiempos y fechas cuando sea necesario
- Inspección de la condición de los equipos y las conexiones de los cables

La siguiente tabla indica los intervalos de mantenimiento estimados para el sistema de alarma.

Actividad de mantenimiento	Descripción del subsistema	Intervalo de Mantenimiento
Inspección	Detector Térmico-Termovelocimétrico	Trimestral
Inspección	Detector de humo	Trimestral
Inspección	Botón activador de la alarma manual	Trimestral
Inspección	Modulo de control	Trimestral
Inspección	Modulo de monitoreo	Trimestral
Inspección	Sirenas	Trimestral
Inspección	Válvula de control y alarma	Trimestral

Tabla 11: Intervalos de mantenimiento estimados para el Sistema de Alarma

## 10. TELECOMUNICACIONES

### 10.1. PUESTO DE CONTROL CENTRAL

El Puesto de Control Central o PCC del Depósito de Quitumbe es el encargado de centralizar la información suministrada por los diferentes dispositivos instalados en la Línea 1 de Metro de Quito, así como el envío de órdenes a los citados Sistemas de Auxiliares que componen el conjunto de todas las Estaciones, haciendo posible la supervisión remota de las instalaciones de la Primera Línea del Metro de Quito, incluyendo la posibilidad de ejecutar acciones de forma automática o semiautomática, es decir, el conjunto de Sistemas que componen las funcionalidades y estructura del Metro de Quito, se centraliza en un punto llamado Puesto de Control Central para que desde éste se puedan supervisar en remoto todos los sistemas de cualquier estación.

El Puesto de Control Central centralizará los datos de todos los Subsistemas de Estaciones integrados en una base de datos de tiempo real con el fin de servir de interface normalizado para las aplicaciones de gestión de mantenimiento y guardará un histórico centralizado de todos los eventos operativos significativos: órdenes, cambios de estado, cambios de programación, alarmas, causas de fuera de servicio, etc.

La base de datos del Puesto de Control Central dispondrá de interfaces normalizados para permitir la exportación de información significativa para el mantenimiento de los Subsistemas, tanto para la información en tiempo real como para la información histórica.

Para la exportación de información en tiempo real dispondrá de canales de mensajería (HTML, XML, u otros formatos –ASCII– fácilmente configurables) a los que se puedan suscribir las aplicaciones de Gestión del Mantenimiento.

Para la exportación de información histórica dispondrá de interfaces estandarizados de base de datos (ODBC, SQL, ...)

#### 10.1.1. PARÁMETROS Y SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Tiempo de Atención	Período que transcurre desde la detección del problema hasta que se realiza un registro y diagnóstico del incidente. Durante éste período se deberá gestionar los procesos de control pertinentes que permitan dictaminar que la incidencia mostrada posee indicios de veracidad y no se debe a una información errónea ni a un falso diagnóstico.
--------------------	--

Tiempo de Resolución	Periodo de tiempo utilizado para reparar el fallo o encontrar una solución temporal al mismo y devolver el sistema a la situación anterior a la interrupción del servicio. En este periodo no son contabilizados los tiempos consumidos sobre la actuación demandada por la necesidad de gestionar actuaciones de terceros o bien repuestos que por su naturaleza o complejidad no sea posible disponer de ellos. Cuando se detecte esta necesidad, se solicitará una “parada de reloj” a través del procedimiento que Metro de Quito decida. Metro de Quito ha de autorizar la “parada de reloj”. El tiempo de parada será el tiempo transcurrido desde ese momento hasta que se consiga el Servicio requerido y solicite “arrancar” de nuevo el reloj.
----------------------	--

Tabla 12: Parámetro de Supervisión y Control - PCC

### 10.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PERIODICIDADES DEL MANTENIMIENTO

Por su potencia y criticidad del Servicio que soportan, se definen los siguientes tipos, en función de las periodicidades mínimas de mantenimiento que han de recibir los diferentes Sistemas:

Mensual	M
Trimestral	T
Semestral	S
Anual	A

Tabla 13: Periodicidad de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones

En función de la criticidad de los Servicios que soportan, las periodicidades serán tipificadas según las necesidades que correspondan. Dicha tipificación será realizada, y cuando sea oportuno modificada, exclusivamente previo acuerdo con el personal responsable del cliente.

### 10.1.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL PCC

La finalidad primordial del Servicio de Mantenimiento, será:

- Asegurar la marcha continua y eficaz del Puesto de Control Central de la Línea 1 del Metro de Quito en las mejores condiciones de seguridad y economía, durante las 24 horas del día todos los días del año, evitando situaciones que pueda detener su funcionamiento.
- Procurar el mejor estado de conservación de todas las partes y elementos que forman las

instalaciones.

- Solucionar cualquier incidencia detectada en el menor período de tiempo posible, conservando los niveles de calidad y seguridad establecidos.
- Minimizar los costes de explotación.

#### 10.1.4. RUTINAS DE MANTENIMIENTO PCC

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>CONTROLADORA DEL PUESTO DE MONITOREO</b>	
Se procederá al chequeo de las conexiones y elementos de	
Se provocarán el 100% de las alarmas locales.	
Se comprobará localmente el funcionamiento autónomo	
Se inspeccionará el aspecto exterior del Puesto de Coordinador o Mantenimiento o Auxiliar, comprobándose que el equipo no ha	
Se procederá al chequeo de las indicaciones presentadas en los	
Se comprobará el estado de cableado y conexionado.	
Se verificará el estado de los elementos mecánicos de cierre asociados	
Se retirará la acumulación de impurezas o polvo del equipo	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>VIDEOWALL</b>	
Se procederá al chequeo de las conexiones en el propio Videowall	
Se comprobarán luminancias y coordinación entre pantallas	
Se comprobará localmente el funcionamiento autónomo	
Se inspeccionará el aspecto exterior del Puesto de Coordinador o Mantenimiento o Auxiliar, comprobándose que el equipo funciona con	
Se comprobará el estado de cableado y conexionado en el puesto de	
Se retirará la acumulación de impurezas o polvo del equipo	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	

Tabla 14: Rutinas de mantenimiento PCC

10.1.4.1. Sistema de Monitoreo

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
Instalaciones Auxiliares	
<b>COMPROBACIÓN DE PROTECCIONES ELECTRICAS</b>	
Inspección visual y limpieza	
Verificación de la toma de tierra	
Verificación del conexionado de bornas y apriete de tornillos	
<b>COMPROBACIÓN DE CUADROS ELECTRICOS</b>	
Inspección visual y limpieza	
Verificación de la toma de tierra	
Verificación del conexionado de bornas y apriete de tornillos	
Se realizará la comprobación de cargas	
Se realizará la comprobación de redundancia	
<b>CONCENTRADOR DE VÍDEO</b>	
Se inspeccionará visualmente el anclaje de todos los elementos al Rack. Se procederá al chequeo de las conexiones de cableado.	
Se verificará que el indicador luminoso de presencia de suministro eléctrico se encuentra activado. Se comprobará que la tensión	
Se verificará el correcto acoplo de los siguientes conectores: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conector del Bus de Datos.</li> <li>- Conector de alimentación.</li> <li>- Conector de entradas y salidas de alarma.</li> <li>- Conectores de todas las entradas de Vídeo.</li> </ul>	
Se verificará la funcionalidad del equipo	
Se realizará un corte de suministro eléctrico, para comprobar que todos los parámetros programados permanecen inalterables tras	
Se procederá a la limpieza del polvo acumulado en los equipos, de forma que las rendijas de aireación queden disponibles para tal fin.	
<b>TRASMISOR / RECEPTOR DE FIBRA ÓPTICA o UTP</b>	
Inspección visual de conexionado	
Comprobación de nitidez de la imagen en su recepción en el Centro de	
Verificación del parpadeo de leds cuando comunica	
Comprobación de niveles correctos de alimentación en bornas	
Limpieza del equipo	

SISTEMAS DE GRABACIÓN	
Se procederá a la comprobación de los conectores y señalizaciones	

Tabla 15: Rutinas de mantenimiento Sistema de Monitoreo

#### 10.1.4.2. INTERFONIA, TELEFONÍA Y TETRA

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
AUDIO	
Comprobación de correcta alimentación	
Comprobación de correcta ventilación ¿se encuentra tapado por algo?	
Verificación del estado de cables de conexión.	
Verificación de sujeciones.	
Verificación de funcionalidad	
Ajuste de niveles de señal	
Limpieza del equipo	
Si no parpadea la luz de "mute", indicación de no conexión a la red.	
Verificación de que la pantalla LED funciona correctamente.	
Actualización de la versión de firmware (si existe alguna más actual).	
Comprobación de que una llamada a la extensión central es correcta.	
Verificación del estado auricular.	
Comprobación de reinicio correcto del terminal.	
CENTRAL DE INTERFONÍA y MEGAFONÍA	
Comprobación del teclado	
Comprobación de la calidad de sonido	
Comprobación de la señal de las estaciones secundarias	
Verificación de la tensión de alimentación y conectores	
Estado del micrófono	
Limpieza general	

