



## PLAN DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO  
DE QUITO

Quito, mayo 2020

METRO

## Contenido

1.	Alcances y propósitos.....	4
2.	Programa de mantenimiento.....	4
2.1.	Introducción.....	4
2.2.	Objeto del Plan de Mantenimiento y periodo considerado .....	4
2.3.	Base de Mantenimiento de Vías .....	5
2.4.	Medios previstos.....	6
2.4.1.	Vehículos de Vía .....	6
2.4.1.1.	Características.....	6
2.4.1.2.	Mantenimiento de los vehículos.....	7
2.4.2.	Vehículos de Carretera.....	7
2.4.3.	Repuestos .....	8
2.4.4.	Herramientas y Máquinas Herramientas.....	8
2.4.4.1.	Máquinas Herramientas.....	8
2.4.4.2.	Herramientas de mano .....	9
2.4.4.3.	Control de las Herramientas y la Maquinaria.....	9
2.4.4.4.	Elementos de medida .....	9
2.4.5.	Sistema de comunicaciones .....	10
3.	Documentación del mantenimiento.....	10
3.1.	Mantenimiento Preventivo .....	11
3.2.	Mantenimiento Predictivo.....	11
3.3.	Mantenimiento Correctivo.....	12
3.3.1.	R G. 00. Revisión general de vías y aparatos.....	12
3.3.2.	RP.00. Revisiones particulares de vías y aparatos.....	13
4.	Programación del mantenimiento preventivo .....	13
4.1.	Programación anual.....	13
4.2.	Programación mensual.....	13
5.	Ejecución del mantenimiento .....	14
5.1.	Mantenimiento preventivo.....	14
5.2.	Mantenimiento Preventivo Programado.....	14
5.3.	Mantenimiento Preventivo según Estado.....	15
5.4.	Predictivo RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) .....	17
5.5.	Mantenimiento Correctivo.....	19
5.6.	Mantenimiento Correctivo derivado del Preventivo .....	19

5.7.	Mantenimiento correctivo derivado del funcionamiento anómalo de las instalaciones durante la explotación comercial de la línea.....	20
5.7.1.	Detección de la incidencia.....	20
5.7.2.	Localización de la incidencia.....	20
5.7.3.	Análisis y diagnóstico de la incidencia.....	20
5.7.4.	Resolución de la incidencia.....	21
5.8.	Mantenimiento correctivo derivado de vigilancia.....	22
5.8.1.	Detección de la incidencia.....	22
5.8.2.	Localización de la incidencia.....	22
5.8.3.	Análisis y diagnóstico de la incidencia.....	22
5.8.4.	Resolución de la incidencia.....	23
5.9.	Mantenimiento Mejorativo.....	23
5.10.	Mantenimiento Productivo Total.....	23
6.	Esquema simplificado de actuación ante incidencias.....	23
6.1.	Comunicación de la incidencia. Orden de Reparación.....	23
6.2.	Parte de Incidencias.....	24
7.	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	28

DOCUMENTO DE TRABAJO

## 1. Alcances y propósitos

Este documento define el Plan de Mantenimiento referido a la Infraestructura de la Primera Línea del Metro de Quito, en el cual se incluye la revisión de túneles, carril, alineación de vía, sistemas de sujeción, aparatos de vía, traviesas /placa de hormigón (según el tipo de vía), etc.

## 2. Programa de mantenimiento

### 2.1. Introducción

A efectos de garantizar la calidad del servicio a los usuarios de la PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO, son indispensables las acciones de mantenimiento sobre las instalaciones a fin de preservar su integridad mediante trabajos preventivos sistemáticos y disponer de la capacidad de restablecer los servicios en tiempos razonablemente mínimos en caso de incidencia.

Alcanzar estos objetivos en base a costos de mantenimiento admisibles requiere la aplicación de un sistema de mantenimiento eficaz, enriquecido con el aporte de los medios técnicos actualmente disponibles.

El área de Mantenimiento debe considerarse de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en el sector del transporte. De un buen Mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones y equipos, sino que, además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son la gestión del ciclo de vida de las instalaciones, para no aumentar significativamente los presupuestos destinados a mantenerlas.

Esperar que se produzca una avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias de la calidad, etc.), y por ello se debe plantear el llevar a cabo procesos de predicción y prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento para la preservación de los diferentes sistemas con sofisticados controles y supervisión sistemática que garanticen las más altas cuotas de calidad en el servicio público de transporte necesarios para EPMMQ, es decir, el METRO de Quito.

### 2.2. Objeto del Plan de Mantenimiento y periodo considerado

El objeto del Plan de Mantenimiento es obtener la máxima disponibilidad y fiabilidad de Vías, Aparatos de vía, en base a la realización sistemática de trabajos preventivos y la resolución efectiva de las incidencias que pudieran presentarse, con el fin de mantener las condiciones de servicio establecidas, según el diseño de los equipos y lograr el alcance de vida útil de los mismos.

Son por lo tanto objetivos del Plan los siguientes:

- Preservar la integridad de las instalaciones, prolongando su vida útil.
- Preservar la vía y aparatos, evitando alcanzar los límites de actuación inmediata de intervención.

- Realizar las respectivas tareas con un adecuado grado de seguridad de personal operativo que interviene.
- Disminución de los costos de Mantenimiento.

Se establecerán, por lo tanto, los siguientes conceptos:

- Estructura de la organización operativa y de gestión.
- Medios necesarios y su administración.
- Clasificación y descripción de las actividades a realizar con su periodicidad de inspección.
- Medición de las unidades a efectuar.
- Programación de trabajos y el sistema de seguimiento de su cumplimiento.
- Atención de incidencias.
- Gestión de repuestos.
- Indicadores que permitan evaluar la efectividad del Programa de Mantenimiento.
- Evaluación de riesgos específicos de Seguridad y Salud Laboral, propios de la actividad de mantenimiento de catenaria.
- 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 periodo de mantenimiento a considerar debe coincidir con la culminación de las obras de construcción

### **2.3. Base de Mantenimiento de Vías**

La jornada de trabajo para el personal que realice el mantenimiento será en horario compatible con la interrupción del servicio de trenes.

En caso el caso de incidencia, necesidades derivadas de asegurar la circulación de trenes, solicitud de los agentes responsables de METRO u órdenes impartidas por la Jefatura de Mantenimiento del Contratista, la jornada se extenderá realizando horas suplementarias en días normales o festivos.

El supervisor será responsable, de acuerdo a la programación de trabajos semanal existente, de organizar las tareas diarias a realizar por el personal a su cargo y del cumplimiento del programa anual de mantenimiento.

Para la realización de los trabajos, será responsable de gestionar coordinadamente con otros servicios, los bloqueos de vía y cortes de tensión (si fuesen necesarios), así como adoptar y observar el cumplimiento de todas las medidas de seguridad reglamentadas para trabajos en vía, con o sin corte de tensión.

Al final de la jornada el Supervisor de Vías efectuará y enviará a la Jefatura de Mantenimiento el parte de trabajos, indicando los trabajos realizados, las personas que intervienen, medios y materiales utilizados, así como los horarios de bloqueo, corte de vía y de tensión (si fuese necesario) y presencia del personal, incluyendo las horas propias.

Con relación al Stock de repuestos, controlará la existencia de los materiales necesarios tanto para la realización de los trabajos normales como para la atención de cualquier incidencia, comunicando a la Jefatura de Mantenimiento las necesidades de reposición con la suficiente antelación que permita mantener las existencias mínimas de repuestos definidos.

Si fuera necesario deberá impartir al personal a su cargo las instrucciones técnicas para la correcta realización de los trabajos, observando el cumplimiento de las mismas y corrigiendo los errores que se pudieran producir antes de la puesta en servicio de las zonas intervenidas.

Es responsable ante la Jefatura de Mantenimiento de la verificación de todos los trabajos realizados por el personal a su cargo.

Deberá controlar el cumplimiento de los programas de mantenimiento de la maquinaria de vía, y el buen estado de las máquinas herramientas, herramientas de mano, elementos de seguridad personales y colectivos, comunicando las posibles deficiencias a la Jefatura de Mantenimiento para efectuar las reparaciones o reposiciones que fueran procedentes.

En el caso de atención a incidencias, accidentes laborales o cuando se le solicite elaborará los informes detallados del desarrollo de los acontecimientos o estado de la vía.

## **2.4. Medios previstos**

### **2.4.1. Vehículos de Vía**

#### **2.4.1.1. Características**

Tanto para la ejecución de los trabajos preventivos como correctivos se dispondrá de los medios mecánicos adecuados.

Se dispondrá de los vehículos de vía:

- Tractor ferroviario
- Carro Plano o remolque, equipado con grúa
- Vehículo bimodal o bivial carril y camino que incluye un compartimento situado detrás del puesto de conducción, para el almacenamiento de los equipos de revisión de la vía, con capacidad para proporcionar, como mínimo los siguientes servicios:
  - Castillete hidráulico de altura y desplazamiento lateral regulable, con capacidad para 5 personas, permitirá el acceso según necesidades en altura, aparte a temas de catenaria como los equipos montados en poste y al cable sustentador.
  - Capacidad para el traslado en habitáculo cerrado de 7 personas.
  - Capacidad para el acopio ordenado en estanterías de los repuestos necesarios para el mantenimiento, así como la información técnica requerida.
  - Alcanzará los 90 km/h en condiciones de total seguridad.

- Dispondrá de los elementos necesarios para remolcar una plataforma o carro plano
- Dispondrá de cesta para trabajos en elementos instalados a 11 m., de altura y a 5 m., del eje de la vía.
- Compresor auxiliar para el accionamiento de llaves neumáticas y grupo electrógeno 220 V, 5 kW para alimentación a máquinas herramientas e iluminación emergencia.
- Estará equipado con transceptor apto para la comunicación con el gabinete de circulación y todos los elementos de seguridad requeridos.
- El suministrador garantizará la inmediata asistencia para cualquier reparación necesaria, así como el suministro de repuestos en el mercado nacional y la sustitución del vehículo descrito.
- Vehículo de medición automática de los parámetros geométricos de la vía y de la catenaria con transmisión de datos.
- Máquina Re perfiladora de rieles
- Equipo autopropulsado medidor de trocha, alabeo, peralte, desgastes, posición de andenes etc.

#### **2.4.1.2. Mantenimiento de los vehículos**

Se confeccionará, teniendo en cuenta las instrucciones del suministrador de los equipos, un Plan de Mantenimiento preventivo con alcance diario, semanal y mensual.

El conductor de cada vehículo efectuará un registro escrito de las revisiones o intervención realizadas, dejando constancia de los trabajos realizados, materiales empleados, personas que intervienen y fecha, tanto si se produce o no aporte de materiales, siendo responsabilidad del Supervisor coordinar la ejecución del Plan de Mantenimiento de la Maquinaria.

La Jefatura de Mantenimiento del Contratista, apoyados en sus supervisores (Vías y Catenaria) verificará mensualmente el cumplimiento del programa de conservación de la maquinaria pesada destinada a la realización de su cometido.

