

**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE METROS Y SUBTERRÁNEOS
A L A M Y S**

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN**

**6^{ta} REUNIÓN INTERMEDIA DE LOS COMITÉS TÉCNICOS
VALENCIA, ESPAÑA**

**SUBCONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO
ELECTROMECÁNICO EN LA LÍNEA "A" DEL METRO FÉRREO
PANTITLÁN LA PAZ**



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES
2. JUSTIFICACIÓN
3. ESQUEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO.
4. ESQUEMA DE EVALUACIÓN Y PENALIZACIÓN DEL SERVICIO
5. BENEFICIOS Y CONCLUSIONES



1. Antecedentes

Como resultado del proyecto "Metro siglo XXI" la Línea "A" fue creada bajo el concepto de la calidad total, 17 años de experiencia en la operación, mantenimiento y administración de la red se pusieron en práctica para dar inicio al proyecto en 1986; las obras empezaron en abril de 1987 y con un avance mínimo se suspendieron en septiembre del mismo año. La construcción se reanuda el 9 de enero de 1990 hasta concluir.

Línea "A" entró en operación de manera exitosa el 12 de agosto de 1991 con 17 kms, (13 en el D.F. y 4 en el Edo. Mex), 10 estaciones, con un parque vehicular de 20 trenes (18 en operación y 2 de reserva) con un intervalo de 2' 50", beneficiando a la población más necesitada del oriente del D.F. siendo la primera Línea con carácter metropolitano.

La Línea representó para el Sistema de Transporte Colectivo Metro un quiebre en la concepción y tecnología empleada hasta ese entonces, al implementar por vez primera la tecnología Férrea y Sistema de alimentación por Catenaria, Autómatas Programables Industriales (API's) en las Subestaciones de rectificación, Sistema de Pilotaje Automático *SACEM*, por mencionar los más relevantes.

Un aspecto importante que permitió a Línea "A" superar las expectativas fue el haber sido creada bajo un nuevo

concepto de organización que dio lugar a implantar las siguientes premisas:

- ✓ Descentralización en la toma de decisiones.
- ✓ Nueva estructura plana, con los niveles jerárquicos mínimos que han permitido que el impacto de las decisiones beneficien en una mayor y mejor atención al público usuario.
- ✓ Puesto de control de Línea independiente de las Líneas neumáticas.
- ✓ Ejecución y administración del mantenimiento de las instalaciones fijas y del material rodante.
- ✓ Talleres propios equipados con infraestructura para tecnología Férrea.

2. Justificación

El gran reto consistió para el organismo no solo en poner en servicio la Línea, sino sostener el servicio sin contar con personal técnico para la atención de averías en las diferentes especialidades (vías, señalización, pilotaje, peaje, mando centralizado, alta tensión, baja tensión, sistema catenaria, equipos de ventilación y aire acondicionado, etc), que garantizaran la continuidad del servicio.

Particularmente la implantación de la tecnología de punta, obligó al S.T.C. a capacitar y convertir en especialistas



de la tecnología Férrea a un grupo de ingenieros que recibieron diversos cursos en la Ciudad de Paris, Francia y capacitación práctica participando en la construcción de la Línea, dando como resultado el contar con el personal mínimo indispensable que garantizará la operabilidad de la Línea. Para cumplir con los objetivos planteados el S.T.C. se dió a la tarea de subcontratar diferentes servicios de mantenimiento con compañías especializadas, sobre todo las que habían participado en la construcción de la Línea. Especialmente hablaremos del mantenimiento electromecánico presentando el esquema general con sus puntos particulares a tomar en cuenta en este tipo de contratos con compañías externas.

3. Esquema de supervisión y control del mantenimiento.

Llevar a cabo contratos de servicios obliga tanto a la empresa como al prestador de servicios el respetar y cumplir una serie de cláusulas que garanticen la continuidad del servicio al público usuario.

A continuación mencionaremos los aspectos más importantes a considerar en el contrato:

- ✓ Toda la mano de obra
- ✓ Organización y gestión administrativa de su personal.
- ✓ Las herramientas e instrumentos en general.