Tabla 16: Rutinas de mantenimiento Interfonía, Telefonía y TETRA - PCC

10.1.4.3. CENTRALIZACIÓN

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>SERVIDOR</b>	
Mantenimiento software según fabricante	
Revisión Log Servidores	
Revisión estado servicios ofrecidos	
Comprobación de mensajes de alerta en Display frontal	
Revisión de alerta de fallos en discos Duros	
Actualizaciones de Software disponibles S.O.	
Actualizaciones Software servicios	
Des- fragmentación discos	
Revisión espacio en disco	
Revisión altas/ bajas usuarios	
Indicación de alertas hardware	
Comprobación de alertas de limpieza de unidades de backup.	
Comprobación de alertas de uso de fuentes de alimentación	
Etiquetado exterior correcto	
Correcta indicación de sus interfaces y bocas de red usadas	
Revisión del estado de los cables de conexión	
Verificación de que la versión de Firmware (BIOS) es correcta.	
Verificación de correcta ventilación: ¿Despejadas las entradas /	
Limpieza interior	
Comprobación de correcta alimentación, ¿se encuentran conectados a enchufes de SAI?	
Verificación de Sujeción estable	
Limpieza de ficheros temporales	
<b>PUESTO DE OPERADOR</b>	
Se realizará un chequeo del estado de ocupación de Disco Duro, de la Memoria y del rendimiento de la CPU.	
Se realizará un chequeo de los procesos ejecutados en background.	
Se realizará una limpieza de los ficheros temporales, utilizados por las aplicaciones, que no hayan sido borrados correctamente y estén ocupando recursos en las unidades de almacenamiento.	

Se comprobará el aspecto exterior de la CPU, pantalla, teclado y ratón.	
Se comprobará el conexionado entre los diferentes elementos.	
Se verificará la fecha y hora del equipo.	
Se realizará un apagado escalonado del sistema y su posterior puesta en marcha, observándose el Autochequeo que realiza la CPU.	
Se realizarán los backups no efectuados	
Se revisará la correcta comunicación con los multiplexores o Centrales Multiplexadas.	
Se comprobará el funcionamiento de la gestión de alarmas, visualización en pantalla, registro en impresora y almacenamiento en Disco Duro.	
Se procederá a la revisión de la Memoria RAM y estado del Disco Duro a través del programa "Scandisk" incluido en el Sistema Operativo.	
Se procederá al almacenamiento en almacenamiento externo de los ficheros históricos, y de otros en caso de modificaciones de datos de parametrización y/o programación del subsistema.	
Se procederá a la limpieza del teclado y ratón, así como el ventilador de la CPU	
Se verificará cada tecla del teclado	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
Se procederá a la revisión del estado de la Base de Datos de la aplicación, especialmente en lo que respecta a la coherencia de la misma.	
Se realizará el mantenimiento del software específico: comprobación de parámetros	
Se realizará el mantenimiento del software específico: comprobación de funcionalidad	
<b>PUESTO DE ACREDITACIONES</b>	
Mantenimiento Software de acreditaciones: comprobación de parámetros	
Mantenimiento Software de acreditaciones: comprobación de funcionalidad	
Mantenimiento software según fabricante	
Limpieza de ficheros temporales	

Comprobación y limpieza de ventilador de CPU	
Limpieza completa de impresoras de sublimación con el kit de limpieza	
Comprobación de funcionamiento de impresora tras limpieza	
Comprobación de funcionamiento de cámaras digitales	
<b>IMPRESORA</b>	
Se comprobará su aspecto exterior, así como que todos sus indicadores luminosos funcionan correctamente.	
Se comprobará el estado de la cinta/tóner de la impresora, realizando varias impresiones de prueba. Proceder al cambio de la cinta/tóner si las pruebas no son satisfactorias	
Se comprobará la suavidad de los desplazamientos de las partes móviles y si es necesario, se procederá a la limpieza del rodillo, del cabezal y de las barras de desplazamiento.	
Se efectuará una limpieza general.	
<b>MONITOR DE ORDENADOR</b>	
Se comprobará su aspecto exterior, así como que todos sus indicadores funcionan correctamente.	
Se comprobará el estado de los conectores así como la calidad de color, definición, brillo y contraste procediéndose a su ajuste.	
Se procederá a su limpieza exterior.	
<b>MONITOREO DE IMAGEN</b>	
Se procederá a realizar una inspección visual del aspecto exterior del	
Se comprobarán los niveles de calidad de señal	
Se procederá a la verificación y ajuste de los sincronismos verticales y horizontales si se precisara.	
Se verificará la correcta fijación de los conectores de alimentación y señal de vídeo (conector BNC), así como que el cableado de los mismos se encuentra en perfecto estado, libre de presiones por el mobiliario existente y que éste discurre sin retorcimientos ni cocas así como de una forma lineal sin ángulos cerrados.	
Se comprobará que no existen elementos dispuestos sobre los equipos, que impidan su correcta aireación.	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	

Se procederá a la limpieza del polvo acumulado en los equipos, de forma que las rendijas de aireación queden disponibles para tal fin.	
Se procederá a la limpieza exterior con un producto no abrasivo.	
Se verificará el soporte	
SAI	
Se procederá al chequeo de las conexiones y elementos de control de actuación.	
Se comprobarán los indicadores ópticos y acústicos.	
Se procederá a realizar la siguiente prueba funcional: Cuando el nivel de carga de las baterías se haya situado al máximo habitual del equipo, se procederá a la desconexión de la entrada de red del SAI, manteniéndolo en este estado durante 5 minutos o hasta que actúe la señal de indicación STOP OPERATION, momento en el que se procederá a su reconexión a la red.	
<b>SOFTWARE CONTROL DE ACCESOS</b>	
Inicialización de programa de Configuración y acceso a propiedades del sistema de concentradora correspondiente	
Comprobación de la correcta inicialización de la pantalla del sistema	
Comprobación de la correcta inicialización del monitor de accesos	
Comprobación de la activación de los mensajes de alarma cuando se fuerza una puerta equipada con contactos magnéticos	
Comprobación de la apertura de las puertas al activar el pulsador de apertura, y comprobación de los mensajes en el puesto de control	
Comprobación de mensajes de alarma en caso de no cerrarse la puerta	
Comprobación de mensaje de tamper activado	
Comprobación de lectura de tarjeta y de presentación de mensaje en monitor de accesos	
Comprobación de funcionamiento de teclado, probando secuencias donde se compruebe el funcionamiento de todas las teclas del teclado	
<b>PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN</b>	
Inicialización de programa de Configuración y acceso a propiedades del sistema de los SCADAs correspondiente	
Comprobación de la correcta inicialización de la pantalla del sistema	

Se revisarán los parámetros más influyentes en el desarrollo de la gestión de Subsistemas: Claves de acceso. Aceptación de alarmas. Inhibición o enmascaramiento por grupos creados de zonas. Grupos horarios. Actuación de secuencias programadas y telemandos.	
Modificación del software como resultado de errores detectados	
Generación y/o actualización del documento de historia del proyecto	
Actualización de versión, si esta está disponible	
Comprobación de tipología de mensajes de alarma	
Revisión del control de configuración	
Realización de copia de backup de la Base de datos	
Comprobación de Hardware, PLC's y Entradas	
Comprobación de SCADA	
Comprobación de correcto funcionamiento de equipo de A/A	
Se procederá a la revisión del estado de la Base de Datos de la aplicación, especialmente en lo que respecta a la coherencia de	
Provocar caída de la plataforma principal y comprobar el correcto funcionamiento en la plataforma de back-up	
Comprobación de funcionamiento de teclado, probando secuencias donde se compruebe el funcionamiento de todas las teclas del teclado	

Tabla 17: Rutinas de mantenimiento Centralización

#### 10.1.4.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PCC

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
COMPROBACIÓN DE PROTECCIONES	
Inspección visual y limpieza	
Verificación de la toma de tierra	
Verificación del conexionado de bornas y apriete de tornillos	
Verificación funcionamiento del SAI	

Tabla 18: Rutinas de mantenimiento Sistema de Alimentación Eléctrica - PCC

## **10.1.5. MEDIOS MATERIALES Y HUMANOS**

### **10.1.5.1. MEDIOS MATERIALES**

#### **Pequeño material de mantenimiento**

Se incluye en este epígrafe aquel material empleado en las labores diarias cuyo valor y difícil cuantificación hacen poco práctico establecer un seguimiento de su utilización y consumo por tareas. Se cita como ejemplo la cinta aislante, pequeña tornillería, etc. Correrá por cuenta Metro de Quito este pequeño material de mantenimiento empleado en las labores diarias.

#### **Útiles y Herramientas**

Se dispondrán de los medios auxiliares, debidamente homologados, necesarios para la atención del Servicio de Mantenimiento en cualquier punto de las Instalaciones objeto del presente Pliego: Escaleras, Grúas, Elevadores, etc.

De la misma forma, para la correcta toma de datos, se dispondrá de instrumental de medida correctamente calibrado.

Cada uno de los sistemas implantados objeto del presente documento requerirán la utilización de herramientas y equipos de medida específicos, pudiéndose distinguir entre:

- Útiles mecánico-frigorista
- Útiles de fontanería
- Útiles de carpintería
- Útiles técnico-electrónico
- Útiles electricista
- Útiles de mantenimiento general

A continuación, se relaciona la dotación mínima de tipos de equipos e instrumentos de control que se dispondrán:

- Analizador de Redes.
- Megger.
- Medidor de Impedancias.
- Medidor de Armónicos.
- Medidor de Aislamientos Eléctricos
- Herramienta Aislada Eléctricamente (mínimo hasta 1000 V).
- Telurómetro o Medidor de Tierras.