#### **2.4.2. Vehículos de Carretera**

Los desplazamientos de personal y medios que deban realizarse por carreteras con objeto de realizar inspecciones o atender incidencias, serán mediante vehículos del tipo todo terreno.

La dotación prevista es la siguiente:

1. Un vehículo a disposición del responsable de EPMMQ
2. Un vehículo para el desplazamiento de la Jefatura de Mantenimiento del Contratista.
3. Dos vehículos para el desplazamiento de los Supervisores y personal de Talleres.

La aportación de los vehículos se garantiza en perfecto estado de conservación, así como la inmediata sustitución de cualquiera de los vehículos relacionados en caso de desperfecto.

### **2.4.3. Repuestos**

Se realizará la gestión necesaria para la aportación de todos los repuestos necesarios para el mantenimiento de las instalaciones tanto preventivo como correctivo.

Tanto las entradas como salidas de materiales serán registradas en un parte entrada o salida en el momento en el que se produzcan, a efectos de emisión de un informe de movimientos y existencia mensual que permitirá gestionar las necesarias reposiciones.

Para esta finalidad se utilizarán programas informáticos específicos que sobre la base de stock mínimos establecidos para cada elemento y los movimientos de material que se produzcan, permitan la emisión automática de la orden de compra correspondiente.

### **2.4.4. Herramientas y Máquinas Herramientas**

El Taller se equipará con todas las herramientas y maquinaria necesaria para la realización de trabajos preventivos y correctivos.

#### **2.4.4.1. Máquinas Herramientas**

La dotación de máquinas herramientas para Taller se determina por la disposición de las necesarias para atender en caso de rotura disponer siempre de una unidad alternativa de iguales o similares características.

Con carácter no excluyente se indica a continuación las máquinas herramientas

- Dos Medidores de desgaste vertical y lateral del riel.
- Juego de plantillas, con regla para control de desgaste de aguja y contraguías.
- Regla tocha para aparatos de vía (cota de seguridad).
- Equipo de control de defectos mediante ultrasonido.
- Dos cortadoras de riel.
- Dos perforadoras de riel.
- Equipos para soldadura y corte oxi-acetilénicos.
- Dos grupos electrógenos de 5 kW, 220 V 50 Hz.
- Dos esmeriladoras de riel (cabeza, superficie y lateral).
- Curvadora hidráulica horizontal de riel.
- Un equipo de dos tensores hidráulicos de riel.
- Dos tirafonderas motorizadas hidráulicas con par de apriete; manuales (clavadoras).
- Pórtico con tecla para sustitución de riel.
- Maquinas corta mazarotas (para retirar excedente de soldadura).
- Equipos de aplicación soldadura aluminotérmica de riel.



- Equipo de soldadura de recargue de carril y elementos de aparatos (corazón, etc.).
- Seis tenazas manuales para sustitución de riel.
- Dos gatas para riel.
- Dos gatos de realce.
- Prensa de conformación de agujas.
- Palancas extractoras para desmontajes de sujeciones elásticas IBAV o especiales.
- Varios juegos de Bridas provisionales para unir rieles.
- Lainas (filler).
- Reglas de verificación de soldaduras.
- Plantillas manuales de prueba de 4 y 10 mm; de entrecalles, de desgastes.

#### **2.4.4.2. Herramientas de mano**

La herramienta de mano será la de uso habitual en los trabajos de vía, dotando de un juego de herramientas a cada especialista, tanto específicas como complementarias.

#### **2.4.4.3. Control de las Herramientas y la Maquinaria**

El control de las herramientas y maquinaria se efectuará mensualmente mediante inventario contrastado con las listas de existencias.

Cada Supervisor será responsable de mantener en perfecto estado de conservación y uso la herramienta y maquinaria, enviando mensualmente a la Jefatura de Mantenimiento los inventarios actualizados.

La Jefatura de Mantenimiento será la responsable de gestionar con toda celeridad la reposición de los elementos deteriorados o faltantes.

#### **2.4.4.4. Elementos de medida**

Se dispondrá de los elementos de medida necesarios para realizar los trabajos:

- Un tornillo micrométrico para medición de espesores.
- Dos llaves dinamométricas 20-40 N.m.
- Una llave dinamométrica 40-120 N.m.
- Un dinamómetro 3.500 DN.
- Dos calibres pie de rey.
- Dos multímetros digitales.
- Flexómetros calibrados y homologados, que servirán de referencia.
- Reglas calibradas y homologadas que servirán de referencia.

Los elementos de medida se encontrarán identificados y calibrados según plan de calibración contando con sus correspondientes etiquetas de identificación, certificados e historiales actualizados. Todo elemento de medida defectuoso deberá identificarse y

separarse inmediatamente del resto de instrumentos en uso, poniéndolos inmediatamente a reparación y control de trazabilidad.

#### **2.4.5. Sistema de comunicaciones**

Las necesarias comunicaciones que deban realizarse tanto para la atención de incidencias como para la coordinación de cortes de personal en el mantenimiento preventivo y correctivo, se efectuarán mediante la disposición de equipos de telefonía móvil.

- Se dispondrá un teléfono a cada agente operativo.
- Como sistema redundante para casos de emergencia, se dispondrá en taller y vehículos de vía, un equipo receptor-transmisor portátil que permita comunicar con el Gabinete de Circulación.
- Se dispondrá en Taller de tres puntos de red a efectos de permitir la comunicación mediante línea telefónica de las unidades informáticas locales con el Telemando, Puesto de Mando, responsables de METRO. a través del sistema integrado de gestión de Proyecto.

### **3. Documentación del mantenimiento**

La documentación relativa al mantenimiento se encontrará a disposición del personal responsable de EPMMQ en la Jefatura de Mantenimiento del Contratista, con carácter no excluyente, particularizando en Vías y Aparatos será la siguiente:

- Planos de descripción de elementos, montaje y especificaciones técnicas de la Vía y Aparatos instalados en la Líneas además de talleres y enlaces.
- Planos en planta de la superestructura de la Línea, Enlaces y Talleres actualizados.
- Esquemas actualizados.
- Certificados de calidad de los materiales incorporados en el Montaje y el Mantenimiento.
- Plan de Mantenimiento anual; trimestral y mensual de Vía.
- Informe mensual de seguimiento de trabajos realizados.
- Informe mensual de incidencias producidas.
- Informe trimestral sobre el estado de la vía y aparatos, además de medios materiales.
- Informe de resultados de auscultación estática, semestral previo a la dinámica según programa de trabajos preventivos.
- Listado de existencia de materiales actualizado mensualmente.
- Plan de calibración de elementos de medida.
- Historiales de calibración de elementos de medida.
- Historiales de calibración de los elementos de medida actualizados.
- Plan de mantenimiento de la maquinaria.
- Registros mensuales de mantenimiento realizado a la maquinaria de vía.

- Inventario de herramientas y maquinaria, actualizado mensualmente.
- Partes de trabajo diario.
- Partes de incidencias.
- No conformidades y acciones correctoras.

### **3.1. Mantenimiento Preventivo**

Los trabajos preventivos a desarrollar en un período de tiempo determinado, definiendo fecha de inicio y duración, constituyen el programa de trabajos.

A efectos de organizar la mencionada programación de forma acorde con la ejecución de trabajos preventivos es necesaria tanto su clasificación individual, para permitir su identificación y control, como su agrupamiento en conjuntos ejecutables simultáneamente.

Los trabajos agrupados serán compatibles con la periodicidad establecida para la inspección o comprobación de cada conjunto o equipo definido.

La carga de trabajo periódica que se asignará a cada centro tendrá el equilibrio necesario entre productividad y calidad, siendo este último concepto de fundamental importancia para la fiabilidad de este tipo de servicio.

Un Mantenimiento Preventivo completo debe estar orientado a la prevención de fallos técnicos en los sistemas, a través de cuatro áreas básicas:

- **Limpieza:** Los sistemas, piezas y máquinas limpias son más fáciles de mantener, operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.
- **Inspección:** Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. El personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.
- **Lubricación:** Un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas. La lubricación es la acción realizada por el lubricante.
- **Ajustes:** Es una consecuencia directa de la inspección, ya que es a través de ellos la detección de las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas.

### **3.2. Mantenimiento Predictivo.**

Pruebas que se realizan a los equipos con el propósito de conocer su estado actual y predecir posibles fallas que se podrían ocasionar. El resultado de este mantenimiento permite tomar acciones correctivas y/o preventivas para optimizar su funcionamiento. El Mantenimiento Predictivo se aplicará de forma sistemática a través de la herramienta de

monitorización. Esta monitorización permitirá emprender acciones de mantenimiento cuando los sistemas empiecen a deteriorarse antes de que lleguen a un fallo.

Los trabajos de mantenimiento tendrán que estar debidamente planificados para cumplir con los objetivos RAMS establecidos. Para facilitar la labor de planificación será necesario disponer de un sistema de gestión de mantenimiento.

El sistema de gestión de mantenimiento permitirá la programación de las órdenes de trabajo para realizar los preventivos, la recogida de medidas y datos, el registro de las actividades, la gestión de autorizaciones, el inventario de los objetos técnicos y sus características, la gestión de recambios y reparaciones, la gestión de avisos de predictivo, defectos y de correctivo.

### 3.3. Mantenimiento Correctivo

La gestión de comunicación de las averías o de fallos que afecten a la circulación de los trenes o instalaciones, que generen una alarma con el MMS, se realizará desde el Centro de Control Operativo (CCO).

El personal de operación introducirá en el sistema de gestión de mantenimiento las averías de las instalaciones o equipos detectadas durante el servicio en el sistema, para el inicio del proceso de resolución.

#### 3.3.1. R G. 00. Revisión general de vías y aparatos

Este grupo de tareas es el más significativo del mantenimiento previsto debido a la cantidad de elementos que incluye. Las inspecciones agrupadas se efectuarán una vez en el año sobre la Línea 1 del Metro de Quito.

Código Tarea	Equipo o Actividad
RG.01	PLACA DE HORMIGÓN BASE DE APOYO
RG.02	CARRILES
RG.03	SISTEMA SUJECIÓN (CDM) (FIJ DIRECTA)
RG.04	CAMBIO (AGUJAS- CONTRAGUJA)
RG.05	CRUZAMIENTOS (CORAZON, CONTRACARRILES)
RG.06	CARRILAJE INTERMEDIO
RG.07	TORNILLERIA Y SUJECIONES
RG.08	JUNTAS AISLANTES
RG.09	VERIFICACIÓN DRENAJES (VIA Y APARATOS)
RG.10	TRANSMISIÓN VIBRACIONES -20dB
RG.11	KILOMETRACIÓN Y SEÑALES COMPLETA FIJAS
RG.12	DISPOSITIVOS DE ABSORCIÓN DE ENERGÍAS

RG.13	CANALETAS DE CABLEADO
RG.14	PASEOS O PASILLOS ANDADORES

### **3.3.2. RP.00. Revisiones particulares de vías y aparatos**

No creemos necesario efectuar una revisión particular adicional, pues la Revisión General es completa y exhaustiva y además marcara revisiones semestrales, trimestrales y mensuales con cotas de calidad y cotas no revisables o de seguridad que darán junto con las auscultaciones dinámicas, veraz imagen de la situación real de la vía, aparatos y elementos complementarios.

