

MANTENIMIENTO

INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE EDIFICIOS

mayo 2011
Núm. 244

Órgano Oficial de:



www.aem.es

ESPECIAL
Mantenimiento en el sector
del transporte



TEXROPE® HFX Plus

Mayor potencia. Mayor rentabilidad.



Cuando se instalan correas TEXROPE® **HFX Plus** Ud. verá rápidamente aumentar su rentabilidad. Las correas trapecoidales de esta generación garantizarán una mayor duración en sus máquinas que cualquier otra correa trapecoidal – incluso bajo temperaturas extremas. Las correas HFX Plus le ofrecen nada más que beneficios: mayores intervalos de servicio, tiempo mínimo de inactividad de producción, recambios costosos menos frecuentes, menor consumo de energía. En breve, las correas TEXROPE® **HFX Plus** le aseguran una ventaja insuperable sobre la competencia.

Contacte con su distribuidor local y aprenda cómo las correas TEXROPE® **HFX Plus** hacen más rentables sus máquinas.

www.texrope.com/hfxplus



Soluciones que transmiten confianza

Paseo de Ubarburu, 67 • Polígono 27 - Martutene • 20014 SAN SEBASTIÁN • Apdo de Correos 1229 • 20080 San Sebastián
Tel.: 902 457 200 • Fax: 902 431 278 • e-mail: atencioncliente@sitsa.es • www.sitsa.es



SOCIEDAD INDUSTRIAL DE TRANSMISIONES, S.A.

Descansa tranquilo

Alquila directamente al fabricante

ATLAS COPCO, S.A.E.
Avda. José Gárate, 3.
Políg. Ind. Coslada
28823 COSLADA (Madrid)
flota.alquiler@es.atlascopco.com



Atlas Copco Rental, Planes de Contingencia

Llámanos y te prepararemos un Plan de Contingencia que garantice el suministro de aire en tu producción.

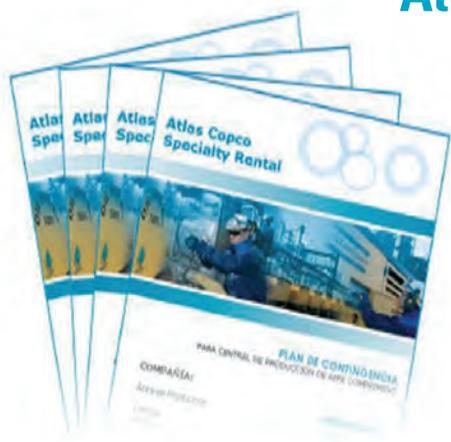
Atlas Copco Rental te ofrece la gama más completa de equipos de aire de alto rendimiento exentos de aceite.

Servicio 24/7

Para más información:

- www.atlascopco.es/alquiler
- Tfno.: 902 425 345

Nuestro mayor objetivo es tu **máxima tranquilidad**



Sustainable Productivity

Atlas Copco

¡ Pilote el mantenimiento de todos sus equipos !



- >> Control de las instalaciones fijas
- >> Seguimiento optimizado de flotas
- >> Conforme a las obligaciones legales

CARL
SOFTWARE

Active sus equipamientos

CARL TRANSPORT

El software de mantenimiento dedicado a los transportes

Con CARL Transport, CARL Software es el único editor que dispone de una solución completa de gestión de equipamientos **dedicada al mundo de los transportes**.

CARL Transport constituye actualmente, para todos los profesionales del mantenimiento de los transportes, el medio más adaptado para asegurar la disponibilidad máxima de todos los equipos. Una solución ideal para garantizar la continuidad del servicio y la satisfacción de los usuarios.

A diferencia de otros programas de mantenimiento, CARL Transport permite **la gestión a todos los niveles** :

- > Materiales móviles, bus, metro, tranvías, trenes...
- > Instalaciones fijas (IF) : edificios, almacenes, vías, catenarias, paradas de bus, estaciones de alimentación, escaleras mecánicas, cajeros automáticos, puntos de acceso, túneles de lavado...

Verdadera solución destinada a una profesión en concreto, CARL Transport integra la gestión de las **especificaciones más avanzadas** como por ejemplo la interoperabilidad con las terminales de carburante y el Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE), la gestión de siniestros...

CARL Transport se beneficia de la nueva tecnología internet de la gama CARL Source (Web 2.0, Java, XML, web Services, arquitectura Open Source...).

CARL Transport se utiliza para el mantenimiento de los metros de Alger, de Turín, de Madrid, de París... CARL Software acumula más de **23 años de experiencia** al servicio del mantenimiento, de miles de usuarios y un nivel de servicio máximo que hacen la diferencia.