- Ecómetro.
- Osciloscopio.
- Polímetro Digital.
- Medidor Digital de Gases.
- Anemómetro Digital.
- Pinza Amperimétrica.
- Densímetro.
- Luxómetro.
- Termómetro de Precisión.
- Cámara Termográfica.
- Manómetro.
- Báscula de Pesaje.
- Equipo de Soldadura.
- Amoladora.
- Taladro / Percutor.
- Martillo Neumático.
- Cortador de Tubos.
- Herramienta Curvar Tubos.
- Terraaja Portátil de 10 piezas.
- Pistola tipo "Hilti".
- Medidores Láser.
- Analizador de Líneas de Comunicaciones.

#### 10.1.5.2. MEDIOS HUMANOS

Se dispondrá del personal necesario para la realización de la totalidad de trabajos tanto de Mantenimiento Preventivo, como de Mantenimiento Correctivo en los tiempos considerados en la presente oferta. A tal efecto se tendrá dimensionada la plantilla de forma que pueda atender simultáneamente Mantenimiento Preventivo y Mantenimientos Correctivos.

Para satisfacer los cometidos que le son confiados, se dispondrá de personal propio fijo en plantilla y de personal subcontratado a tiempo completo o en dedicación bajo demanda, suficiente y especializado en éste tipo de trabajos.

Para las incidencias del mantenimiento se establecerá un procedimiento de mantenimiento basado en niveles de mantenimiento.

El primer nivel será atendido por los oficiales de 1ª con conocimientos electromecánicos que se encargarán del mantenimiento preventivo y correctivo.

El segundo nivel será atendido directamente por un experto en las diferentes tecnologías o sistemas. Los técnicos del segundo nivel se encargarán de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que por su complejidad quedasen fuera del alcance del mantenimiento de primer nivel.

Como coordinador desde Telefónica Ecuador se designará un Ingeniero de mantenimiento.

Ante una incidencia detectada por el servicio de mantenimiento o transmitida por personal de Metro de Quito intervendrá el primer nivel de mantenimiento; en el caso en que fuese necesario lo escalaría al Ingeniero de mantenimiento que dirigiría la resolución bien a través del segundo nivel o empleando medios externos.

## **10.2. COMUNICACIONES**

### **10.2.1. FIBRA ÓPTICA**

#### **10.2.1.1. OBJETIVO**

Establecer un procedimiento que permita la aplicación o activación del soporte técnico en los niveles de servicio definidos para la solución implementada por parte del Proveedor, así como la aplicabilidad de sanciones por el incumplimiento de los niveles de soporte.

#### **10.2.1.2. PROCEDIMIENTO**

Las siguientes actividades se ejecutarán de manera secuencial, por los responsables de cada actividad, conforme se presenten anomalías, defectos, mal funcionamiento o cualquier desperfecto en los diferentes componentes de la solución implementada por el Proveedor.

El procedimiento que se describe es aplicable a:

- Durante 12 meses.
- Todos los días de la semana.
- 24 horas al día.

Se consideran dos casos para la aplicación del soporte técnico:

### 10.2.1.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES Y SU IMPACTO EN LA OPERACIÓN DE LA RED

Dentro de este punto se considerarán los siguientes riesgos y su impacto en la operación de la red.

Se clasificarán los riesgos en naturales y no naturales.

#### 10.2.1.3.1. RIESGOS NATURALES

Se considerarán los siguientes riesgos naturales:

1. Terremotos
2. Inundaciones
3. Deslizamientos de tierra
4. Erupciones Volcánicas
5. Incendios

Para todos estos puntos las acciones de recuperación de los procesos y servicios críticos aplicadas a cada uno de ellos serán las mismas dado que se son eventos que salen del control de las personas.

#### 10.2.1.3.2. RIESGOS NO NATURALES

Se considerarán los siguientes riesgos no naturales:

1. Apertura de nuevas vías o construcción de intercambiadores subterráneos
2. Obras de Agua Potable y Alcantarillado
3. Movimientos de Tierras en general
4. Delincuencia Común
5. Vandalismo
6. Atentados

Para estos puntos y dependiendo de la magnitud de los mismos se definirán las acciones de recuperación de los procesos y servicios críticos para solventar el inconveniente en el menor tiempo para causar el menor impacto posible en la operación de la red.

#### *10.2.1.4. Definición de acciones de recuperación y responsabilidades*

Se deberá coordinar con las entidades gubernamentales encargadas de las obras para evitar cortes. Para precautelar la integridad de la fibra existe una cuadrilla de mantenimiento preventivo la cual notificará inmediatamente la presencia de maquinaria.

En cada uno de estos casos el personal que actuaría sería la Cuadrilla de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Emergencias según se encuentra establecido, además se tendrá en cuenta el nivel de escalamiento a establecerse.

#### *10.2.1.5. MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS*

Se cumplirán las siguientes actividades:

- a) Recorrido permanente a cada enlace de los sistemas entre estaciones METRO QUITO y dentro de las estaciones METRO QUITO.
- b) Mediciones semestrales de la atenuación óptica de las fibras que no están en servicio (fibras oscuras), con OTDR y emisor de potencia óptica, y comparación de dichas mediciones con los datos históricos de la instalación y los inmediatos anteriores.
- c) Mediciones semestrales de la atenuación óptica de las fibras operacionales (fibras iluminadas), con OTDR y emisor de potencia óptica, y comparación de dichas mediciones con los datos históricos de la instalación y los inmediatos anteriores.
- d) Mediciones semestrales de la potencia reflejada en los puertos ópticos de los ODFs.
- e) Inspecciones y mantenimiento de la integridad de los cables, mangas de empalme y soportes, así como los efectos de la corrosión en el túnel, cámaras y cárcamos de los cables subterráneos.
- f) Revisión de los sellados de las tuberías de cables, conductos, y subductos en la zona urbana.
- g) Inspección de los ODF's, bastidores, organización del cableado, cables de interconexión (Pigtails),  
limpieza de conectores y transiciones.
- h) Mantenimiento de los cables de interiores en las estructuras de ingreso y soporte en las instalaciones de Planta Interna.

i) Mantenimiento de la obra civil

1. Vigilancia permanente de las obras civiles construidas.

2. Mantenimiento de monolitos y retiro de escombros.

3. Mantenimiento de los adosamientos en puentes, revisión y restauración de conexiones de los ductos en las cámaras y recubrimientos en concreto.

j) Detección y seguimiento de trabajos externos próximos sobre las obras civiles de la red que afecten o puedan afectar el tendido de fibra.

k) Inspección de ruta, cámaras (tramos urbanos y rurales) y sótanos.

l) Mantenimiento de infraestructura aérea dentro del túnel.

m) Mantenimiento de la canalización construida cumpliendo las normas de calidad SSA (señalización, seguridad, higiene y procedimientos constructivos). Se incluye revisión de escalerillas, ductos, subductos, tapones, eliminación de obstrucciones, etc.

Para los siguientes casos se considerarán las acciones que se detallan a continuación:

1. Delincuencia Común

2. Vandalismo

3. Atentados

En estos casos es difícil prever actos de delincuencia común, pero para evitar cortes la cuadrilla de mantenimiento preventivo informará la presencia de personal sospechoso de ser encontrados durante los recorridos de mantenimiento preventivo programados.

#### 10.2.1.6. MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

El Mantenimiento Correctivo en sitio corresponde a las intervenciones para la normalización de la red en caso de daño o rotura de la fibra óptica fuera de visitas Preventivas. El objetivo fundamental en este caso, es la restauración del servicio afectado en el tiempo establecido.

##### 10.2.1.6.1. PLAN DE ATENCIÓN DE CORTES DE FIBRA

Con el fin de solucionar en forma rápida y efectiva, cualquier interrupción en el servicio de la RED causado por el corte de las fibras, provocado por daños en el cable, debidos a cualquier causa, se aplicará un plan de atención de cortes, utilizando todos los recursos disponibles a lo largo de la red, cumpliendo las siguientes actividades:

1. Detección de la falla/corte.

2. Localización del enlace afectado.

3. Localización del sitio del daño.

4. Preparación del cable.

5. Elaboración de empalmes y pruebas de fibras iluminadas y no iluminadas afectadas
6. Solución de la falla.

#### 10.2.1.6.2. TIEMPOS DE REPARACIÓN

RED TRONCAL ENTRE ESTACIONES	6 horas	Corte de Fibra en sistemas tipo anillo sin afectación.
ESTACIONES INTERNAS	4 horas	Corte de Fibra en sistemas tipo punto- punto con afectación.

Tabla 19: Tiempos de Reparación de Fibra Óptica

Al presentarse daños en el enlace, en cualquier parte de la infraestructura de la red, aéreo, canalización, cables, etc., que afecten o interrumpan el servicio; TELEFÓNICA ECUADOR restituirá el servicio antes de 6 HORAS (En la red troncal de fibra entre las estaciones MATRO QUITO), 4 HORAS (En tendidos internos en estaciones METRO QUITO) debido a que no poseen redundancia, contadas a partir del momento de aviso de falla detectado por el centro de gestión o por el centro de monitoreo de fibra de TELEFÓNICA ECUADOR – METRO QUITO.