## **4. Programación del mantenimiento preventivo**

### **4.1. Programación anual**

Teniendo en cuenta la situación climática, factores locales o particulares del entorno geográfico, se asigna cada tipo de inspección según su periodicidad y codificación anteriormente establecida, la fecha de realización y de duración en función de los rendimientos previsibles con los medios definidos.

Esta previsión de trabajos a realizar constituye el Programa de Trabajos Anual, que será elaborado por la Jefatura de Mantenimiento y aprobado por la administración del METRO para su aplicación.

Una vez aprobado, el programa será objeto del seguimiento periódico como se indica más adelante.

En caso de necesidad de modificación producida por factores eventuales, el mencionado programa será modificado, emitiendo la correspondiente revisión para su ejecución una vez aprobado nuevamente.

Las programaciones que se realicen cada año deberán efectuarse bajo la consideración de las posibles dificultades producidas en el anterior y su reducción o eliminación.

### **4.2. Programación mensual**

En función de la información contenida en el programa anual, tareas a realizar, su duración y su medición de unidades totales y parciales a realizar, se recogerá en un programa mensual las unidades a ejecutar cada mes al objeto de cumplir con la programación vigente.

Se incluye en la programación la totalidad de las unidades programadas, incluidas las no realizadas.

Se recoge en una última columna las unidades anuales realizadas y su porcentaje respecto del total previsto, dando orientación al cumplimiento de cada tarea.

## **5. Ejecución del mantenimiento**

### **5.1. Mantenimiento preventivo**

La finalidad del mantenimiento preventivo es evitar la aparición de fallos y conservar las instalaciones en las condiciones de fiabilidad y disponibilidad funcionales y de operación para las que fueron diseñadas y construidas, mediante intervenciones sucesivas y planificadas, la monitorización si es posible de las condiciones del entorno de los sistemas, la detección precoz de causas potenciales de fallo y de fallos ocultos en el sistema y los equipos.

Consistirá en realizar las mediciones, reparaciones y/o cambios de componentes o piezas en intervalos prefijados para reducir la posibilidad de fallo o la pérdida de rendimiento del equipo.

La estrategia de ejecución del mantenimiento se basará en la mejora continua. En consecuencia, las acciones de mantenimiento estarán basadas inicialmente en las recomendaciones de los fabricantes.

La capacidad del sistema informático de gestión, permitirá posteriormente analizar el comportamiento de los equipos en las condiciones específicas de demanda de la Vía y optimizar las acciones de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo deberá minimizar el desmontaje sistemático de los equipos, reduciendo al mínimo el número de repuestos requeridos.

Se analizará la evolución histórica del mantenimiento preventivo en el caso necesario. Para esto se planteará la realización de una base de datos informáticos con el histórico de las intervenciones y averías.

Se controlarán las características y parámetros a estudiar de cada uno de los equipos para interpretar el posible riesgo de fallo.

### **5.2. Mantenimiento Preventivo Programado**

El Mantenimiento Preventivo Programado evita que aquellos componentes, piezas u otros materiales de duración limitada, lleguen al final de su vida útil, eliminando la posibilidad de problemas evitables, así como conseguir que aquellos parámetros que son ajustables se mantengan dentro de las tolerancias permitidas.

Para conseguirlo en base al conocimiento de las instalaciones, su fiabilidad, estudios estadísticos y la experiencia acumulada, se planifican las actuaciones, inspecciones, medidas, ajustes, limpiezas y sustituciones necesarias, a realizar periódicamente en el tiempo, que detecten con antelación suficiente posibles fallos o averías.

Quincenalmente por motivos de programación con base Semanal se generará una programación de los trabajos de mantenimiento a realizar, esta programación se guardará en el sistema de seguimiento del mantenimiento.

Con ánimo de conseguir un histórico fiable también se introducirá en este sistema los trabajos de mantenimiento que ya han sido realizados.

Todas las solicitudes de los trabajos de mantenimiento se realizarán a través de una aplicación que permita gestionar las solicitudes de trabajos en las Líneas. La gestión de las solicitudes de trabajo mediante la aplicación, permitirá la sincronización de todas las empresas mantenedoras.

Previo a la realización de cualquier trabajo de mantenimiento, prueba, etc., se realizará una solicitud de dichos trabajos. Esta solicitud se realizará mediante la aplicación en vigor cumplimentando el formulario adjunto y respetando en todo momento el cumplimiento de las normas de uso del sistema y asegurando en todo momento la veracidad de la información plasmada.

### 5.3. Mantenimiento Preventivo según Estado

Independientemente del mantenimiento programado, se efectuará de forma mensual, sin des-energizar la Línea, ni utilizar herramientas o instrumentos en la mayor parte de casos.

Este mantenimiento consiste en inspecciones visuales y tiene la finalidad de revisar visualmente el estado exterior de los equipos, anotándose en una planilla los resultados de dicha inspección.

Las planillas tendrán una casilla por fase, tres para los equipos en las que se anotan las letras correspondientes al estado exterior del mismo, con el siguiente criterio:

PLANTILLAS DE INSPECCIÓN		
LETRA	SIGNIFICADO	ESTADO
G	Grave.- Significa un estado de avería del equipo mostrado en el exterior, que implicará una programación de mantenimiento correctivo.	Carril o riel roto o fisurado.  Chaquetas sueltas, levantadas o fuera de su normalidad.  Placa de hormigón base hundida o fisurada, provocando la falta de apoyo de un hilo de raíl causando alabeos, o en los dos hilos provocando fallos de nivelación apreciables.  Faltan más de 6 sujeciones en un aparato.  Que las agujas en su cara interior no activan, sufran roces de las ruedas.  Ausencia dispositiva de inmovilización y bloqueo.

PLANTILLAS DE INSPECCIÓN		
LETRA	SIGNIFICADO	ESTADO
L	Leve.- El daño es menor, avería menor que puede solucionarse cuando se efectúe el Mantenimiento Programado.	Carril con conchas, entalles o rayados. Falta alguna sujeción en aparatos. Existen acumulaciones de suciedad en resbaladeras. Los drenajes están sucios y provocan retenciones de agua. Canaletas con tapas movidas o mal colocadas. Inclinación en postes Km; Hm o complementarios.
S	Sin novedad.- Significa que el equipo está en buen estado, visto exteriormente, implica la ausencia de los casos antes señalados.	

La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de anomalía o avería y se fundamenta en elegir los parámetros representativos de la degradación en el tiempo de los componentes, acotar los valores entre los cuales deben estar los parámetros representativos elegidos, fuera de los cuales se puede considerar un riesgo de fallo, definir los aparatos de medida apropiados, procedimientos de medida y control de parámetros y la periodicidad correcta para realizar las mediciones y pruebas para captación de los parámetros y verificación de estado. El trabajo tiene carácter preventivo, pero también engloba al mantenimiento predictivo y en algunos casos al correctivo.

El mantenimiento preventivo sistemático se realizará generalmente con la Línea desenergizada, pero se aplicarán algunas técnicas que permitirán realizar trabajos sin necesidad de desenergizar la línea.

En el caso del servicio ferroviario, como su continuidad no puede ser interrumpida en las horas de servicio, estos trabajos se programan cuando los periodos de corte son mayores, es decir, en la banda de mantenimiento nocturna y, si fuera necesario en fin de semana, ya que este periodo la frecuencia de trenes normalmente se atenúa, pudiendo llegar la banda de mantenimiento a ampliarse y por tanto un corte superior al normal.

También existe la posibilidad si el trabajo es necesario y no se puede cortar tensión total, aprovechando la disposición de subestaciones, crear zonas que permiten que algunos equipos puedan ser desenergizados para trabajos de mantenimiento, sin que esto implique la interrupción del servicio eléctrico, pero que permitan el trabajo en vía, pero de todos modos requerirá de una coordinación con los responsables de operación.



#### **5.4. Predictivo RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)**

El mantenimiento centrado en Confiabilidad, o Reliability - Centre Maintenance (RCM) es un sistema de mantenimiento que se basa en la Confiabilidad, es decir que el sistema en el que se aplica el RCM debe continuar con su trabajo normal a pesar del surgimiento de alguna falta o fallo de algún componente del sistema. Esto se logra mediante el reemplazo de dicho componente para que el sistema mantenga su ritmo de producción.

La función del sistema (Vías y Aparatos) es conducir y dar continuidad de movimiento al material móvil (remolcado y tractor) con seguridad, calidad y a tiempo. Cada componente cumple las funciones únicas relativas a ese equipo, por lo que en caso de falta de alguno de estos elementos se podría llegar a fallos de carácter mayor o incluso a la parada de la Línea. Es por esto que se sugiere una relación entre el Mantenimiento Predictivo normal además del RCM.

Mientras que el primero es una filosofía que se refiere más al recurso humano del mantenimiento y su comportamiento en el desarrollo de dicha función, el RCM se inclina más al sistema productivo y su confiabilidad.

No obstante, el mantenimiento necesita actualizarse, analizarse y reflexionarse para su mejora continua. Es entonces cuando juega el papel fundamental en Mantenimiento Proactivo. Los tres mantenimientos mencionados, Preventivo, Correctivo y RCM, estarán entrelazados entre sí, lo que se convertirá en un Mantenimiento Integrado, aplicado al sistema de Vías y Aparatos.

Un Mantenimiento Proactivo incluye como características generales el siguiente análisis:

- Detectar las funciones deseadas para el equipo en cuestión.
- Estados de fallo asociados a dichas funciones.
- Posibles causas de los distintos casos de fallos.
- Efectos de cada fallo.
- Procedimiento para identificar fallos potenciales.

El estudio planteado contempla los siguientes apartados:

- **CLASIFICACIÓN DE INCIDENCIAS:** Se empieza por la elaboración de una lista de posibles incidencias o averías que pudieran presentarse:
  - Información obtenida a partir de los históricos de gestiones pasadas.
  - Ideas aportadas por los miembros del grupo de trabajo.
  - Ideas obtenidas a partir de cuestionarios respondidos por los miembros de Mantenimiento.
  - Eventos ya ocurridos, incluso a otras empresas y Líneas.

Una vez elaborada la lista, se procede a elaborar un diagrama Causa-Efecto, con el cual se clasifican los eventos.