- ✓ Ropa de trabajo y equipo de seguridad de sus trabajadores.
- ✓ Medios de transporte para atención de averías.
- ✓ Gestión y control computarizada de las refacciones a su cargo.
- ✓ Gestión y control computarizada del mantenimiento preventivo y correctivo.
- ✓ Capacitación del personal de supervisión del S.T.C.

Para iniciar el contrato es necesario plantear las siguientes definiciones:

- ✓ Inventario general y diagnóstico técnico funcional de los equipos e instalaciones.
- ✓ Fronteras de intervención de los equipos e instalaciones.
- ✓ Programa anual de mantenimiento preventivo.
- ✓ Niveles de mantenimiento, preventivo y correctivo.

De lo anterior, se pueden definir las principales bases para llevar a cabo la implantación de un esquema de supervisión y evaluación del mantenimiento.

Considerando la parte financiera se inicia el contrato con un anticipo del 20% a la firma del contrato y el restante 80% se divide en 12 mensualidades consecutivas que dependiendo de la calificación del reporte mensual se realizan las autorizaciones de pago correspondientes.

Tomando como punto de partida el programa de mantenimiento anual definido de manera conjunta entre empresa y proveedor, se realiza un esquema de ejecución mensual - semanal, para lo cual es necesario realizar una ficha de mantenimiento por equipo en la que se indica lo siguiente: (Periodicidad, Personal requerido, Materiales, Herramientas y equipo e índices de dificultad) tal como se describe en el formato a continuación:

FICHA TÉCNICA

Esta tarea permitió contar con el tiempo en horas hombre de cada una de las actividades a realizar por cada equipo, de tal forma que se contaban con los estándares que más adelante facilitaron la evaluación del

mantenimiento preventivo y la penalización del mantenimiento correctivo.

Un detalle importante que se observó en esta tarea, es que en algunos equipos la cantidad de actividades era demasiado extensa, y por esta razón difícilmente el personal al ejecutar las órdenes de trabajo, las realizaba de manera detallada y esto trajo como consecuencia el implantar una ficha de ejecución que mejoró notablemente la supervisión de la calidad del mantenimiento y por ende el desempeño de los equipos, tal como se muestra en la ficha siguiente:

MANEJO INTEGRAL DE LA CALIDAD		MANEJO INTEGRAL DE LA CALIDAD	
TÉCNICA N° 1 RECORRIDO A LÍNEA DE BIA.		TÉCNICA N° 1 RECORRIDO A LÍNEA DE BIA.	
T.T. FECHA:	FECHA:	LUGAR DE LA INSPECCIÓN: T.O.	
INVESTIGACIÓN 1. MATERIALES		TIPO PERSONAL: INVESTIGADOR	TIPO DE INVESTIGACIÓN
MATERIALES		2	B.S.
CANTIDAD DE TIPO:		INSTRUMENTOS DE MEDIDA	
		TABLA DE INSTRUMENTOS Y MEDIDAS	
NOMBRE DEL PERSONAL:			
S.T.E.		SECRETARIO	
1 _____		2 _____	
ACCIONES LAS DESARROLLADAS POR EL INVESTIGADOR:			
RECIBIR INFORMES DE ALTAZ:		HACER UN RESUMEN DE ALTAZ	
DIA DE INVESTIGACIÓN:		DIA DE INVESTIGACIÓN (SI NO):	
PUNTOS A OBSERVAR:			
1. Identificación de la actividad en la que se está trabajando. (Nombre producto o servicio ofrecido, tipo de servicio y tipo de actividad).			REALIZADO
2. Revisar el procedimiento de elaboración. (modo de trabajo y control).			REALIZADO
3. Revisar el control interno de la elaboración en general.			REALIZADO
4. Revisar la calidad del producto o servicio ofrecido. (calidad de los materiales y calidad de los resultados).			REALIZADO
5. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal.			REALIZADO
6. Revisar si existe una separación de las etapas de producción y elaboración de acuerdo a los tipos de procesos y tipos de productos.			REALIZADO
7. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal.			REALIZADO
8. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
9. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
10. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
11. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
12. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
13. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
14. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
15. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
16. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
17. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
18. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
19. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
20. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
21. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
22. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
23. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
24. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
25. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
26. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
27. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
28. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
29. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
30. Revisar que no se realizan actividades que no corresponden a la actividad principal. (lavado, secado, envasado, etc.).			REALIZADO
DESCRIPCIONES:			
Nombre y Titulo S.T.E.		Nombre y Titulo SECRETARIO	

FICHA DE EJECUCIÓN

Otra parte importante que hay que tomar en cuenta y que en este caso controla el acceso a las instalaciones es el Puesto de Control de Línea y que

representa la frontera entre la operación y el mantenimiento, para lo cual nos dimos a la tarea de implantar un formato denominado:

Protocolo para Confirmación de Libranza, Maniobra de Equipos y Notificación de Vías Libres.