En caso de presentarse fallas en un área donde por hechos tales como desastres naturales, alteración del orden público y los tipificados como fuerza mayor o caso fortuito, que impidan el paso de las cuadrillas de mantenimiento, éstas se ubicarán en el sitio más cercana, máximo dentro de las siguientes 2 HORAS al reporte de la falla y comunicará a METRO QUITO en forma inmediata de esta situación. Una vez que se garantice la situación de normalidad, se procederá a la ejecución de los trabajos de corrección.

#### **10.2.1.7. GENERACIÓN DE INFORMES DE INCIDENCIAS Y MANTENIMIENTOS**

Cada evento de atención sea por mantenimiento correctivo planificado o emergente deberá ser respaldado por su respectivo informe, bajo los formatos que METRO QUITO disponga para el efecto.

Adicionalmente deberá entregarse informes mensuales resumidos de los eventos atendidos con la información de los tiempos de respuesta, los mismos que serán validados por METRO QUITO.

Se considerará que se entregó el reporte una vez que se tenga confirmación de METRO QUITO de la recepción del mismo, esta confirmación deberá ser dada por el personal a cargo designada por METRO QUITO.

#### **10.2.1.8. RESPONSABILIDADES Y ACCIONES DEL PERSONAL OPERATIVO**

Se detallan a continuación las responsabilidades para el caso de problemas a nivel físico que afecten a la red de datos.

Como se indica en el documento la notificación del problema será realizada por personal de METRO QUITO como se detalla:

Personal técnico de METRO QUITO realizará la revisión inicial del problema presentado, si no se solucionare el problema con esta revisión, se procederá a realizar la notificación a los contactos autorizados de TELEFÓNICA ECUADOR según los niveles de escalamiento establecidos en el mismo documento.

Esta revisión inicial deberá incluir descartar problemas eléctricos en la Estación o problemas de UPS en cada estación.

Una vez validados estos puntos se notificará a call center y primer nivel de soporte el cual realizará las coordinaciones respectivas y solventará el problema dentro de los tiempos de respuesta especificados de igual manera en este documento.

De no lograr solventar el problema en el soporte de primer nivel se realizará el escalamiento necesario a los soportes de segundo nivel tanto de fibra los cuales realizarán la revisión respectiva y se dará la solución definitiva al problema.

De no lograr solventar el problema en el soporte de primer nivel se realizará el escalamiento necesario a los demás niveles del escalamiento.

#### **10.2.1.9. RESPONSABILIDADES EN CASO DE PROBLEMAS DE FIBRA ÓPTICA**

Durante el mantenimiento, se establecen las siguientes responsabilidades:

- Disponer de todos los recursos de Dirección y Administración para cumplir con el adecuado funcionamiento operativo de la red, contando con:

- Recurso humano óptimo (personal idóneo, capacitado y experimentado),
- Recurso técnico (instrumentos y herramientas de precisión),
- Apoyo logístico (medios de transporte)
- Stock de materiales disponibles.
- Servicio de vigilancia en bodegas y oficinas.
- Medios de comunicación: teléfonos fijos y celulares, fax, radios, e-mail, etc.
- Cumplir con la relación laboral, seguros, alojamiento, alimentación y transporte del personal a su cargo, que forme parte del equipo de mantenimiento, además de las prestaciones sociales establecidas por la ley ecuatoriana.
- Cumplir con las Normas establecidas de: Seguridad Industrial, Municipales, Viales, Ambientales, etc.
- Informar de todos los eventos a la Jefatura de Fibra Óptica, de acuerdo al proceso establecido.
- Atender y solucionar oportunamente todas las fallas que surjan del desperfecto de la red de fibra óptica, ya sean por fenómenos destructivos de la naturaleza, agentes externos o por acción de terceros.
- Restablecer los enlaces de fibra óptica en un tiempo máximo de 6 HORAS en la red entre estaciones y 4 HORAS dentro de estaciones. A excepción de casos de fuerza mayor o fortuito debidamente comprobados.
- Presentar informes técnicos, de cada reparación dentro de las 48 horas de solucionado el evento.
- Transportar el material al sitio de reparación y su correspondiente instalación.
- Supervisar y evaluar los eventos con controles de inicio y fin.
- Proporcionar un listado con los nombres y números telefónicos fijos y celulares del personal de Fibra Óptica, responsables del mantenimiento.
- METRO QUITO no tendrá, ni asumirá responsabilidad laboral con el personal de TELEFÓNICA ECUADOR, pero este personal estará bajo las normas disciplinarias y de buen comportamiento internas que utiliza METRO QUITO
- Evaluación mensual de las actividades y responsabilidades de TELEFÓNICA ECUADOR, el período de mantenimiento, designando funcionarios que actúen como fiscalizadores.

### **10.2.2. SISTEMA DE NETWORKING**

Los servicios propuestos cubren todos los parámetros necesarios para brindar una solución de comunicaciones seguras y protección sobre los equipos de comunicaciones del cliente. Proporcionando características de seguridad, disponibilidad y calidad de servicio con características de acceso garantizadas y provistas por la solución integral ofertada, según las necesidades especificadas por el cliente en los documentos establecidos y definidos en cada proceso de levantamiento de información y site survey realizado.

La ingeniería correspondiente al planeamiento y configuración debe ser realizada por el personal idóneo, certificado y experimentado que permita obtener el máximo retorno de la inversión, manteniendo a la vez la funcionalidad de las aplicaciones sin afectar la operación del negocio del cliente.

Las actividades específicas a realizar considerando el equipamiento son:

- Revisión de logs.
- Back up de configuraciones.
- Identificación y etiquetado de Cableado eléctrico y datos.
- Desmontaje de equipamiento.
- Limpieza de contactos internos.
- Limpieza de Ventiladores.
- Limpieza externa de equipos.
- Montaje de equipo en rack o base.
- Reconexión de cables.
- Encendido y pruebas de funcionamiento.

### **10.2.3. TELEFONÍA TETRA**

#### **10.2.3.1. SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TELEFONÍA TETRA**

El Servicio de Mantenimiento Preventivo de la Red TETRA de la Línea 1 del Metro de la ciudad de Quito, consistirá en una inspección periódica, durante los 2 primeros años de servicio de la línea, de los distintos elementos y equipos de los emplazamientos que la componen, para la realización del ajuste, comprobación, de los mismos y la verificación, de sus parámetros radioeléctricos, y características mecánicas, eléctricas, y de temporización, etc.

Todas las actuaciones de este servicio, quedarán anotadas dentro del libro de registro del servicio de mantenimiento preventivo, que servirá para: llevar el control de los números de serie, e inventario, historial y situación, de los equipos y componentes del sistema instalados en cada emplazamiento, y describirá: las acciones, problemas detectados y resultados obtenidos en aquellos equipos objeto del mantenimiento Sobre la periodicidad de los trabajos del Servicio de Mantenimiento Preventivo: se creará un calendario destinado a la regularización de dicho Servicio, en el que se establecerán las fechas y horarios en las que se prestarán dichos servicios de

mantenimiento preventivo anual, de común acuerdo con el responsable del servicio de la línea 1 de metro de Quito.

A continuación, se detalla la periodicidad mínima con la que se realizarán los mantenimientos preventivos:

- Las inspecciones correspondientes al mantenimiento preventivo de las Estaciones Base (RBS), se realizarán con una periodicidad mínima de 3 visitas/año.
- Las inspecciones correspondientes al mantenimiento preventivo de los Centro de Gestión de la Red TETRA (CGR), se llevarán a cabo con una periodicidad mínima de 2 veces/semana.

### 10.2.3.2. SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este servicio comprende la realización de las intervenciones necesarias para llevar a cabo el mantenimiento correctivo de los equipos y sistemas de la Red Tetra de la Línea 1 del Metro de Quito.

Dichas intervenciones tendrán por objeto:

1. La localización de cualquier avería, que provoque la caída de la Red Tetra o su malfuncionamiento.
2. La reposición inmediata del servicio afectado, con reparación "in situ", o sustitución si es preciso, de los módulos o equipos averiados por un repuesto o equipo equivalente.
3. Reposición del servicio afectado mediante una solución provisional, (en el supuesto de que para la solución definitiva fuera necesario el traslado de los módulos o equipos averiados, por no poder realizarse "in situ", o repararse en el tiempo programado para su reparación).
4. Reparación de todos los defectos que se detecten, aunque no produzcan avería.
5. Ejecución de las pruebas y medidas necesarias tras la reparación y/o sustitución de los equipos objeto de la intervención correctiva, encaminadas a la comprobación del funcionamiento de los mismos y de la parte de la Red Tetra afectada.
6. Aviso en caso necesario a otros contratistas de las necesidades de su actuación.
7. Cierre de la incidencia.

#### 10.2.3.2.1. Niveles del Servicio de Mantenimiento Correctivo

Con el objeto de adecuar los medios a la envergadura de cada avería o incidencia del sistema, se distinguirán los siguientes de niveles de atención:

Averías de Nivel 1: Serán consideradas como Averías de Nivel 1, todas aquellas que provoquen una caída general de la Red del Sistema de Comunicaciones Tetra, que impida el establecimiento de comunicaciones en la Red de la línea.