- **DETERMINACIÓN DE RECURSOS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** La determinación de recursos del mantenimiento correctivo consiste en preparar anticipadamente un listado de recursos necesarios en caso de que se presente algún tipo de incidencia que requiera la intervención del mantenimiento correctivo.
- **ELABORACIÓN LISTADO DE "SÍNTOMAS":** o datos que se pueden tener en caso de que ocurriese una incidencia previa seleccionada por el grupo de trabajo. Después se determinan los recursos necesarios para la atención de dicha incidencia, se hace lo mismo con otras que pudiesen aparecer y de esta manera se puede elaborar un listado de recursos necesarios para mantenimiento correctivo, así como clasificar los mantenimientos correctivos en grupos según los recursos que consuman, y lo más útil de este trabajo es que, según los "síntomas" podrá saberse que recursos son indispensables, necesarios y no necesarios.
- **IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS MÁS FRECUENTES:** El estudio de incidencias permitirá identificar aquellos eventos o elementos que se presenta con mayor frecuencia para priorizar su atención y, de esta manera estudiar la reducción de sus posibles efectos. Para esto se deben seguir una serie de pasos que finalizan en la clasificación de eventos en clase de prioridad. Este análisis ayuda a establecer gastos innecesarios y no detectados, gastos sobredimensionados y a ver los problemas que requieren mayor atención, o atención inmediata.
- **REPROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES:** El mantenimiento no sólo consiste en seguimiento de procedimientos y recomendaciones, sino que también debe tener la tendencia a ser menos costoso en cada gestión. Algunas veces el tiempo programado no resulta suficiente para realizar todas las actividades planificadas para cierto equipo. Esto se puede solucionar incrementando el tiempo programado para las intervenciones, o reduciendo las actividades a realizar. Teniendo en cuenta que el primer caso no es muy aplicable en vías, ya que prolonga la interrupción del servicio, con las consiguientes molestias a los usuarios y como consecuencia a la Empresa. El segundo caso es más aplicable, aunque requiere un estudio previo, no consiste en la eliminación de actividades, sino el cambio de frecuencia de la realización de las mismas.
- **MANTENIMIENTO PROACTIVO:** En este caso actúa también como preventivo al determinar los tiempos mínimos y máximos aceptables para la realización de ciertas pruebas en elementos específicos. Este análisis se efectúa tras finalizar las actividades de mantenimiento programado, y es un proceso que requiere tiempo, incluso años, para la obtención de conclusiones. Las ventajas de la reprogramación de actividades es que reducen tiempos y costes de mantenimiento preventivo, ya que al no tener que efectuarse ciertas pruebas anualmente, se reduce la cantidad de instrumentos y personal necesarios para dicha actividad.

### **5.5. Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el que debe efectuarse después de ser detectada una incidencia o avería y tiene por finalidad restaurar la vía o aparatos, plataforma en caso necesario e instalaciones, al estado en que pueda realizar la función para la que se le requiere, eso sí, siempre en condiciones de garantía de seguridad para los viajeros.

Según la naturaleza de la intervención se considerarán dos tipos:

1. Intervención paliativa, cuando se realiza una reparación de urgencia, no definitiva, motivada normalmente por la necesidad de un rápido restablecimiento del servicio.
2. Intervención resolutive, cuando la reparación se realiza con la profundidad necesaria como para que la intervención tenga el carácter de definitiva.

Dentro de este tipo de mantenimiento, también se considera incidencia a todo evento que produzca o pueda producir a criterio del personal una disfunción al proceso de transporte del Metro y/o genere situaciones de peligro o riesgo de seguridad para la explotación.

En función de su naturaleza, el Mantenimiento Correctivo presenta tres tipos:

- Mantenimiento Correctivo derivado del Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo derivado del funcionamiento anómalo de las instalaciones durante la explotación comercial de la Línea.
- Mantenimiento Correctivo derivado de Vigilancias

El personal de mantenimiento realizará un tratamiento y seguimiento de todas las incidencias ocurridas. En dicho tratamiento incluirá la identificación de la incidencia, su eliminación y cierre.

Ante cualquier incidencia de tipo funcional de cualquier subsistema o equipo, el personal de mantenimiento se implicará y trabajará en la incidencia hasta su completa resolución. Para ello, si fuese necesario, contará con un Staff Técnico, donde se encuentran especialistas de cada una de las técnicas existentes y posibles.

### **5.6. Mantenimiento Correctivo derivado del Preventivo**

Este tipo de Mantenimiento Correctivo es llevado a cabo durante la realización del Mantenimiento Preventivo de los equipos y sistemas. Esta circunstancia se produce cuando son detectadas anomalías en el normal funcionamiento de los equipos o se detectan fallos que pueden provocar alguna deficiencia en el funcionamiento de los mismos. Este mantenimiento correctivo es la base fundamental del preventivo y aportará a los responsables de mantenimiento la experiencia suficiente para planificar un mantenimiento predictivo adecuado para cada uno de los equipos.

## **5.7. Mantenimiento correctivo derivado del funcionamiento anómalo de las instalaciones durante la explotación comercial de la línea**

Este Mantenimiento Correctivo viene producido por un mal funcionamiento de algún equipo o sistema durante la explotación y conceptualmente seguirá el siguiente proceso:

### **5.7.1. Detección de la incidencia.**

La detección de la incidencia procede básicamente de dos instituciones.

- Los responsables de explotación, bien en el Puesto de Mando Central o, en su defecto, en los Puestos Locales de Control, que supervisan los parámetros de los sistemas que afectan directamente a la explotación o bien se pone en su conocimiento por terceros.
- El personal de mantenimiento que controla los equipos que afectan directa o indirectamente a la explotación de los sistemas o equipos que integra las instalaciones, por medio de herramientas y programas informáticos que chequean y diagnostican el funcionamiento de los mismos.

### **5.7.2. Localización de la incidencia**

Al fin de delimitar y localizar las incidencias de la forma más rápida y efectiva posible, es necesario recibir información clara sobre el estado operativo, inclusive las indicaciones de alarma y otras observaciones importantes.

Si no fuese posible delimitar la localización de la incidencia desde el Centro de Mantenimiento, o bien desde el Puesto Central de Mantenimiento, el personal de mantenimiento del centro, bajo cuya responsabilidad se encuentren los equipos afectados será el encargado de detectar y localizar la misma.

### **5.7.3. Análisis y diagnóstico de la incidencia**

Posteriormente a la detección y comunicación de una incidencia por las diferentes vías definidas y cuando es posible después de analizar los datos suministrados por los sistemas de supervisión, el Responsable de Mantenimiento, determinará la gravedad y los posibles perjuicios a originarse en la instalación y explotación y hará un primer y rápido diagnóstico de la posible causa de la incidencia con objeto de determinar si es necesaria intervención y si hacen falta herramientas, equipos de medida y repuestos.

Si no es posible delimitar la causa de la incidencia, será el personal de Mantenimiento de las instalaciones bajo cuya responsabilidad se encuentran los equipos afectados por la incidencia los encargados de detectar y localizar la misma.

#### **5.7.4. Resolución de la incidencia**

El Responsable de Mantenimiento, organizará y coordinará la actuación del personal, según el análisis previo, así mismo dará las indicaciones u órdenes oportunas a los grupos de trabajo correspondientes, según la situación y carácter de la incidencia.

Dependiendo de la hora en la cual se produzca la incidencia, de la disponibilidad del personal y de su ubicación física, se analizará la mejor forma de realizar la intervención para solucionar la misma a la mayor brevedad posible, considerando como prioridad el restablecimiento de las condiciones normales de explotación.

Si el personal se encontrara en Talleres, su localización se realizará de forma inmediata por comunicación desde el Puesto de Mando Central a la persona correspondiente.

Si el personal de mantenimiento se encontrase realizando tareas de Mantenimiento Preventivo será informado por el Puesto de Mando Central, que siempre tiene constancia de la ubicación del lugar en el que se realizan los trabajos.

Si ya hubiesen terminado su jornada de trabajo, será posible su localización, de manera que le permita reincorporarse a su puesto de trabajo, con el fin de quedar disponible en la ubicación adecuada.

En definitiva, el personal de mantenimiento podrá ser localizado en todo momento a través de los teléfonos móviles de contacto.

El personal de mantenimiento en disponibilidad se trasladará, después de recibir la información, o bien inmediatamente a la base de mantenimiento o directamente al lugar en que se ha producido la incidencia.

Será labor del personal de mantenimiento bajo cuya responsabilidad se encuentran los equipos y sistemas afectados, restaurar a la mayor brevedad posible el correcto funcionamiento de las instalaciones, reduciendo al mínimo el tiempo de reparación en el sistema por supuesto garantizando, una vez realizada la reparación, las condiciones de seguridad para la normal explotación de la avería reparada.

En el caso que se necesite sustituir elementos defectuosos para la reparación de la incidencia, se utilizarán los repuestos del almacén de mantenimiento.

Se seguirá el siguiente orden de Incidencia con Prioridad:

##### **1. Incidencia con Prioridad 1:**

El personal de mantenimiento considerará incidencia con Grado de Prioridad 1, aquella que ocasiona una interrupción directa de uno o varios servicios y aquellas que afecten a la explotación, impidiendo la normal explotación comercial de la Línea. Estas incidencias tendrán carácter prioritario y de urgencia y serán tratadas de forma inmediata, de acuerdo con Circulación.

##### **2. Incidencia con Prioridad 2:**

El personal de mantenimiento considerará incidencia con grado 2, aquella que disminuye la disponibilidad, pero sin afectar a las condiciones normales de seguridad de la explotación comercial de la Línea.

### **3. Reparación de la Línea con grado de Prioridad 1:**

Las incidencias de este tipo que afecten a la explotación, será tratada por el personal de mantenimiento de forma inmediata.

Para la eliminación de este tipo de incidencias el personal de mantenimiento llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar con mayor celeridad posible las condiciones normales de explotación comercial de la Línea, sustituyendo o reparando los elementos defectuosos, que serán remitidos con posterioridad cuando sean sustituidos para su reparación y/o comprobación.

### **4. Reparación de incidencias con grado de Prioridad 2:**

Las incidencias de este tipo que afecten a las instalaciones, serán reparadas por el personal de mantenimiento de tal forma que sea posible compatibilizar estas intervenciones con la normal explotación comercial de la línea.

Al igual que para la reparación de incidencias de grado 1, el personal de mantenimiento llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar, con la mayor celeridad posible, los índices de disponibilidad de la instalación en sus condiciones normales, para lo cual será llevada a cabo la sustitución de los elementos que posiblemente se encuentren defectuosos, que serán remitidos con posterioridad para su reparación.

Al realizar la sustitución del material averiado se anotarán todos los datos que de forma inequívoca identifique al mismo para posteriormente gestionar su reparación si es posible.

Todos los trabajos serán ejecutados cumpliendo con todas las medidas de seguridad que se establezcan o consideren oportunas.

## **5.8. Mantenimiento correctivo derivado de vigilancia**

Este Mantenimiento Correctivo viene producido por un mal funcionamiento de algún equipo o sistema durante la explotación y conceptualmente seguirá el siguiente proceso:

### **5.8.1. Detección de la incidencia**

La detección de la incidencia procede de una vigilancia programada, el personal homologado para ello dará aviso a la vez al Jefe de mantenimiento y a los responsables de la explotación en el Puesto de Mando Central.