CONTACTO EN ESPAÑA

Tel. (+34) 93 481 68 68

CARL SOFTWARE
LIDER GMAO EN EUROPA Y N°1 EN FRANCIA

www.carl-software.es

AGENCIAS EN ESPAÑA, FRANCIA, ITALIA

¿Está fracasando el país?



Pedro Rodríguez

Es ciertamente sorprendente la situación laboral en que nos encontramos inmersos. El paro sube desenfundadamente, las empresas medianas o pequeñas se ven obligadas a cerrar puertas, o a deslocalizarse o a reducir cantidad ingente de personal. En todos los casos descritos quien sufre la consecuencia es el propio personal afectado y por ende la sociedad en general. Por más que se eleven los impuestos llegará un momento que será ingobernable a no ser que se encuentren y pongan los remedios precisos para no llegar a este colapso. No da esta sensación en la actualidad por cuanto ni se gobierna ni se deja gobernar.

Se lee en la prensa que para algunos cargos directivos se empiezan a solicitar personas mayores de cincuenta años. Ha costado entender que la experiencia no debe tirarse por la borda. ¡Cuantos ERE's no han cortado cabezas con experiencia suficiente para ser aprovechada! Según el periódico que leí hace unos días, la directora general de Hudson sentenciaba que *"El talento no tiene edad. Lo que sucede es que a talentos iguales, una persona de 55 años puede aportar algo más que uno de 35, que es la experiencia, que el joven no ha tenido todavía tiempo para desarrollar"*. Estamos plenamente de acuerdo pero ¿lo ven igual en la fecha las empresas y sus máximos dirigentes? Por que imagino que su temor está en el nivel salarial y seguramente que con razón.

Pero estos máximos dirigentes cuando elaboran un plan de viabilidad no creo tengan en cuenta que algunos de ellos podrían apretarse el cinturón y simplificar la estructura de la cúpula directiva donde el nivel salarial es más alto y no afectaría tanto a la base, que es donde se pierde conocimiento, experiencia, práctica, productividad. Cuando se mejoran líneas productivas, cuanto más se automatizan, ya se reduce de por si la necesidad de cierto personal pero con cuidado, sin perder la experiencia precisa para seguir produciendo con la calidad y competitividad que demanda el mercado.

De todas formas es curioso, o mejor dicho, preocupante, que por un lado se elimine experiencia de 55 años y por otro la población juvenil preparada vaya incrementando el paro de forma alarmante. Parece un contrasentido. Ya se ha dicho en diversas ocasiones que es lamentable que esta juventud tenga que buscarse la vida en otros países, pues en este no se le ofrece ninguna oportunidad para completar su formación y al mismo tiempo adquirir experiencia a través del trabajo. También se ha mencionado lo esencial que fue en su época la figura del aprendiz en la industria. Recibía formación, adquiría experiencia, la ponía al servicio de la empresa y existía una continuidad en el ciclo formativo con el paso de nuevas generaciones. Cuando finalizó este sistema por ser sustituido por el actual marco laboral, dicen que más justo, ya se levantaron algunas voces disconformes. Tiempo después se han ido oyendo de nuevo al comprobarse que el sistema no era del todo eficiente, viéndose con alarma que el paro y la temporalidad se incrementaban. Y la situación sigue in crescendo siendo ya urgente encontrar la solución correcta y poner remedio a la misma.

MANTENIMIENTO

Órgano de difusión de:

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO -AEM

Director

Pedro Rodríguez Darnés

Comité Técnico

Pilar Almagro Marcos - VERTISUB

Gerardo Álvarez Cuervo - AEM

Luis Baldellou Faro

Salvador Carreras Cristina - TALLERES PETIT

Manuel Corretger Rauet - AEM

Pedro Paredes Navarro - ROCA SANITARIO

Miquel Pujol Riera - INSTITUT CATALÀ DE LA SALUT

Agustí Tresserra Amigó - CEMENTOS MOLINS

Domicilio Social AEM: Pza. Dr. Letamendi, 37, 4º 2ª • 08007 Barcelona • Tel. 933 234 882 • Fax: 934 511 162
e-mail: info.bcn@aem.es • www.aem.es • Depósito legal: B-42.769-83 ISSN: 0214-4344

La Dirección de la Revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, la cual recaerá exclusivamente sobre sus autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de los titulares de la publicación, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

1. Cordial saludo: ¿Está fracasando el país?

4. Análisis en tiempo real de la interacción pantógrafo-catenaria para la reducción de costes de mantenimiento

Vicente Fuerte, Francesc Tanarro – ALSTOM TRANSPORTE

Las interrupciones del servicio comercial debidas a incidentes en la infraestructura relacionados con la interacción pantógrafo-catenaria, ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar estrategias y/o dispositivos que ayuden a evitarlos, a fin de mejorar la calidad del servicio y reducir los elevados costes tanto de indisponibilidad como de mantenimiento que conllevan.