### 10.2.3.3. Plan de Mantenimiento Telefonía Tetra

Este nivel se activará cuando concurren una o varias de las siguientes circunstancias:

- Fallo en el Centro de Conmutación que cause una degradación o pérdida del servicio.
- Fallo en cualquiera de las Estaciones Base instaladas en ese momento, que ocasione la pérdida de conexión con el Centro de Conmutación, aunque proporcione servicio en Site

Trunking.

Averías de Nivel 2: Serán consideradas Averías de Nivel 2, aquellos fallos o incidencias menores del sistema, y cuya repercusión en el funcionamiento normal del mismo no afecten al establecimiento de las comunicaciones en la Red y por lo tanto no requieran atención inmediata.

Este nivel se activará cuando concurren una o varias de las siguientes circunstancias:

- Fallo total de una portadora, en una Estación Base dotada de varias BR's.
- Incidencia parcial sin interrupción del servicio, (p.e., fallos en módulos redundantes de los equipos del centro de conmutación, etc...).
- Fallos externos al propio sistema, pero que pueden llegar a provocar fallos de cualquier nivel que no podrían ser recuperados sin atención de servicios externos (p. e. Alimentación y enlaces con el Centro de Conmutación, etc...)

#### 10.2.3.3.1. Periodo de atención

El servicio de mantenimiento correctivo, es un servicio permanente 24 x 7, por lo que para la prestación de este servicio se dispondrá de los recursos humanos, técnicos y materiales en cuantía suficiente para su correcta prestación.

Procedimientos de actuación:

1. Los responsables técnicos avisarán por teléfono al servicio de mantenimiento de la incidencia en el Sistema, describiendo la misma con el mayor grado de detalle posible.
2. El personal técnico dará el Soporte telefónico necesario a los responsables técnicos del Cliente, encaminados a la resolución de la incidencia.
3. El personal técnico intentará la resolución en remoto de la incidencia o caída del sistema.
4. En el supuesto de que la incidencia o caída de la Red no se pueda solucionar ni telefónicamente, ni en remoto, el personal técnico se personará en las instalaciones en los plazos estipulados en la cláusula de "Plazos máximos de actuación para las intervenciones correctivas in situ", que comenzarán a correr desde la comunicación por teléfono del Aviso de malfuncionamiento o caída de la Red.

Plazos máximos de actuación para las intervenciones correctivas in situ:

#### **Averías de Nivel 1.**

El tiempo de respuesta para la intervención in situ del personal técnico en el emplazamiento afectado desde la comunicación de la incidencia será: de 2,5 horas en horario laboral y de 3 horas fuera de dicho horario.

#### **Averías de Nivel 2**

El personal técnico se presentará en el emplazamiento afectado a primera hora de la jornada laboral del día posterior al de la comunicación del aviso.

### **10.3. SISTEMA DE CONTROL DE ESTACIONES**

El Sistema de Control de Estaciones (SCE) integra la supervisión y mando de un conjunto de instalaciones, quedando el control de la estación centralizado. Este sistema, engloba el sistema de supervisión y control del conjunto de instalaciones electromecánicas de la estación, a la vez que realiza las funciones de presentación y correlación de actuación con otros Sistemas.

Engloba el sistema de supervisión y control del conjunto de instalaciones electromecánicas de la estación (escaleras mecánicas, ascensores, cancelas, ventilación, instalaciones de bombeo, salidas de emergencia, zonas de presurización de las salidas de emergencia de túnel), a la vez que realiza las funciones de presentación y correlación de actuación con otros Sistemas, fundamentalmente (CCTV, Megafonía e Interfonía)

El Sistema de Control de Estación (SCE) está basado en un paquete SCADA comercial y que soporta las actuaciones sobre Instalaciones de cada estación y al Mantenimiento de las mismas. Este paquete de SCADA es una „suite“ de aplicaciones software orientada al control y supervisión de instalaciones de seguridad, en la que es necesaria tanto la gestión de automatismos, como la supervisión 24 horas de los sistemas instalados, y la tramitación de las alarmas recibidas.

El alcance de nuestra propuesta de mantenimiento incluye el mantenimiento, revisión y control en cuanto a prestaciones, por parte de Telefónica Ecuador en función de las rutinas que se exponen en este documento, del sistema de Control de Estaciones, incluyendo el hardware en lo referente a PLCs y elementos adicionales necesarios para dicho funcionamiento.

El SCE centralizará los datos de todos los Subsistemas integrados en una base de datos de tiempo real con el fin de servir de interface normalizado para las aplicaciones de gestión de mantenimiento y guardará un histórico centralizado de todos los eventos operativos significativos: órdenes, cambios de estado, cambios de programación, alarmas, causas de fuera de servicio, etc.

La base de datos del Puesto Central del SCE dispondrá de interfaces normalizados para permitir la exportación de información significativa para el mantenimiento de los Subsistemas, tanto para la información en tiempo real como para la información histórica.

Para la exportación de información en tiempo real dispondrá de canales de mensajería (HTML, XML, u otros formatos –ASCII– fácilmente configurables) a los que se puedan suscribir las aplicaciones de Gestión del Mantenimiento.

Para la exportación de información histórica dispondrá de interfaces estandarizados de base de datos (ODBC, SQL, ...)

### 10.3.1. PARÁMETROS Y SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Tiempo de Atención	Período que transcurre desde la detección del problema hasta que se realiza un registro y diagnóstico del incidente. Durante éste período se deberá gestionar los procesos de control pertinentes que permitan dictaminar que la incidencia mostrada posee indicios de veracidad y no se debe a una información errónea ni a un falso diagnóstico.
Tiempo de Resolución	Periodo de tiempo utilizado para reparar el fallo o encontrar una solución temporal al mismo y devolver el sistema a la situación anterior a la interrupción del servicio. En este periodo no son contabilizados los tiempos consumidos sobre la actuación demandada por la necesidad de gestionar actuaciones de terceros o bien repuestos que por su naturaleza o complejidad no sea posible disponer de ellos. Cuando se detecte esta necesidad, se solicitará una “parada de reloj” a través del procedimiento que Metro de Quito decida. Metro de Quito ha de autorizar la “parada de reloj”. El tiempo de parada será el tiempo transcurrido desde ese momento hasta que se consiga el Servicio requerido y solicite “arrancar” de nuevo el reloj.

Tabla 20: Parámetro de Supervisión y Control – SCE

### 10.3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PERIODICIDADES DEL MANTENIMIENTO

Por su potencia y criticidad del Servicio que soportan, se definen los siguientes tipos, en función de las periodicidades mínimas de mantenimiento que han de recibir los diferentes Sistemas:

Mensual	M
Trimestral	T
Semestral	S
Anual	A

Tabla 21: Periodicidad de Mantenimiento - SCE

En función de la criticidad de los Servicios que soportan, las periodicidades serán tipificadas según las necesidades que correspondan. Dicha tipificación será realizada, y cuando sea oportuno modificada, exclusivamente previo acuerdo con el personal responsable del cliente.

### 10.3.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SCE

La finalidad primordial del Servicio de Mantenimiento, será:

- Asegurar la marcha continua y eficaz de los Sistemas de PCI y SCE de la Línea 1 del Metro de Quito en las mejores condiciones de seguridad y economía, durante las 24 horas del día todos los días del año, evitando situaciones que pueda detener su funcionamiento.
- Procurar el mejor estado de conservación de todas las partes y elementos que forman las instalaciones.
- Garantizar la correcta ejecución de los trabajos que Metro de Quito solicite a Telefónica Ecuador sobre la Línea 1 del Metro de Quito, cualquiera que sea la naturaleza de estos.
- Solucionar cualquier incidencia detectada en el menor período de tiempo posible, conservando los niveles de calidad y seguridad establecidos.
- Minimizar los costes de explotación.

### 10.3.4. RUTINAS DE MANTENIMIENTO SCE

#### 10.3.4.1. SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS E INTRUSIÓN

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
CONTROLADORA DE CCAA	
Se procederá al chequeo de las conexiones y elementos de	
Se verificará la correcta disposición del microinterruptor de direccionamiento.	
Se provocarán el 100% de las alarmas locales.	
Se comprobará localmente el funcionamiento autónomo	
Se inspeccionará el aspecto exterior del panel, comprobándose que el equipo no ha sufrido golpes.	
Se procederá al chequeo de las indicaciones presentadas en los elementos de señalización.	
Se comprobará el estado de cableado y conexionado.	
Se verificará el estado de los elementos mecánicos de cierre asociados al acceso (cerradero eléctrico, muelle cierrapuertas, etc.).	
Se retirará la acumulación de impurezas o polvo en el armario	
Se procederá a la limpieza exterior del panel.	

Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>CENTRAL DE INTRUSIÓN</b>	
Se procederá al chequeo de las conexiones y elementos de	
Se comprobará la correcta comunicación con los multiplexores.	
Se verificará la fecha y hora del equipo.	
Se provocará la activación del 100% de las alarmas, mediante cortocircuito, así como mediante la apertura de las líneas, comprobando: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Señalización diferenciada en el display.</li> <li>b) Comunicación del evento en el Centro de Control.</li> <li>c) Activación de relés, si procede.</li> </ul>	
Se revisarán los parámetros más influyentes en el desarrollo de la gestión de Subsistemas: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Claves de acceso.</li> <li>b) Aceptación de alarmas.</li> <li>c) Inhibición o enmascaramiento por grupos creados de zonas.</li> <li>d) Prueba de "Andado" o "Chime".</li> <li>e) Parametrización de zonas y salidas de alarma. (Quedará bajo custodia del Centro de Control un listado con los datos de programación de cada posición de memoria de la Central, así como de lo que representan y los posibles valores que pueden tomar).</li> </ul>	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>LECTOR</b>	
Se inspeccionará el aspecto exterior del lector, corroborándose que el equipo no haya sufrido golpes.	
Se procederá al chequeo de las indicaciones presentadas en los	
Se comprobará el estado del tamper y del cableado y conexionado.	
Se comprobará el dispositivo de los elementos antisabotaje que, en su caso, incorporen los equipos.	

Se comprobará el estado de los elementos mecánicos de cierre del acceso (cerradero eléctrico, muelle cierrapuertas...), asociado a los lectores, procediéndose al ajuste de éstos si, sin ningún tipo de acción favorecedora, no operan correctamente.	
Se realizarán las siguientes pruebas funcionales: a) Concesión de acceso de una tarjeta validada b) Denegación de acceso de una tarjeta no validada c) Se comprobará el funcionamiento en esclusa, no permitiéndose la apertura de una de las puertas hasta que la otra no se encuentre correctamente cerrada.	
Se procederá a la limpieza exterior del equipo.	
Se verificará el anclaje y fijación a soporte o pared	
Se limpiará la ventana del display	
Se verificará que la tensión de alimentación, se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>DISPOSITIVO DE CIERRE</b>	
Se comprobará el accionamiento de las cerraduras.	
Se comprobará la sujeción a puerta	
Se engrasará	
Se comprobará la tensión de la fuente de alimentación	
<b>MUELLE CIERRAPUERTAS</b>	
Se comprobará la sujeción del muelle cierrapuertas	
Se comprobará el accionamiento del muelle cierrapuertas	
Se comprobará el reglaje de velocidad y fuerza de cierre	
Se engrasará el muelle cierrapuertas	
<b>PULSADOR DE APERTURA DE PUERTA</b>	
Se verificará el funcionamiento de pulsador de apertura de puerta	
Se comprobará la conexión de pulsadores	
<b>CONTACTO MAGNÉTICO</b>	
Se procederá a la realización de pruebas funcionales que ratifiquen su	
Se comprobará la distancia máxima entre contactos en los que éstos permanezcan cerrados.	

Se procederá a la revisión del estado de fijación de los sensores.	
<b>DETECTOR VOLUMÉTRICO</b>	
Se procederá al chequeo de las indicaciones presentadas en los elementos de señalización.	
Se realizarán pruebas funcionales por las zonas de paso obligado, comprobándose su correcta detección. Se procederá a reorientar el equipo en caso contrario.	
Se comprobará que no se hayan añadido obstáculos físicos que dificulten su detección.	
Se verificará que la tensión de alimentación, se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>PULSADOR DE ATRACO</b>	
Se procederá a realizar pruebas funcionales de todos los pulsadores comprobándose la recepción de dichos eventos en la Consola de Control y que las acciones posteriores llevadas a cabo por los Sistemas de Centralización y Circuito Cerrado de TV son correctas	
Se verificarán las conexiones	
<b>DETECTORES IR PASIVOS</b>	
Se realizarán pruebas funcionales por las zonas de paso obligado, comprobándose su correcta detección. Se procederá a reorientar el equipo en caso contrario.	
Se comprobará que no se hayan añadido obstáculos físicos que dificulten su detección.	
Se verificará que la tensión de alimentación, se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>SIRENA</b>	
Se verificará que el sonido sea claro y constante.	

Tabla 22: Rutinas de mantenimiento Sistema de Control de Accesos e Intrusión

### 10.3.4.2. SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN PERIMETRAL

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>DETECTOR IR EXTERIOR</b>	
Inspección visual del estado de la carcasa exterior y soporte	
Inspección visual de la lente por acumulación de suciedad o rotura	
Limpieza de la lente con gamuza evitando rayar la superficie de la lente	
Inspección visual del interior del equipo para comprobar la existencia de agua en el interior y comprobación de conexiones de las bornas	
Comprobación de detección, colocar el switch "test mode" en la posición ON, cruzar la zona de detección y comprobar la detección observando el LED de la parte trasera	
Revisión visual de limpieza hierbajos en zona de detección	
Alineación vertical del detector, comprobar que la parte superior de la ventana de detección se encuentra a una altura de entre 1,5 y 2,5 m sobre tierra al final de la zona de detección	
Alineación horizontal del detector, alinear el detector en la dirección de la zona a proteger, comprobar que en la dirección de detección no se encuentran obstáculos que movidos por el viento puedan generar falsas alarmas	
Comprobación de que los switches se encuentran en la posición correcta	
Comprobación de switch ATD en posición ON	
<b>CONCENTRADOR DE ALARMAS</b>	
Se retirará la acumulación de impurezas o polvo en el armario	
Se verificarán las conexiones	
Se comprobará localmente el funcionamiento	
Se comprobarán las alimentaciones (leds)	
Se revisará el estado de batería	
Se comprobará la temperatura interior armario	
<b>CONVERSOR DE MEDIO</b>	
Inspección visual de los subchasis por acumulación de polvo y humedad	
Comprobación de las conexiones de los equipos de fibra	

Tabla 23: Rutinas de mantenimiento Sistema de Control Perimetral

### 10.3.4.3. SUBSISTEMA DE CCTV

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>CÁMARA Y ÓPTICA</b>	
Se procederá a la inspección visual en un monitor del Centro de Control, de modo que tanto el campo visualizado como la nitidez ofrecida en la imagen son correctos.	
Se comprobará el correcto estado del sistema autoiris de la lente, mediante cambios de la iluminación de la imagen visualizada. En cámaras fijas, se procederá a su comprobación manual.	
Si la óptica fuera motorizada, se comprobará el funcionamiento del zoom y foco a través de su actuación en uno de uno de los monitores del Centro de Control. Se comprobará que los cambios se producen de forma gradual, sin interrupciones ni brusquedades.	
Se procederá a la inspección visual del conjunto Cámara-Óptica, verificando el correcto anclaje y acoplo de estas últimas, así como de los conectores de alimentación, autoiris y señal de vídeo.	
Se limpiará la óptica	
Se verificará el enfoque	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
<b>CARCASA</b>	
Se procederá a la comprobación visual del estado de la carcasa.	
Se procederá a la limpieza superficial, del exterior de la carcasa, con un producto no abrasivo.	
Se comprobará la estanqueidad de la carcasa.	
<b>SOPORTE</b>	
Se procederá a su inspección visual, comprobándose que no presente residuos de óxido y esté correctamente fijado a la superficie de contacto.	
<b>DOMO</b>	
Se procederá a la inspección visual en un monitor del Centro de Control, de modo que tanto el campo visualizado como la nitidez ofrecida en la imagen son correctos.	

Se comprobará el funcionamiento del zoom y foco a través de su actuación en uno de los monitores del Centro de Control. Se comprobará que los cambios se producen de forma gradual, sin interrupciones ni brusquedades.	
Se verificarán las velocidades de desplazamiento tanto en horizontal como en vertical.	
Se realizará una comprobación electrónica de preposicionado	
Se procederá a la limpieza superficial, con un producto no abrasivo, del exterior de la carcasa del domo.	
Se procederá a la inspección visual del conjunto Cámara-Óptica-Posicionador-Carcasa, verificando el correcto anclaje y acoplo de estas últimas, así como de los conectores de alimentación, telemetría y señal de vídeo.	
Se verificará el desgaste de los equipos mecánicos	
Se procederá al ajuste de la distancia focal, con el zoom en su máximo valor de este parámetro.	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
Se limpiarán la cámara, óptica y carcasa (lado interior)	
Se engrasarán las partes móviles	
Se ajustarán los finales de carrera	
Se comprobará el estado del soporte	
Se comprobará la estanqueidad de la carcasa.	
<b>CONCENTRADOR DE VÍDEO</b>	
Se inspeccionará visualmente el anclaje de todos los elementos al Rack. Se procederá al chequeo de las conexiones de cableado, módulos y elementos de señalización.	
Se verificará que el indicador luminoso de presencia de suministro eléctrico se encuentra activado. Se comprobará que la tensión suministrada es 220 VAC.	
Se verificará el correcto acoplo de los siguientes conectores: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conector del Bus de Datos.</li> <li>- Conector de alimentación.</li> <li>- Conector de entradas y salidas de alarma.</li> <li>- Conectores de todas las entradas de Vídeo.</li> </ul>	

Se verificará la funcionalidad del equipo	
Se realizará un corte de suministro eléctrico, para comprobar que todos los parámetros programados permanecen inalterables tras el restablecimiento del citado suministro.	
Se procederá a la limpieza del polvo acumulado en los equipos, de forma que las rendijas de aireación queden disponibles para tal fin.	
<b>TRASMISOR / RECEPTOR DE FIBRA ÓPTICA</b>	
Inspección visual de conexionado	
Comprobación de nitidez de la imagen en su recepción en el Centro de Control, con ajuste si procede	
Verificación del parpadeo de leds cuando comunica	
Comprobación de niveles correctos de alimentación en bornas	
Limpieza del equipo	
<b>SISTEMAS DE GRABACIÓN</b>	
Se procederá a la comprobación de los conectores y señalizaciones	
Se procederá a la grabación en las distintas configuraciones de grabación normalmente utilizadas. Posteriormente, se procederá al análisis de la reproducción de las imágenes grabadas a distintas velocidades, realizándose además paradas de las imágenes grabadas.	
Se medirá el nivel de señal de entrada de video compuesto (sólo para DVRs)	
Se procederá a la grabación de un simulacro de alarma, comprobándose la interacción del videograbador con el Sistema de Centralización de Alarmas, el paso a grabación normal, así como del tiempo que permanece en este estado.	
Se actuarán todas las secuencias programadas comprobándose que estas actúan conforme a dicha programación.	
Se revisarán y limpiarán los ficheros de eventos	
Se revisará el funcionamiento de discos	
Se comprobará la temperatura de procesadores	
Se verificarán los textos programados, así como su aparición en el lugar de la imagen preestablecido.	