### **5.8.2. Localización de la incidencia**

Se actuará de la forma marcada y definida en el punto 5.7.2.

### **5.8.3. Análisis y diagnóstico de la incidencia**

Se actuará de la forma marcada y definida en el punto 5.7.3.

#### **5.8.4. Resolución de la incidencia**

Se actuará de la forma marcada y definida en el punto 5.7.4.

#### **5.9. Mantenimiento Mejorativo**

En base a la experiencia recogida de la aplicación de los Planes de Mantenimiento recomendados por los suministradores, y del histórico de averías e incidencias, este sistema está basado en buscar la mejora del equipo o sistema consiguiendo una mejora respecto al diseño inicial, ya sea modificando los componentes o mejorando los procesos de operación.

#### **5.10. Mantenimiento Productivo Total**

Este sistema está basado en la filosofía del "Mantenimiento al primer nivel", en la que se realizan pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas piezas, etc., facilitando al departamento de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

El primer nivel de recuperación será realizado por el personal de operación, ya sea mediante la ejecución de procedimientos de recuperación desde el Centro de Control de Operaciones, como por la actuación de personal de Operaciones en la Línea.

### **6. Esquema simplificado de actuación ante incidencias**

#### **6.1. Comunicación de la incidencia. Orden de Reparación**

La forma óptima de comunicación a través de los operadores del Puesto de Mando Central de Control donde se captarán las alarmas y avisos de averías. Los operadores las notificarán a los responsables de Mantenimiento donde se produzca la incidencia y ellos a su vez organizarán el personal.

En el instante de la comunicación, se facilitarán los datos disponibles en ese momento y relativos a:

- Nombre de la persona que llama, actividad que desarrolla y puesto que ocupa.
- Número de teléfono del cual llama.
- Lugar en que se encuentra.
- Avería observada.
- Localización exacta de la avería.
- Alcance de la avería, influencia de la misma en las circulaciones y posibles consecuencias que el informador pueda observar en ese momento.
- Hora en que se observó la avería.
- Sistemas o personas que detectaron la avería y, a ser posible, descripción exacta de cómo la detectaron.

- Hora actual, que tanto el informador como el informado deben anotar en el parte de avería que cada uno de ellos genere.
- Orden de salida si/no.

Por último, el informador debe identificar a la persona a la cual ha informado para anotar ese dato en el parte de la incidencia.

En paralelo el operador realizará la correspondiente apertura de la Ficha de la Incidencia / Orden de reparación / Avería en la herramienta informática designada.

## **6.2. Parte de Incidencias**

Se establecerá, con base a los datos obtenidos en el lugar de la incidencia, que elemento o circunstancia, aislados o en conjunto con otros, han originado la misma.

Permitirá una optimización del mantenimiento preventivo, ya que el objetivo es que no se vuelvan a repetir los acontecimientos que originaron la incidencia.

Se establecerá si el origen de la incidencia está causado por una incidencia ocasional o si por el contrario la incidencia ha sido producida por algún elemento o circunstancia que pudiera repetirse.

El parte de incidencia contendrá todos los campos necesarios (Fecha y hora de la incidencia, Informador, Fecha y hora de comunicación, Modo de Comunicación, Comunicado a, Fecha y hora de presencia, Fecha y hora del equipo de salida, Lugar de Salida, Fecha y hora del Corte de Vía y de Tensión si los hubiere, Fecha y Hora de Restablecimiento del Corte de tensión, Fecha y hora de entrega de Vía, Subsistema afectado, Tipo de Incidencia, Repuesto, Pieza Sustituida, Nueva Pieza, Pk inicio, Pk Fin, Centros afectados, Posible afección al Tráfico, Seguridad Afectada, Descripción del Suceso, Servicios Afectados, Causa de la Incidencia, Solución adoptada, Fecha y hora del inicio de los trabajos, Fecha y hora de finalización de los trabajos, Fecha y hora de Solución, N° de ticket),



Parte de Incidencias						
Mantenimiento:				Tramo:		
Datos Generales						
Semana N°:		Operarios:				
Fecha del Reporte:						
Turno:						
Centro:						
Incidencia						
N° Incidencia CRC:		Interno:		Comunica la incidencia:		
Incidencia abierta el:		Turno:		Subsistema:		
Endavamiento:				Conjunto funcional:		
PBL:				Elemento:		
P.K.:		Via:				
Descripción:						
Estado inicial:						
Acción Correctora:						
Tiempos de Resolución						
	Fecha	Hora	Observaciones		Dias	Horas
Inicio Avería:				Demora llamada:		
Comunicación:				Trayecto:		
Llegada:				España:		
Acceso/s a Via:				Intervención:		
				Indisponibilidad:		
Inicio Reparación:						
Salida/s de Via:						
Fin Reparación:				Estado Avería:		
Disponibilidad:						
Repuestos						
Descripción		Constructor		N/S Averiado		N/S Nuevo
Vehículo Utilizado:				Temperatura:		
Observaciones						
Imputaciones						
Nota: Cuadro de imputaciones a rellenar por el Jefe de Base			Tiempo Perdido			
			Tipo Tren	Num. Tren	En trayecto	En destino
Imputación						Observaciones
Afectación:						
Repercusión:						

El personal de mantenimiento, tras la detección y posterior solución de una incidencia, anotará en la herramienta del programa de mantenimiento implantado para la gestión del mantenimiento correctivo la información correspondiente a las causas, servicios afectados, solución adoptada, tiempos asociados de acceso / neutralización / resolución de la incidencia, equipos sustituidos, personal interviniente, etc.

A continuación, se indican los campos fundamentales de comunicación de las incidencias y averías de forma que quedará registrado.

Concepto	Descripción
Fecha y hora	Fecha y hora a la que se produce la incidencia
Informador	Persona que detecta la incidencia
Fecha y hora de la comunicación	Fecha y hora a la que se comunica la incidencia al mantenedor
Banda de circulación	Banda de circulación en la que se ha producido la incidencia
Modo de Comunicación	Modo en el que se comunica la incidencia
Comunicado a:	Persona a la que se comunica la incidencia
Fecha y hora de presencia	Fecha y hora a la que se persona el técnico en el lugar de la incidencia
Fecha y hora del equipo de salida	Fecha y hora de salida del equipo de mantenimiento al lugar de la incidencia
Lugar de Salida	Lugar de salida del equipo de mantenimiento al lugar de la incidencia
Fecha y Hora del Corte de Vía	Fecha y hora de inicio del corte de vía
Fecha y hora del Corte de Tensión si es necesario	Fecha y hora de finalización del corte de tensión
Fecha y hora de entrega de vía	Fecha y hora en la que se entrega la vía
Fecha y hora de inicio de los trabajos	Fecha y hora de inicio de los trabajos del mantenedor
Fecha y hora de finalización de los trabajos	Fecha y hora de finalización de los trabajos del mantenedor
Fecha y hora de Solución	Fecha y hora a la que se ha resuelto la incidencia
Subsistema afectado	Subsistema al que pertenece el elemento afectado

Concepto	Descripción
Tipo de incidencia	Tipo de incidencia que presente el elemento afectado
Repuesto	Indica si ha sido necesario utilizar un repuesto para la resolución de la incidencia
Pieza sustituida	Pieza utilizada para reparar la avería
Pk inicio	Pk de inicio de la incidencia
Pk Fin	Pk de final de la incidencia
Centros afectados	Centro de Mantenimiento
Posible afección al tráfico	Indica si la avería puede afectar al tráfico
Seguridad Afectada	Indica si se ha podido ver afectada la seguridad por motivo de la incidencia
Descripción del Suceso	Descripción de como se ha producido la incidencia
Servicios Afectados	Servicios que se han podido ver afectados por motivo de la incidencia.
Causa de la Incidencia	Descripción de las causas que han motivado la incidencia
Solución adoptada	Descripción de la solución adoptada para la resolución de la incidencia
Nº Ticket	Número de incidencia
Si el parte de incidencia quedase incompleto, se cumplimentará posteriormente.	

En cualquier caso, y sea cual sea la herramienta utilizada, todas las anotaciones se realizarán dentro de las 24h posteriores a la resolución de la incidencia respetando en todo momento el cumplimiento de las normas de uso del sistema y asegurando en todo momento la veracidad de la información plasmada.

Los partes de incidencia se entregarán a la finalización de la incidencia o en su defecto la entrega se hará diariamente.

## 7. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite de intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Vigilancia en cabina del supervisor	Anual				0,5	1					
Vigilancia a pie de línea (elemental medición de mano)	Mensual				3	2					
Prospecciones geométricas de la vía (auscultación)	Semestral						La norma española marca para velocidades < 140 km/h; 1 vez al año; aquí 2 veces al año por seguridad. De ella se obtienen registros gráficos continuos que permiten localizar e identificar los defectos geométricos de la vía				
Medición aceleraciones vertical y horizontal (Maleta de confort)	Trimestral						Sirve para detectar defectos precozmente (correctivos) entre auscultaciones geométricas				
Control ultrasonoro carriles (Auscultación por ultrasonido)	Semestral						Determina defectos interiores carriles y defectos por soldaduras (marca con pintura)				
Control del estado de superficie de rodadura (amolado)	Anual			Profundidad de 0,05 mm en ondas cortas			Determina la necesidad de amolado del carril para alargar su vida útil y eliminar defectos. Si existen ondas largas y cortas, se ejecuta 1º el amolado de largas con espesor 0,3/0,4 mm				
Amolado previo a puesta en funcionamiento instalación	Previo	Corregir defectos de fabricación, soldaduras, trasiego de trabajo									
<b>PLACA DE HORMIGÓN</b>											

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Comprobación taquimétrica Nivel ambos lados Izq. y Der cada 50 m	Semestral			Diferencias de nivel respecto a origen							
Comprobación visual de roturas placa de hormigón	Trimestral										
Comprobación visual de fisuraciones placa hormigón	Trimestral										
Presencia continua de agua o Humedad	Trimestral						Llamar la atención sobre la presencia de agua cuando se vea en dos visitas				
<b>PLENA VÍA</b>											
Comprobación visual Estado del carril	Trimestral			Desgaste, aplastamiento, patinazos, roturas							
Diferencia desgaste entre carriles cuponaje o sustitución	Por unidad			< 2 mm							
Comprobación de desgaste ondulatorio	Semestral (auscul)						Sentido longitudinal ondas entre 30 y 80 mm				
Comprobación deformación plástica	Semestral (auscul)						Aplastamiento de la capa de rodadura por los efectos de material				
Comprobación de desgaste vertical	Semestral (auscultación)						Abrasión de las ruedas de material rodante y a los agentes atmosféricos				