FOLIO _____

PROTOCOLO PARA CONFIRMACIÓN DE LIBRANZA, MANIOBRA DE EQUIPOS Y NOTIFICACIÓN DE VÍAS LIBRES

HORAS DEL DÍA _____ AL _____ DE _____ JORNADAS DE TRABAJO IT 4.3 C O E T

HORAS DEL PERSONAL _____ 1. _____ 2. _____

EQUIPO 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____

ALSTHOM - SECTOR CATAMARCA SOLICITA CONFIRMACIÓN DE LA LIBRANZA A LA SUPERVISIÓN DEL S.T.C. PARA EJECUTAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO A LAS INSTALACIONES DE CATAMARCA Y EQUIPOS DE TRACCIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO.

DEL KM _____ AL KM _____

DE LA ESTACIÓN _____ A _____

POR ANTES VÍAS _____

REGULACION QUE OTORGÓ LIBRANZA Y AUTORIZACIÓN A VÍAS

NOMBRE _____ FECHA _____ HORA _____

RESPONSABLE DEL S.T.C. QUE CONFIRMA LIBRANZA Y DESCENSO A VÍAS

NOMBRE _____ FECHA _____ HORA _____

RESPONSABLE DE ALSTHOM QUE RECIBE CONFIRMACIÓN DE LIBRANZA Y AUTORIZACIÓN PARA DESCENSO A VÍAS.

NOMBRE _____ FECHA _____ HORA _____

SELECCIONADORES A MANIOBRAR

FE. ____ DEC. ____ PFI. ____ DEC. ____

FE. ____ DEC. ____ PFI. ____ DEC. ____

RECIBIÓ NOTIFICA:

QUE LOS SELECCIONADORES MARCADOS SON CORRECTOS

QUE HAY SIGLOS REFERIDOS TIENEN LOS CORRECTOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN INSTALADOS

QUE TODOS EL PERSONAL DE ALSTHOM SABE DE HACER

ENTREGA POR ALSTHOM

NOMBRE _____ NOMBRE _____

PUESTO _____ PUESTO _____

FECHA _____

RECIBE Y CONFIRMA POR S.T.C.

NOMBRE _____ NOMBRE _____

PUESTO _____ PUESTO _____

FECHA _____

REGULACION QUE RECIBE SALIDA DE VÍAS

NOMBRE _____ FECHA _____ HORA _____

PROTOCOLO

Lo anterior, permitió no solo controlar el acceso a las instalaciones sino también resguardar la seguridad del personal ejecutor, control de asistencia, y entregar en tiempo y forma cada libranza para reiniciar el servicio de manera oportuna, etc.

Lote de Refacciones

Para garantizar la continuidad del servicio el S.T.C. entrega como

obligación contractual un stock mínimo indispensable de refacciones y equipos, de tal forma que esto genera una doble responsabilidad, por un lado controlar el suministro de las nuevas y por el otro el control de las piezas a remplazadas, que a través de un procedimiento especial se tipifican como material recuperable para el Organismo.

Como experiencia podemos comentar que es un punto a tener bien controlado por manejarse bienes y recursos de la empresa, y que en las auditorias es un aspecto muy observable.

Reporte mensual de mantenimiento

Para liberar este reporte, los responsables de la supervisión del mantenimiento de la empresa y del contratista lo revisan exhaustivamente, el cual contiene los siguientes conceptos:

- Mantenimiento preventivo
 - Programado v.s. realizado
 - Listados por órdenes de trabajo.
- Mantenimiento correctivo (*se evalúa si se presenta*)
- Refacciones utilizadas
- Trabajos especiales



4. Esquema de Evaluación y penalización del servicio

La evaluación se lleva a cabo dando un peso específico a cada actividad de mantenimiento, es decir, una calificación al mantenimiento preventivo y otra al correctivo. La suma de ambas constituye la calificación total o índice de calidad del mantenimiento (ICHO) al término de un periodo dado (3 meses) de evaluación.