Se comprobará que no existen elementos dispuestos sobre los equipos, que impidan su correcta aireación.	
Se comprobarán los parámetros programados en el videograbador, así como la fecha y hora, reajustándose si procediera.	
Se comprobará el conexionado entre los diferentes elementos.	
Se limpiará el equipo	
Se comprobará las tensiones de entrada y de red	
<b>MEGAFONÍA</b>	
Se revisarán las conexiones y estados de módulos	
Se verificarán los micrófonos, altavoces y Amplificadores de Potencia.	
Se comprobará la operativa y funcionamiento de programación	
Se realizará una limpieza exterior	
Se comprobará la alimentación	
Se medirá el nivel de ruido interno (interferencia)	
<b>TECLADOS DE CONTROL</b>	
Se comprobarán las funciones a cámara: up, down, foco, zoom	
Se comprobará la sensibilidad de joystick	
Se comprobará la respuesta a programa	
Se realizará una limpieza general	

Tabla 24: Rutinas de mantenimiento Sistema de CCTV

#### 10.3.4.4. INTERFONIA

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>INTERFONO</b>	
Comprobación de correcta alimentación	
Comprobación de correcta ventilación ¿se encuentra tapado por algo?	
Verificación del estado del cable de conexión.	
Verificación de sujeciones.	
Verificación de funcionalidad	

Ajuste de niveles de señal	
Limpieza del equipo	
Si no parpadea la luz de "mute", indicación de no conexión a la red.	
Verificación de que la pantalla LED funciona correctamente.	
Actualización de la versión de firmware (si existe alguna más actual).	
Comprobación de que una llamada a la extensión central es correcta.	
Verificación del estado auricular.	
Comprobación de reinicio correcto del terminal.	
<b>CENTRAL DE INTERFONÍA</b>	
Comprobación del teclado	
Comprobación de la calidad de sonido	
Comprobación de la señal de las estaciones secundarias	
Verificación de la tensión de alimentación y conectores	
Estado del micrófono	
Limpieza general	

Tabla 25: Rutinas de mantenimiento Sistema de Interfonía

### 10.3.4.5. CENTRALIZACIÓN

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
<b>SERVIDOR</b>	
Mantenimiento software según fabricante	
Revisión Log Servidores	
Revisión estado servicios ofrecidos	
Comprobación de mensajes de alerta en Display frontal	
Revisión de alerta de fallos en discos Duros	
Actualizaciones de Software disponibles S.O.	
Actualizaciones Software servicios	
Des- fragmentación discos	
Revisión espacio en disco	
Revisión altas/ bajas usuarios	
Indicación de alertas hardware	
Comprobación de alertas de limpieza de unidades de backup.	
Comprobación de alertas de uso de fuentes de alimentación	
Etiquetado exterior correcto	
Correcta indicación de sus interfaces y bocas de red usadas	
Revisión del estado de los cables de conexión	
Verificación de que la versión de Firmware (BIOS) es correcta.	
Verificación de correcta ventilación: ¿Despejadas las entradas / salidas de aire?	
Limpieza interior	
Comprobación de correcta alimentación, ¿se encuentran conectados a enchufes de SAI?	
Verificación de Sujeción estable	
Limpieza de ficheros temporales	
<b>PUESTO DE OPERADOR</b>	
Se realizará un chequeo del estado de ocupación de Disco Duro, de la Memoria y del rendimiento de la CPU.	
Se realizará un chequeo de los procesos ejecutados en background.	

Se realizará una limpieza de los ficheros temporales, utilizados por las aplicaciones, que no hayan sido borrados correctamente y estén ocupando recursos en las unidades de almacenamiento.	
Se comprobará el aspecto exterior de la CPU, pantalla, teclado y ratón.	
Se comprobará el conexionado entre los diferentes elementos.	
Se verificará la fecha y hora del equipo.	
Se realizará un apagado escalonado del sistema y su posterior puesta	
Autochequeo que realiza la CPU.	
Se realizarán los backups no efectuados	
Se revisará la correcta comunicación con los multiplexores o Centrales	
Se comprobará el funcionamiento de la gestión de alarmas, visualización en pantalla, registro en impresora y almacenamiento en Disco Duro.	
Se procederá a la revisión de la Memoria RAM y estado del Disco Duro a través del programa "Scandisk" incluido en el Sistema	
Se procederá al almacenamiento en almacenamiento externo de los ficheros históricos, y de otros en caso de modificaciones de datos de	
Se procederá a la limpieza del teclado y ratón, así como el ventilador	
Se verificará cada tecla del teclado	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	
Se procederá a la revisión del estado de la Base de Datos de la aplicación, especialmente en lo que respecta a la coherencia de la misma.	
Se realizará el mantenimiento del software específico: comprobación	
Se realizará el mantenimiento del software específico: comprobación	
<b>PUESTO DE ACREDITACIONES</b>	
Mantenimiento Software de acreditaciones: comprobación de	
Mantenimiento Software de acreditaciones: comprobación de	
Mantenimiento software según fabricante	
Limpieza de ficheros temporales	
Comprobación y limpieza de ventilador de CPU	
Limpieza completa de impresoras de sublimación con el kit de limpieza	

Comprobación de funcionamiento de impresora tras limpieza	
Comprobación de funcionamiento de cámaras digitales	
<b>IMPRESORA</b>	
Se comprobará su aspecto exterior, así como que todos sus indicadores luminosos funcionan correctamente.	
Se comprobará el estado de la cinta/tóner de la impresora, realizando varias impresiones de prueba. Proceder al cambio de la cinta/tóner si las pruebas no son satisfactorias	
Se comprobará la suavidad de los desplazamientos de las partes móviles y si es necesario, se procederá a la limpieza del rodillo, del cabezal y de las barras de desplazamiento.	
Se efectuará una limpieza general.	
<b>MONITOR DE ORDENADOR</b>	
Se comprobará su aspecto exterior, así como que todos sus indicadores funcionan correctamente.	
Se comprobará el estado de los conectores así como la calidad de color, definición, brillo y contraste procediéndose a su ajuste.	
Se procederá a su limpieza exterior.	
<b>MONITOR CCTV</b>	
Se procederá a realizar una inspección visual del aspecto exterior del monitor.	
Se comprobarán los niveles de calidad de señal	
Se procederá a la verificación y ajuste de los sincronismos verticales y horizontales si se precisara.	
Se verificará la correcta fijación de los conectores de alimentación y señal de vídeo (conector BNC), así como que el cableado de los mismos se encuentra en perfecto estado, libre de presiones por el mobiliario existente y que éste discurre sin retorcimientos ni cocas así como de una forma lineal sin ángulos cerrados.	
Se comprobará que no existen elementos dispuestos sobre los equipos, que impidan su correcta aireación.	
Se verificará que la tensión de alimentación se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el equipo.	