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Comprobación desgaste por corrosión (propio en túneles)	Semestral (auscul)						Agentes atmosféricos, intenso al principio, lento una vez corroído				
Comprobación desgaste lateral	Semestral (auscul)						En rectas por oscilaciones de material. En curvas contacto pestaña/carril				
<b>Ancho de vía. Defectos Aislados</b> , de nominal a pico	Semestral	(-) 11 mm ; (+) 35 mm	(-) 9 mm ; (+) 30 mm	(-) 7 mm ; (+) 25 mm							
<b>Ancho de vía medio sobre 100 m</b> , de nominal a pico	Semestral	(-) 7 mm ; (+) 27 mm	(-) 6 mm ; (+) 25 mm	(-) 5 mm ; (+) 22 mm							
<b>Nivelación longitudinal. Defectos Aislados</b> log onda D1	Semestral	26 mm	de 13 a 19 mm	de 10 a 16 mm							
<b>Peralte</b> diferencia entre d diseño/ el medido. Deficiencia	Semestral	>20 mm	< 20 mm	.....							
<b>Peralte</b> diferencia entre d diseño/ el medido. Exceso	Anual	> 5 mm	> 2 mm	.....							
<b>Alineación. Defectos Aislados</b> . Long onda D1	Semestral	17 mm	de 11 a 13 mm	de 8 a 11 mm							
<b>Alineación. Desviación Típica</b> . Long de onda D1	Semestral	.....	.....	de 1,2 a 1,5 mm							
<b>Alabeo. Defectos Aislados</b>	Semestral	7 mm/m	5 mm/m	4 mm/m							
<b>Combinación de Defectos, por reacción del vehículo</b>	Semestral	> 3 ud	2 ud	.....							
<b>Conicidad del carril o contacto rueda carril</b>	Anual										

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
<b>APARATOS</b>											
Limpieza y engrase de Cambio (agujas y contragujas)	Mensual				0,25	2					
Comprobación de drenajes y limpieza de paseos	Trimestral				0,15	2					
Reconocimiento visual de materiales y su accionamiento	Trimestral	.....	Materiales sin daños; Sin baches a simple vista; que las agujas asienten en cojinetes; que estén engrasados		0,25	2					
Comprobación apriete y posición anclajes a placa	Semestral		Mantener Par apriete 100 Nm								
Comprobación ubicación desvió	RG anual	.....	(+/-) 5 mm		0,15	3					
Ancho de vía directa	Semestral	.....	(+/-) 3 mm ancho / 1 mm variación		0,4	3					
Ancho de vía desviada	Semestral	.....	(+/-) 3 mm		0,3	3					
Nivelación longitudinal	Semestral	.....	(+/-) 3 mm y 3 mm/m en variación		0,5	2					
Nivelación transversal ( Peralte )	Semestral	.....	(+/-) 2 mm y 0,5 mm/m variación		0,2	1					
Alineación	Semestral	.....	(+/-) 3 mm y 0,3 mm/m en variación		0,4	3					

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite de intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Encerrojamiento de los cerrojos de uña	Semestral	.....	(+/-) 3 mm		0,15	2					
Abertura de la aguja no acoplada	Semestral	.....	(+/-) 5 mm		0,15	2					
Entrecalle mínima de la aguja no acoplada	Semestral	58 mm	.....		0,15	2					
Descuadre de las juntas de contraaguas	RG anual	.....	10 mm		0,12	2					
Acoplamiento de las agujas	Semestral	.....	No entra galga de 10 décimas de mm en punta		0,1	2					
Apretado de la sujeción	Semestral	.....	Menos de 5 sujeciones flojas		0,3	2					
Entrecalle carril - contracarril en vía directa	Semestral	(+/-) 1,5 mm	.....		0,12	2					
Entrecalle carril - contracarril en vía desviada	Semestral	(+/-) 2 mm	.....		0,1	2					
Altitud de los contracarriles	RG anual	.....	(-) 4 mm ; (+) 6 mm		0,15	2					
Longitud del desvío	s de	.....	(+/-) 13 mm		0,15	2					
Longitud de los hilos 1,2,3, intermedios del desvío	RG anual	.....	(+/-) 5 mm		0,25	3					
Longitud del hilo nº 4 intermedio del desvío	RG anual	.....	(+/-) 8 mm		0,08	2					



OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Cotas de protección	Semestral	(-) 1 ; (+) 2 mm	.....		0,15	2					
Equilibrado de contracarriles en vía directa	RG anual	.....	3 mm		0,2	2					
Equilibrado de contracarriles en vía desviada	RG anual	.....	4 mm		0,2	2					
Flecha del hilo nº 4	RG anual	.....	(+/-) 6 mm		0,5	3					
Desarrollo de las agujas	RG anual	.....	(+/-) 3 mm		0,25	3					
Desarrollo de las contra agujas	RG anual	.....	(+/-) 3 mm		0,25	3					
Flecha de la contra aguja curva	RG anual	.....	(+/-) 3 mm		0,3	3					
Encerrojamiento mínimo (depende del tipo)	Semestral	25 mm	.....		0,12	2					
Que las agujas en su cara interior no activa	Semestral	Sin roces de las ruedas	.....		0,12	1					
Visualmente si existen rebabas en bordes activos de los elementos; el dispositivo contra descuadre y la huella de rodadura en carril.	Anual	Apreciación visual para toma de decisiones de confirmarse situaciones extrañas.									
<b>COMPROBACIÓN ESTADO DE LOS MATERIALES</b>											

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES							
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad											
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)										
Carril	Semestral	Será motivo de sustitución el desgaste > 5 mm lateral cabeza; 4 mm en vertical; 7 mm alma; Aplastamientos; desconchados; huellas de patinazos; roturas; grietas o fisuras.												
Tornillería	Semestral	Apriete sujeciones, comprobando con llave dinamométrica del apriete con un muestreo del 25%; para Actuación consecuente posterior			1	4								
Tornillería	Semestral	Motivo de sustitución si presentan torceduras, cabeza redondeadas o roscas deterioradas												
Placas de asiento	Semestral	Motivo de sustitución las muy oxidadas, las fisuradas, las que tengan juego con patín de > 6mm												
Conjunto aguja contraaguja	Semestral	Motivos iguales a los carriles; además de Agujas con entalladuras > 2 mm en su zona de roce con los cojinetes de resbalamiento; >3mm de holgura agujas/topes; entalladuras en cojinete de resbalamiento de > 1 mm por roce con aguja; Fisuras grietas o roturas en cojinetes de resb.; Almohadillas fisuradas con grietas, fisuradas o desgaste > 4 mm; Topes rotos agrietados o mayor de 3 mm												
Cruzamiento	Semestral	Motivos de sustitución o rechazo serán roturas, fisuras, aplastamientos, huellas de patinazos, desconchados, además de desgaste lateral en cabeza > 5 mm; Abombamiento en la superficie de rodadura > 6 mm												

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Contracarriles acodados	Semestral	Motivo de sustitución o rechazo serán fisuras, grietas, torceduras o desgastes > 5 mm en cara activa y > 8 mm en vía secundaria									
<b>TRANSMISIÓN VIBRACIONES &lt; 20 dB</b>											
Comprobar atenuación vibraciones se mantiene >20 dB	1 <sup>as</sup> circul; Puesta en servicio			5 zonas; 2 aceletros registran nivel de vibración y lo grafían			Hay que efectuar una medición de vibración original antes del tratamiento o en la inmediaciones, para poder por comparativa comprobar si funciona o no				
Comprobar atenuación vibraciones se mantiene >20 dB	Anual			ídem anterior							
<b>POSTES KM; HM; SEÑALES FIJAS</b>											
Comprobación de colocación (D; I; Ambos lados)	Anual			Caídas o mal colocada							
Comprobación señales limitación (Anuncio; Inicio; Fin)	Anual			Caídas o mal colocadas							
Postes Kilométricos; Hectométricos y Cambio de rasante	Mensual			Caídos o deteriorados							
Limpieza y Conservación poder reflectante	Trimestral			Suciedad/ perdida refle							

OPERACIONES	Periodicidad	Mantenimiento Correctivo Urgente por Seguridad	Mantenimiento Preventivo con programación urgente	Mantenimiento Preventivo	Jornada de trabajo	Nº de personas	OBSERVACIONES				
		Cotas no rebasables Límite de acción inmediata (IAL)	Parámetro de calidad								
			Límite intervención (IL)	Límite de alerta (AL)							
Colaboración en la fase de planificación y ejecución del proceso de auscultación dinámica	Semestral			Definición de las distintas tareas que conllevan las auscultaciones							
Analizar los gráficos o registros y editar los partes de trabajo correspondientes en caso de correctivo o no.	Semestral										
Corregir aquellos puntos considerados como defectuosos dejando constancia de la corrección efectuada	Semestral										
Actualizar base de registro para su seguimiento	Semestral										
Emitir informes semestral de auscultación dinámica	Semestral										

Se debe DIAGNOSTICAR las causas que originan los defectos. Tales como diseño inadecuado de un elemento varios elementos para el trabajo que desarrolla en vía; existencia de elementos inútiles perjudiciales; problemas de drenaje superficial o profundo; estado tensional inadecuado de los hilos de la vía; circunstancias en la base de apoyo.

DOCUMENTO DE TRABAJO

## 8. ANÁLISIS ELEMENTAL DE LOS PELIGROS (AEP)

El “Análisis Elemental de los Peligros” vendrá dado por la Operatividad y la Posibilidad de rotura de esa operatividad. Este análisis de riesgos es aplicable tanto Vías como para otras actividades.

### 8.1. Generalidades

El objetivo del análisis elemental de peligros es delimitar correctamente todos los problemas de seguridad que pueden presentarse en el sub-sistema en cuestión, y en particular anticipar las singularidades del proyecto. Para ello será utilizada la siguiente metodología:

- Establecer la lista de riesgos propios del sub-sistema estudiado.
- Determinar las combinaciones de fallas y/o de eventos que conducirían al no-respeto de las condiciones de seguridad definidas por los sub-sistemas.
- Identificación de los peligros asociados a las fallas de componentes y aquellos asociados a las relaciones funcionales entre diversos elementos del sub-conjunto a partir del análisis preliminar de peligros del sistema global.
- Si es posible, proponer una acción de reducción de riesgos.

El medio de reducción de cada riesgo más apropiado debe ser retenido e integrado en los estudios de diseño.

Se recomendará los medios de reducción del riesgo y de las acciones para eliminar el riesgo o disminuir los efectos de los peligros sobre la operación del subsistema; es decir:

- Los medios de reducción del riesgo para el subsistema (exigencias de diseño, funcionales, de seguridad),
- Los medios de reducción del riesgo exportados hacia los subsistemas externos,
- Los medios de reducción del riesgo exportados hacia la operación y el mantenimiento.

### 8.2. Matriz de aceptabilidad de riesgos

El análisis de riesgos se basa en la matriz de aceptabilidad de riesgos. El nivel de riesgo es determinado por la combinación de la gravedad y de la frecuencia de ocurrencia del evento dudoso. Ese valor determina si el riesgo puede ser juzgado como aceptable o no.