PUNTOS MANTTO. PREVENTIVO + PUNTOS MANTTO. CORRECTIVO = ICHO

El peso específico a cada mantenimiento (PUNTOS POR MANTENIMIENTO) queda definido en el seno de cada servicio de mantenimiento.

Apegándose a una Cláusula del contrato, se definen los márgenes aceptables de calidad del mantenimiento.

- a) se define el INS (índice nivel superior)
- b) se define elINI (índice nivel inferior)

Bajo este contexto los índicesINI e INS, quedan determinados con los siguientes valores para los contratos de mantenimiento

INI = 80 PUNTOS

INS = 100 PUNTOS

A la luz de lo anterior el principio de penalización y no penalización es el que a continuación se anota:

Cuando ICHO<INI \Rightarrow GEC ATSA es penalizado.

Cuando ICHO>INI \Rightarrow GEC ATSA no es penalizado.

El detalle general de calificación de cada tipo de mantenimiento se presenta a continuación:
Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene los siguientes componentes:

- ✓ Avance físico (con peso del 50% sobre el mantenimiento preventivo).
- ✓ Calidad del mantenimiento preventivo (con peso del 50% sobre el mantenimiento preventivo)

El avance físico se evalúa mediante la confrontación programado-realizado del seguimiento al PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, establecido en cada servicio.

NOTA: los retrasos en los programas mensuales de mantenimiento se pueden justificar con presencia de eventos especiales (indicación de STC, falta de libranza, refacciones no suministradas imputables a STC, etc).

la calidad del mantenimiento preventivo es evaluada a través del análisis de los siguientes puntos.

- a. PUNTUALIDAD.- Se toma en cuenta el horario de cita GEC ATSA – STC para la realización del mantenimiento preventivo.
- b. EQUIPO DE SEGURIDAD.- El personal de mantenimiento debe portar el equipo básico y el equipo general de uso común, de seguridad. Este equipo es definido al nivel de cada servicio de mantenimiento.



- c. HERRAMIENTAS.- El personal de mantenimiento debe llevar consigo la herramienta adecuada a la actividad de mantenimiento que se va a proporcionar.
- d. MATERIAL DE CONSUMO.- Se debe contar con los materiales de consumo adecuados a la actividad específica de mantenimiento. A definir dentro de cada servicio.
- e. DISPONIBILIDAD.- Se entiende por este concepto a la buena actitud ante el trabajo para desarrollo del mismo.
- f. PLANTILLA DE PERSONAL.- Se asegura una presencia mínima de personal para el servicio.
- g. EFICIENCIA.- Se califica la calidad en la ejecución de los trabajos.
- h. REGLAMENTOS.- Todas las actividades estarán enmarcadas en el cumplimiento de los reglamentos establecidos por el STC.

NOTA: La calificación particular a cada concepto, queda definida en el ámbito de cada servicio de mantenimiento, según la importancia que el mismo mantenimiento pondra a cada rubro.

Finalmente, la expresión que permite evaluar el MANTENIMIENTO PREVENTIVO es la siguiente:

Puntos manto. prev = [0.5 (ejecución / programación) + 0.5 (calidad manto.)] x calificación trimestral preventivo.

Evaluación del Mantenimiento Correctivo.

Para la calificación del mantenimiento correctivo se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- a. TIEMPO DE LLEGADA (T_{LL}). Se califica el traslado oportuno al lugar del incidente, en un rango de tiempo aceptable a definir dentro de cada servicio.
- b. TIEMPO DE DETECCIÓN (T_D). A nivel de cada servicio se definen los umbrales de tiempo para detección de la falla, según la importancia del equipo en intervención.
- c. TIEMPO DE REPARACIÓN (T_R). Al igual que en el punto anterior, son definidos los umbrales de tiempo para reparación del equipo en intervención. A definir dentro de cada nivel de servicio.
- d. GRADO DE AFECTACIÓN AL METRO(G_A). En el caso de presentarse algún incidente que afecte la operación del sistema, este punto se evalúa en el seno de cada servicio.
- e. TIPO DE FALLA (TP_F). Se toman en cuenta dos tipos de falla.
 - Imputable a GEC ATSA
 - Independiente a GEC ATSA
- f. CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE OPERACIÓN (RO). Se aplican los reglamentos que a la fecha ha proporcionado STC para evaluar este rubro.