Se procederá a la limpieza del polvo acumulado en los equipos, de forma que las rendijas de aireación queden disponibles para tal fin.	
Se procederá a la limpieza exterior con un producto no abrasivo.	
Se verificará el soporte	
SAI	
Se procederá al chequeo de las conexiones y elementos de control de	
Se comprobarán los indicadores ópticos y acústicos.	
Se procederá a realizar la siguiente prueba funcional: Cuando el nivel de carga de las baterías se haya situado al máximo habitual del equipo, se procederá a la desconexión de la entrada de red del SAI, manteniéndolo en este estado durante 5 minutos o hasta que actúe la señal de indicación STOP OPERATION, momento en el que se procederá a su reconexión a la red.	
<b>SOFTWARE CONTROL DE ACCESOS</b>	
Inicialización de programa de Configuración y acceso a propiedades del sistema de concentradora correspondiente	
Comprobación de la correcta inicialización de la pantalla del sistema	
Comprobación de la correcta inicialización del monitor de accesos	
Comprobación de la activación de los mensajes de alarma cuando se fuerza una puerta equipada con contactos magnéticos	
Comprobación de la apertura de las puertas al activar el pulsador de apertura, y comprobación de los mensajes en el puesto de control	
Comprobación de mensajes de alarma en caso de no cerrarse la puerta en un tiempo predeterminado	
Comprobación de mensaje de tamper activado	
Comprobación de lectura de tarjeta y de presentación de mensaje en monitor de accesos	
Comprobación de funcionamiento de teclado, probando secuencias donde se compruebe el funcionamiento de todas las teclas del teclado	
<b>PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN</b>	

Inicialización de programa de Configuración y acceso a propiedades del sistema de SCADA correspondiente	
Comprobación de la correcta inicialización de la pantalla del sistema	
Se revisarán los parámetros más influyentes en el desarrollo de la gestión de Subsistemas: Claves de acceso. Aceptación de alarmas. Inhibición o enmascaramiento por grupos creados de zonas. Grupos horarios. Actuación de secuencias programadas y telemandos.	
Modificación del software como resultado de errores detectados	
Generación y/o actualización del documento de historia del proyecto	
Actualización de versión, si esta está disponible	
Comprobación de tipología de mensajes de alarma	
Revisión del control de configuración	
Realización de copia de backup de la Base de datos	
Comprobación de Hardware, PLC´s y Entradas	
Comprobación de SCADA	
Comprobación de correcto funcionamiento de equipo de A/A	
Se procederá a la revisión del estado de la Base de Datos de la aplicación, especialmente en lo que respecta a la coherencia de la misma.	
Provocar caída de la plataforma principal y comprobar el correcto funcionamiento en la plataforma de back-up	
Comprobación de funcionamiento de teclado, probando secuencias donde se compruebe el funcionamiento de todas las teclas del teclado	

Tabla 26: Rutinas de mantenimiento Centralización - PCL

#### 10.3.4.6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN ESTACIÓN

OPERACIONES A REALIZAR	PERIODICIDAD
COMPROBACIÓN DE PROTECCIONES	
Inspección visual y limpieza	
Verificación de la toma de tierra	
Verificación del conexionado de bornas y apriete de tornillos	
Verificación funcionamiento del SAI	

Tabla 27: Rutinas de mantenimiento Sistema de Alimentación Eléctrica - Estaciones

DOCUMENTO DE TRABAJO

## 11. MEDIOS HUMANOS A EMPLEAR EN EL MANTENIMIENTO

La calidad exigida del mantenimiento sólo puede asegurarse mediante un personal que haya recibido una buena formación, por lo cual se da una gran importancia a su selección y perfeccionamiento a través de la formación.

Los especialistas responsables de aspectos técnicos necesitan, además de unos conocimientos especializados, también la pertinente experiencia en vehículos ferroviarios, mientras que como personal auxiliar especializado se recurre a personas con una sólida formación profesional como maestros industriales mecánicos, eléctricos o bien electrónicos.

En tal caso, el resto de formación antes de iniciar el período de mantenimiento debe abarcar todas las áreas de mantenimiento y seguridad en el trabajo así como los reglamentos internos vigentes. También los empleados nuevos contratados deben recibir posteriormente la correspondiente formación.

La dirección es responsabilidad del director de mantenimiento, el cual será elegido de manera especial para el proyecto con el fin de garantizar la conducción mejor posible desde el punto de vista profesional del mantenimiento.

El director administrativo y comercial, el director de calidad, seguridad y salud ocupacional y los ingenieros responsables de los sistemas le respaldarán en cuestiones técnicas y administrativas.

El personal de mantenimiento estará compuesto por personal especializado y personal auxiliar.

### Personal especializado

Como requisitos básicos deberán poder demostrar conocimientos especializados de su ramo profesional y contar con las siguientes cualificaciones:

- Maestro industrial mecánico
- Maestro industrial eléctrico
- Maestro industrial electrónico

Por otro lado, en el ajuste se evaluará una posible capacitación para la dirección de personal (jefe de turno o bien empleado especializado con funciones de responsable).

Personal auxiliar

Se espera una justificación de actitudes técnicas y personales aun cuando no se disponga de cualificación profesional.

Con carácter general, se exige que el personal presente se distinga por un altísimo sentido de la responsabilidad.

Todos ellos deben presentar un certificado médico en que se atestigüe su buen estado de salud.

#### **11.1. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO**

Tanto el personal especializado como el personal auxiliar seguirán, antes de incorporarse al servicio, un programa de formación en que le serán transmitidos los conocimientos especiales necesarios para el servicio de mantenimiento con el fin de que puedan lograr la calidad exigida en los trabajos realizados. La formación afectará a todas las instalaciones y equipos de los vehículos, así como del equipamiento de las cocheras y abarcará temas de seguridad e higiene en el trabajo y de protección medioambiental:

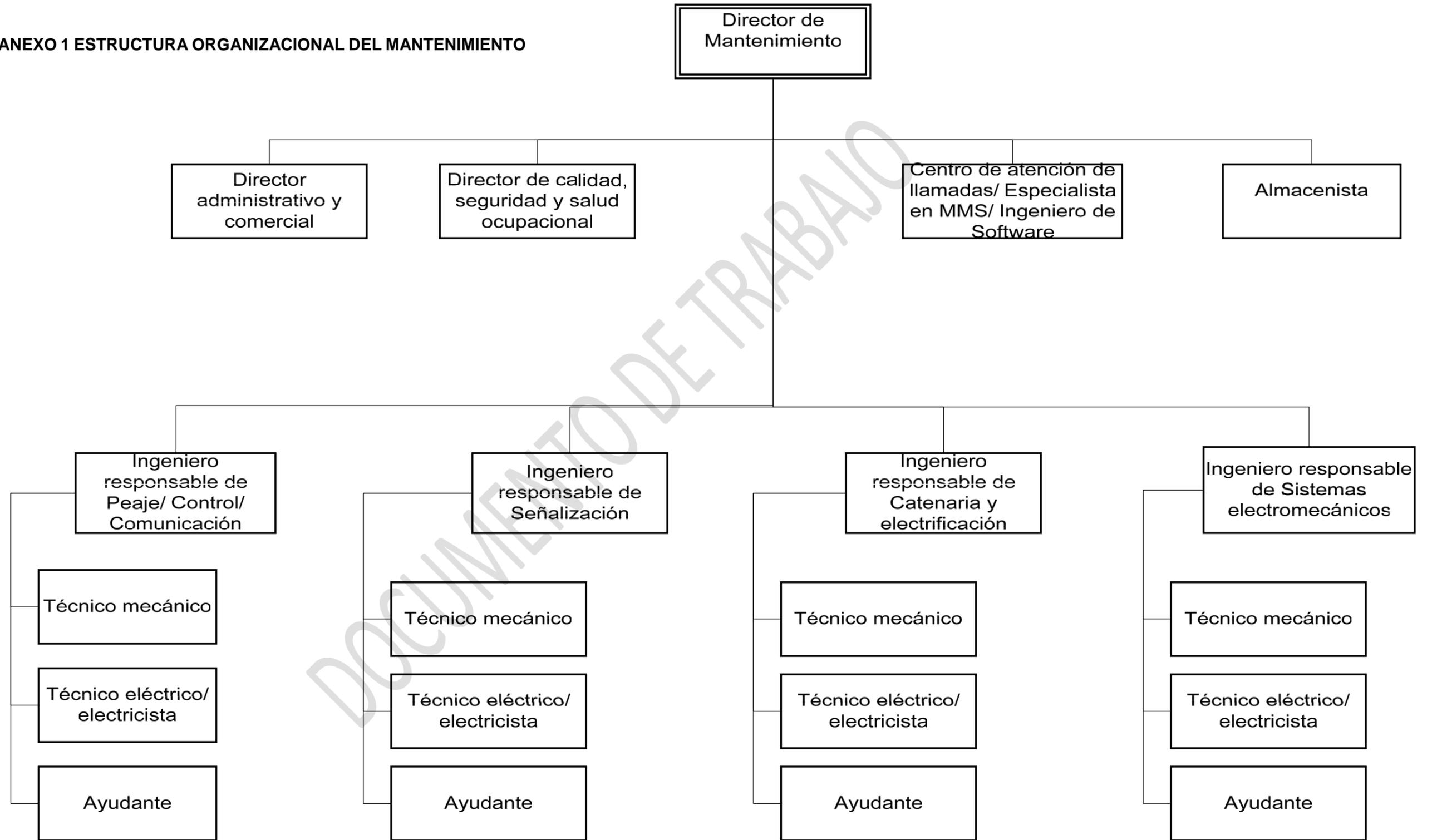
- Conocimientos técnicos de las instalaciones existentes
- Trabajos de mantenimiento preventivo
- Localización/resolución de averías
- Manejo del equipamiento instalado en las cocheras
- Seguridad y salud en el recinto de trabajo

- Primeros auxilios
- Manejo de sustancias nocivas y su evacuación
- Formación especial para el servicio de guardia
- Trabajos en tensión

La función de formación está dentro del ámbito de responsabilidades del Director de Mantenimiento. Éste se asegurará de que imparte cursos adicionales para los empleados nuevos contratados y, si es preciso, para repetir los cursos de formación que estime necesarios si constata la existencia de déficits en algunos aspectos.

DOCUMENTO DE TRABAJO

ANEXO 1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO



DOCUMENTO DE TRABAJO