ESCALA		
Según la norma NF EN 50126-1:2000		
Frecuencia de situaciones peligrosas		
Frecuente	Susceptible de producirse frecuentemente. La situación de peligro se presenta continuamente.	9
Probable	Puede repetirse en varias ocasiones. Se puede esperar que la situación de peligro se presente con frecuencia.	7
Ocasional	Susceptible de repetirse en varias ocasiones. Se puede esperar que la situación de peligro reaparezca en varias ocasiones.	6
Raro	Susceptible de producirse en un momento dado del ciclo de vida del sistema. Se puede esperar razonablemente que la situación de peligro se produzca.	4

Improbable	Poco susceptible que se produzca pero es posible. Se puede suponer que la situación peligrosa puede producirse excepcionalmente.	3
Inverosímil	Extrema improbabilidad. Se puede suponer que la situación de peligro no se producirá.	2

Nivel de gravedad de las situaciones de peligro		
Catastrófica	Muertos y/o muchas personas gravemente heridas y/o daños mayores al medioambiente.	5
Critica	Un muerto y/o una persona gravemente herida y/o daños graves al medioambiente. Pérdida de un sistema importante para el servicio.	4
Marginal	Heridas leves y/o grave amenaza para el medio ambiente. Daños graves para uno (o varios) sistemas.	3
Insignificante	Eventualmente una persona ligeramente herida. Daños menores al sistema.	2

## MATRIZ DE RIESGOS

			Nivel de gravedad de situaciones peligrosas			
			Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
			5	4	3	2
Frecuencia de situaciones peligrosas	Frecuencia	9	45	36	27	18
	Probable	7	35	28	21	14
	Ocasional	6	30	24	18	12
	Rara	4	20	16	12	8
	Improbable	3	15	12	9	6
	Inverosímil	2	10	8	6	4

Evaluación y aceptación de riesgos			
Inaceptable		Debe ser eliminada	$\geq 27$
Indeseable		Aceptable únicamente mientras que la reducción del riesgo es imposible y con la aprobación de la empresa de explotación ferroviaria.	$\leq 24$
Aceptable		Aceptable, por medio de un control apropiado y con la aprobación de la empresa de explotación ferroviaria.	$\leq 14$
Despreciable		Aceptable sin condiciones.	$\leq 9$

## 9. INDICADORES

### 9.1. Indicadores Generales.

Determinar en mantenimiento qué ha de medirse no es tarea fácil, dada la enorme diversidad de indicadores existentes, por ello es importante establecer inicialmente el criterio que debe facilitar su generación.

Los indicadores no han de ser numerosos, han de estar relacionados con el modelo de gestión del mantenimiento y además han de estar agrupados en cuatro bloques fundamentales: Económicos, de personal, de producción y de resultados o técnicos.

A continuación, a modo de resumen, se detalla una propuesta de los distintos indicadores de gestión del mantenimiento.

INDICADORES ECONÓMICOS	INDICADORES DE PERSONAL	INDICADORES DE PRODUCCIÓN	DE	INDICADORES RESULTADOS TÉCNICOS	DE O
Presupuesto de explotación: Desviación de costes vs. Costes programados	Plantilla: Desviación plantilla real sobre plantilla presupuestada	Actividades: % de cumplimiento de órdenes de mantenimiento preventivo		Confiabilidad	
Presupuesto de inversión: % inversión realizada sobre presupuestada	Absentismo: Desviación absentismo real sobre el presupuestado	Horas - Hombre: % de cumplimiento horas de mantenimiento preventivo. % horas de mantenimiento preventivo sobre total de horas.		Disponibilidad	
	Horas Extras: Desviación horas reales sobre las presupuestadas	% horas de mantenimiento correctivo sobre total de horas. % aprovechamiento horario nocturno		Mantenibilidad	
	Formación: % horas realizadas sobre presupuesto.			Índice de Calidad Interna	

## 9.2. Indicadores Económicos.

El indicador básico es el grado de cumplimiento del presupuesto de explotación previsto para el año en curso, siendo conveniente diferenciar entre las partidas destinadas al mantenimiento preventivo y correctivo.

También es importante conocer el montante global de la inversión realizada y su distribución en partidas como:

- Obra Nueva. Nuevos activos necesarios para nuevos servicios y su rentabilidad asociada a corto y medio plazo.
- Reposición de los activos obsoletos.
- Rehabilitación de los activos. Aquellos activos que han estado funcionando un cierto tiempo y comienza a aumentar su tasa de fallo estimada.
- Trabajos de mejora de la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y seguridad, debido a nuevas disposiciones legales o para subsanar defectos detectados en auditorías de los activos.

## 9.3. Indicadores de Personal

Sus indicadores básicos son la plantilla aprobada, las horas extras realizadas y el absentismo real respecto del previsto. En el caso de la plantilla, ha de indicarse qué parte está destinada al mantenimiento preventivo, correctivo y mejorado.

Otro indicador de interés es el número destinado a la capacitación, ya que la falta de habilidades técnicas restringirá el desarrollo de los recursos de mantenimiento e



incrementará, por tanto, el coste global del mismo. Además, una falta de habilidades técnicas puede producir tensiones en la plantilla, al diferir los mandos de trabajo hacia los agentes más capacitados, sin que ello les suponga necesariamente un mayor nivel profesional ni, por tanto, un mayor salario.

#### **9.4. Indicadores de Producción**

Para el mantenimiento, la producción es el número de actividades realizadas, tanto del preventivo como del correctivo o mejorado, así como las horas empleadas en las mismas. El indicador será nuevamente el grado de cumplimiento, especialmente de las actividades programadas, mientras que para las no programadas, se determinará el grado de cumplimiento a nivel global, e imprescindible conocer las horas nocturnas disponibles y su grado de aprovechamiento.

#### **9.5. Indicadores de Resultados Técnicos**

Son los indicadores básicos del mantenimiento, ya que mediante los mismos puede conocerse rápidamente la eficacia de su gestión. Se trata evidentemente de la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad de cada equipo que se confrontarán con los valores objetivos fijados anteriormente.

Como en el METRO, un mismo fallo puede tener una importancia diferente, en función del instante y del lugar en que se produce, puede ser conveniente afectar dicho fallo de un peso que tenga en cuenta el impacto sobre el Servicio Comercial y el usuario de dicho servicio. Para ello, es importante configurar un indicador de Calidad Interna que enlace las pérdidas de funcionalidad de los equipos con el servicio ofertado al usuario.

A continuación, se presentan los indicadores básicos más relevantes, con sus diferentes configuraciones.

### **10. CONFIABILIDAD**

La capacidad de un componente para desarrollar una función solicitada, bajo condiciones fijadas y durante un tiempo determinado y puede expresarse en tiempo (horas).

Los parámetros son los siguientes:

- **Tasa de fallos ( $\lambda$ )**, como la frecuencia con la que un sistema o componente falla y se expresa frecuentemente en "avería/hora". Se define como,  
 **$\lambda (t) = \text{número de fallos} / \text{horas de funcionamiento}$ .**
- **MTBF** (Mean Timen Between Faiulres - Tiempo Medio Entre Fallos), es la medida aritmética del tiempo entre fallos de un sistema y se aplica a modelos reparables. Se define como,

$$\text{MTBF} = 1/\lambda$$

- **MTTF** (Mean Time To Faiulre - Tiempo Medio Hasta el Fallo), es la medida aritmética del tiempo de funcionamiento de un sistema hasta el fallo y se aplica tanto a sistemas reparables como no reparables. Se define como,

$$\text{MTBF} = 1/\lambda$$

## 11. DISPONIBILIDAD

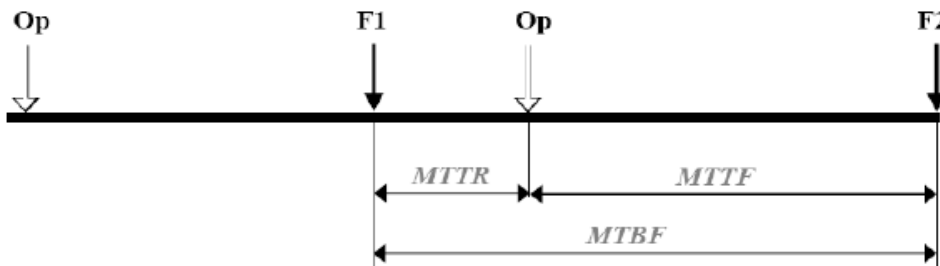
Término probabilístico que se suele dar en tanto por ciento (%), depende de la Confiabilidad (Nº Fallos Esperables) y de la Mantenibilidad (Rapidez con la se corrijan dichos fallos). Se define como la capacidad de un producto para encontrarse en un estado que le permita desarrollar la función requerida. Puede ser inherente, alcanzada su operatividad.

- **Disponibilidad inherente (Di)** excluye las paradas por mantenimiento preventivo, demoras en suministros y demoras administrativas. Está basada en la distribución de fallas y de tiempo de reparación. Se define como,

$$D_i = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Donde,

**MTTR** (Mean Time no Repair - Tiempo medio de reparación) medio tiempo necesario para reparar un elemento sin incluir tiempos de detección, prueba, retrasos logísticos y administrativos (en condiciones ideales: recambios y herramientas disponibles).



**Regulación entre el tiempo medio de reparación (MTTR), tiempo medio hasta la avería (MTTF) y tiempo medio entre fallos (MTBF)**

- **La disponibilidad Alcanzada (Da)**, incluye tanto el mantenimiento correctivo como preventivo, pero no incluye demoras en suministros y demoras administrativas. Se define como,

$$D_a = \text{MTBM} / (\text{MTBM} + \text{MAMT})$$

Donde,

**MAMT** (Mean Active Maintenance Time - Tiempo Medio de Mantenimiento Activo).

- **Disponibilidad Operativa (Do)**, incluye el mantenimiento preventivo, correctivo y el tiempo de demora antes de realizar el mantenimiento, como las esperas por partes de repuesto y por la disponibilidad del personal cualificado. Se define como,

$$D_o = \text{MTBM} / (\text{MTBM} + \text{MDT})$$

Donde,

**MDT** (Mean Down Time - Tiempo Medio de Parada)

## 12. CRITERIOS PARA LA COMPRA DE STOCKS

Para determinar los criterios de compra de los stocks para el Mantenimiento y ofrecer un modelo de competitividad en la Gestión de Compras de METRO S.A., se describe la **matriz de Kraljic**.

La Matriz de Kraljic es un modelo que se basa en dos dimensiones para clasificar los productos comprados por una empresa y los efectos que estos tienen sobre las ventas y las finanzas de la empresa que enfoca de manera siguiente al proceso logístico de compras de una empresa, con diferentes productos definidos normalmente mediante el método ABC o Pareto.

- Impacto financiero.- La importancia estratégica de comprar en términos de línea de valor añadido del subproducto, porcentaje de materias primas en costos totales y su impacto en rentabilidad.
- Riesgo en el suministro.- La complejidad del mercado de la fuente calibrado por la escasez de la fuente, por el paso de la tecnología y/o de los materiales de sustitución, por las barreras de la entrada, costo o complejidad de la logística, y por la condición de monopolio u oligopolio.