Finalmente, la expresión que permite calificar al mantenimiento correctivo es la siguiente:



Puntos manto. correctivo = $(T_{LL} + T_D + T_R + G_A + TP_F + RO) \times$ calificación trimestral correctivo.

DONDE:

$$(T_{LL} + T_D + T_R + G_A + TP_F + RO) \leq 100\%$$

La evaluación y penalización de los servicios de mantenimiento se basan en la calificación por separado del los mantenimientos preventivo y correctivo.

Evaluación del mantenimiento preventivo:

La ejecución del mantenimiento preventivo, es primordial para lograr un buen desempeño y alta disponibilidad de los sistemas.

Si existe incumplimiento al programa anual de mantenimiento en el mes en cuestión, debido a causas imputables directamente al proveedor, se aplican los siguientes valores de penalización:

% del programa de mantto. Preventivo ejecutado en el mes evaluado	% de descuento al pago mensual.
99.0 o mas	0
98.01 - 98.99	1
97.01 – 98.0	2
96.01 – 97	3
95.01 – 96	4
95.00 ó menor	5

Evaluación y penalización del mantenimiento correctivo.

Aunado a un buen mantenimiento preventivo el prestador de servicios

deberá efectuar un eficaz y eficiente servicio para la atención de las averías que presenten los equipos, a través del índice de disponibilidad definido de la siguiente manera:

$$D(\%) = \frac{TS}{TS + TFS}$$

TS.- tiempo del servicio
TFS.- Tiempo fuera de servicio

Para efectos de penalización y para que el prestador de servicios actúe con la eficacia requerida aún cuando la avería no le sea imputable, los tiempos fuera de servicio se toman de la siguiente manera:

Avería imputable al mantenimiento con afectación a la operación.

TFS SE TOMA EN CUENTA AL 100 %

Avería imputable al mantenimiento sin afectación a la operación.

TFS SE TOMA EN CUENTA AL 30% .

Avería no imputable al mantenimiento con afectación a la operación.

TFS SE TOMA EN CUENTA AL 5%.

Tomando en cuenta lo anterior, se aplica la tabla de penalización siguiente:

Disponibilidad del sistema	% de descuento al pago
97.01 – 100	0
96.01 – 97.00	1
95.01 – 96.00	3
95.00 ó menor	5



5. Beneficios y conclusiones

Uno de los principales beneficios es el de mantener una alta confiabilidad de los equipos, alargar la vida útil de los mismos y sobre todo un ahorro aproximado del 30 % en mano de obra directa, comparado con la ejecución por parte del propio Organismo.

Otro beneficio de la subcontratación de los servicios fue transferir el conocimiento de las nuevas tecnologías al personal del S.T.C. de manera gradual y eficaz, mediante el acompañamiento en la ejecución de todas y cada una de las actividades de mantenimiento, al mismo tiempo de ir complementando la plantilla de personal y estar en posibilidad de absorber la responsabilidad o en su caso continuar con la subcontratación de estos servicios.

La capacitación punto importante para la mejora continua en la administración y ejecución del mantenimiento, fue el haber contemplado dentro del contrato una capacitación especializada teórico – práctica que facilitó el desarrollo de personal técnico altamente calificado para el mantenimiento.

Otro aspecto primordial fue el haber desarrollado la cultura de la prevención, ya que con una alta confiabilidad de los equipos la gente poco interviene en fallas del tipo correctivo, razón por la cual se implementaron simulacros continuos de

falla con la finalidad de revisar y mejorar todas las variables involucradas (radiocomunicación, tiempo de llegada, equipo de seguridad, tiempo de reparación, equipamiento, etc), para estar en condiciones de atender cualquier incidente de manera eficaz y oportuna.