La matriz de Kraljic es una estructura que nos permite enlazar estas dimensiones y de allí poder hacer los primeros esbozos con respecto a la estrategia de abastecimiento. Esta matriz gira sobre dos ejes; por un lado se ubica el riesgo de suministro (complejidad del mercado), marcándolo como alto o bajo y en el otro eje el impacto financiero, dando de la misma forma las dos opciones.



Esto significa que un producto con riesgo de suministro bajo, es un producto del cual nos podemos abastecer con facilidad, dada la amplitud de oferta y facilidad de consecución de dichos productos.

En contraposición, un producto con complejidad del mercado alta o riesgo de suministro alto, hace referencia a aquellos productos que sus fuentes de abastecimiento son reducidas y demandan un esfuerzo superior para poder conseguirlos.

El modelo distingue entre las 4 siguientes categorías de productos:

- Alto impacto financiero y alto riesgo de suministro: Productos Apalancados.
- Alto impacto financiero y bajo riesgo de suministro: Productos estratégicos.
- Bajo impacto financiero y bajo riesgo de suministro: Productos Rutinarios.
- Bajo impacto financiero y alto riesgo de suministro: Productos Cuello de Botella.

**Productos Apalancados:** Son productos que tienen un alto impacto financiero, pero representan un alto porcentaje de beneficio para el comprador, y son de fácil consecución. Hay muchos proveedores disponibles, es fácil cambiar de proveedor y la calidad está garantizada. Por tanto, es necesario encontrar proveedores con los mejores precios.

**Productos Estratégicos:** Son productos cruciales para el proceso o el producto final del comprador, siendo de alto impacto en el negocio y caracterizados por un alto riesgo de abastecimiento causado por escasez o una complicada logística de abastecimiento (pocos proveedores). Es necesario tener una relación establecida con el proveedor, elaborando un tipo de alianza para garantizar el suministro.

**Productos Rutinarios (no críticos):** Estos materiales que se caracterizan por su facilidad de consecución y su bajo impacto financiero, suelen ser abastecidos de manera sencilla, sin generar elevados lotes de inventario. Su bajo impacto desde el punto de vista económico y su amplitud de oferta, sugiere que existen múltiples ofertantes con características comunes, por lo que no es necesaria una mayor investigación ni complejas labores de búsqueda de alianzas con proveedores. Es necesario buscar productos alternativos de manera que disminuya el riesgo de incumplimiento por parte del proveedor.

**Productos Cuello de Botella:** Son productos que se pueden adquirir en un solo o pocos proveedores, caso contrario, su entrega se vuelve poco fiable. Tienen un bajo impacto relativo en los resultados financieros. Para estos casos la estrategia de abastecimiento se orienta hacia el abastecimiento en volumen, conociendo que se incurre en el almacenamiento, pero su reducido tamaño y su bajo valor monetario no tiene mayor impacto sobre los costos del almacenamiento físico y financiero.

## 12.1. Gestión de STOCKS

Los criterios de compra de los Stocks para el Mantenimiento del METRO de forma genérica, puede ser el siguiente:

- Sistema de VÍAS, Aparatos y Complementarios: Una Gestión Interna de los stocks. Es decir, la adquisición de los recambios, para los equipos/componentes de dicho sistema, ha de estar gestionada a través del departamento de "Aprovisionamiento" del Área de Mantenimiento y puestos a disposición en un Almacén Central, para estar a disposición del personal de mantenimiento.

## 13. MODELO DE LISTADO DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO.

GESTIÓN DE STOCK				
EQUIPO O ELEMENTO	CANTIDAD	DURABILIDAD	NECESIDADES DE STOCK (aproximadas)	MOTIVOS Y OBSERVACIONES
Carril 54 EI	107.000 m	+ de 40 años	4.000 m	Fundamentalmente incidencias

GESTIÓN DE STOCK				
<b>Conjunto Fijación Directa DFF-ADH SKL-3 formado por placa base / tornillos tirafondos /Tuerca Arandela /grapa a carril</b>	90.107 ud	+ 10 años	3.000 ud	Poco desgaste, en conjunto pocas necesidades, fund. Incidencias
Calces de altura 425x190x2, 3 o 5 mm	según diseño	+ 10 años		ídem
Inserto de anclaje M27 con tapón inferior	2 por placa	+ 10 años		ídem
Casquillo de ajuste DFF-ADH	2 por placa	+ 10 años		ídem
Arandela grower reforzada WL27	2 por placa	+ 10 años		ídem
Tornillos amarre a hormigón hexagonal M27x120 DIN 931	2 por placa	+ 10 años		ídem
Arandela plana USL-6	2 por placa	+ 10 años		ídem
Tuerca hexagonal M22 E/C 39x22	2 por placa	+ 10 años		ídem
Tornillo de gancho M22x65 (45)	2 por placa	+ 10 años		ídem
Clip elástico SKL-3	2 por placa	+ 10 años		ídem
Placa elástica de asiento 54E1	1 por placa	+ 10 años		ídem
Placa vulcanizada DFF-ADH SKL-3 54E1 1:20	1 por placa	+ 10 años		ídem
Placa de reparto 430x195x10 mm, inyección	1 por placa	+10 años		ídem
<b>Conjunto Fijación Vía embebida formado por placa base / tornillos M24 /Tuerca Arandela /grapa a carril Fondo de Saco y Talleres y Cocheras</b>	1.348 ud	+ 10 años	50 ud	Poco desgaste, en conjunto pocas necesidades, fund. Incidencias
Placas	1 por aparato	+ 10 años		importación
Tornillos amarre M24	2 por aparato	+10 años		importación
Tuercas y arandelas	2 por aparato	+ 10 años		importación
Grapas tipo Gantrex a carril	según diseño	+10 años		importación
<b>Conjunto Vanguard Retrofit para Sustitución de conjuntos DFF-ADH Estándar</b>	10.540 ud	+ 10 años	500 ud	Importación suministro de +6 meses
Suela suplemento bajo patín 10 mm	1 por placa	+ 10 años		ídem
Suela suplemento bajo patín 5,5 mm	1 por placa	+ 10 años		
Suela de seguridad 13 mm	1 por placa	+ 10 años		ídem
Calce de altura 5, 3, 2 mm	Según especificaciones	+ 10 años		ídem
Inserto de anclaje M27	2 por placa	+ 10 años		ídem
Placa aislante DFF-ADH STD	1 por placa	+ 10 años		ídem
Arandela grower reforzada WL27	2 por placa	+ 10 años		ídem

GESTIÓN DE STOCK				
DIN 931. Tornillo Hex. M27x140	2 por placa	+ 10 años		ídem
Arandela plana M27	2 por placa	+ 10 años		ídem
Casquillo de ajuste excéntrico M27	2 por placa	+ 10 años		ídem
Suela de seguridad 8 mm	1 por placa	+ 10 años		ídem
Clip de retención	2 por placa	+ 10 años		ídem
Conjunto del tope de caucho 54E1	2 por placa	+ 10 años		ídem
Soporte lateral asimétrico 54E1	2 por placa	+ 10 años		ídem
Cuña asimétrica de ajuste 23 mm	2 por placa	+ 10 años		ídem
Hombro con gancho	1 por placa	+ 10 años		ídem
Placa base vanguard Retrofil	1 por placa	+ 10 años		ídem
Placa aislante 410x195x15mm	1 por placa	+ 10 años		ídem
<b>Vías sobre perfiles metálicos o pilarillos (P-2)</b>	1.600 Ud	+ 10 años	160 ud	Suministro 6 meses. Importación
<b>Toperas</b>	2 FS fijas HA, 2 vía de prueba móviles, 23 Nave de Talleres	+ 10 años	1 móvil, 3 grupos de 2 topes Nave de Talleres	Importación 4 meses
<b>Traviesas o durmientes de hormigón en la playa de vías de Talleres</b>	4070 Ud.	+ 10 años	400 Ud.	Elemento de importación suministro 1 año
Arandelas DIN127 grower 18, bicromatada	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
Tuerca DIN934 HEX M18, bicromatada	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
Tornillo DIN931 HEX M18x70mm, bicromatado	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
Suela acanalada 138x180x4,5mm	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
Lámina elástica 70x66x4,80mm 19, pintada	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
Tope aislante 20mm	2 por traviesa	+ 10 años		Ídem
<b>Taco rígido en vías de estacionamiento</b>	2.966 ud	+ 10 años	150 ud	Importación suministro 1 año
Tirafondo Ss 35		+ 10 años		ídem
Clip elástico SKL 21		+ 10 años		ídem
Placa acodada Wfp 21 K		+ 10 años		ídem
Placa de asiento		+ 10 años		ídem
Taco roscado de plástico		+ 10 años		ídem
<b>Conjunto Soporte Contracarril 33C1 (incluido contracarril)</b>	800 ml	+ de 25 años	80 ml	Importación suministro 1 año
Calces de altura 2, 4 y 10 mm	Opcionales	+ de 25 años		ídem

<b>GESTIÓN DE STOCK</b>				
Arandelas DIN125 plana M24	8 por sujeción	+ de 25 años		ídem
Arandelas DIN127 grower M24	4 por sujeción	+ de 25 años		ídem
Tuerca hexagonal DIN934 M34	8 por sujeción	+ de 25 años		ídem
Esparrago de anclaje M24x200mm	4 por sujeción	+ de 25 años		ídem
Suela de soporte 10 mm	1 por sujeción	+ de 25 años		ídem
Soporte de contracarril	1 por sujeción	+ de 25 años		ídem
<b>Engrasadores</b>	58 ud en curvas	+10 años	2 ud	
Grasa sintética	A definir			Intentar que sea nacional
<b>APARATOS DE VÍA</b>				
Aparato (Desvió) sencillo DSIH-B1-54E1-100-1:5-CC-D Playa de Vías Talleres y Cocheras	24 ud	+ de 25 años	1 ud	Importación + de 1 año de compra
Aparato Desvío Doble Diagonal Simétrica DDIH-C (+10) - 54E1 - 140 -1:8 - CR - 3385 (Bretelle)	4 ud o 16 cambios (2 Quitumbe y 2 El Labrador)	+ de 25 años	1 ud de cambio	ídem
Aparato Desvío Doble Diagonal Simétrica DDIH-C (+10) - 54E1 - 140 -1:8 - CR - 3385 (Bretelle)	1 ud o 4 cambios Talleres y Cocheras	+ de 25 años	1 Ud de cambio	ídem
Diagonal ESIHP- C (+10) - 54E1 - 140 - 1:8 -CR - D - 3385 con traviesas embebidas en placa (escape)	10 ud o 20 cambios (MV, ES, ER (2), LM, SF, EA, UC, LC, EJ,	+ de 25 años	1 ud de cambio	ídem
Desvío Sencillo DSIHP- C (+10) - 54E1 - 140 - 1:8 - CR - D en Fondo de Saco	2 ud	+ de 25 años		ídem

ORGANIGRAMA MANTENIMIENTO VIAS Y APARATOS