En este sentido, Alstom ha desarrollado el proyecto OHMS (*OverHead Monitoring Services*) que, mediante la medición de diversos parámetros dinámicos y cinemáticos, realiza la monitorización en tiempo real de la interacción pantógrafo/catenaria, lo que permite tanto el análisis del funcionamiento del pantógrafo, como la detección precoz de puntos con potencial riesgo de enganchón o avería en la catenaria.

9. Reingeniería de los procesos de mantenimiento mediante la aplicación de técnicas Lean para la reducción drástica del Lead Time

María Antonia García, Ana Santiago** – *Metro Madrid, **Sisteplant*

La experiencia presenta el diseño de una nueva sistemática más productiva de organización de las actividades en la sección Mantenimiento de *Bogies* mediante una línea de montaje de pulsos (Piloto: series 6000-8000). Las ventajas de este nuevo proceso son la mejora de visibilidad sobre el avance del trabajo, la simplificación de la gestión y la supervisión de la planificación, la gestión dinámica de prioridades en función de incidencias y disponibilidad de recursos, mejor estandarización de procedimientos y la reducción del *Lead Time* mediante un “flujo continuo” entre otros.

12. Procesos de mantenimiento de la superestructura de vía en la red de ancho ibérico de ADIF

David-Ibán Villalmanzo – ADIF

Las acciones de mantenimiento de la supervisión de la vía en la Red Convencional gestionadas por ADIF, responden actualmente a una serie de procesos, que recogen desde la fase de toma de datos de su estado, mediante los métodos más modernos de inspección y auscultación, hasta la ejecución de las actuaciones necesarias para mantener la explotación ferroviaria en los términos propuestos por el Estado. Se exponen los flujos necesarios en términos técnico-económicos para atender las incidencias que la afecten de la forma más inmediata (mantenimiento correctivo), mediante acciones planificadas aplicando las filosofías de mantenimiento según estado o cíclico (mantenimiento preventivo), y además las que suponen mejoras, rehabilitaciones o renovaciones de sus elementos para su adaptación funcional (actuaciones de mejora y planes de renovaciones).

19. El mantenimiento de relés de vigilancia ante cortocircuitos en redes de tracción

Alberto Pila Alonso - Mantenimiento Instalaciones Alta Tensión TMB

El caso presentado en este artículo muestra como a través de la búsqueda de un mejor entendimiento de los equipos de protección contra cortocircuitos en una red de tracción conllevó al diseño de un equipo que en el mercado no ofrece y que resulta muy adecuado para mejorar la técnica aplicada actualmente útil con el resultado de mejorar la eficiencia del mantenimiento de estos equipos.

23. Gestión del mantenimiento del material móvil en la red del Metro de Barcelona

Ramón Rosell – FERROCARRIL METROPOLITÀ DE BARCELONA

El objeto de este trabajo es exponer de forma breve las acciones recientes que se están realizando al objeto de incrementar la fiabilidad de los trenes, reducir el tiempo de paro y ajustar el mantenimiento de los trenes a las necesidades de mejora de la calidad del servicio y control de costes, garantizando la seguridad.

27. Reflexiones en Mantenimiento: Liderazgo en Mantenimiento

Juan Pedro Maza, Expresidente de AEM

28. Noticias AEM

34. Noticias y novedades

OMICRON

Ensayos automatizados para asegurar la fiabilidad de los sistemas de protección

La calidad de los sistemas de protección tiene una influencia directa en el rendimiento y la estabilidad de todo sistema eléctrico de potencia. La efectividad de las protecciones en infraestructuras de ferrocarril juega un papel fundamental en el éxito económico del sistema.

Pregunta: ¿Puede mantenerse o incluso mejorarse la calidad del sistema de protección cuando por un lado los recursos humanos disponibles para evaluación, puesta en servicio y mantenimiento se reducen, y por otro los sistemas se vuelven cada vez más complejos? ¿Podemos mejorar sustancialmente esta situación incrementando la productividad de nuestros expertos gracias a la automatización y la estandarización?

¡La respuesta a ambas preguntas es sí! La automatización y estandarización pueden ahorrar mucho tiempo a los expertos en relés de protección y permitir que se concentren en la mejora continua del sistema de protección mediante el análisis y la resolución de las problemas reales de operación, en lugar de "reinventar la rueda" de los ensayos.

Además, la automatización no solo reduce el tiempo, también permite ir más allá en las pruebas, mejorando no solo la eficiencia sino también la calidad. La sencillez de utilizar planes de prueba automáticos facilita la evaluación de los resultados, no solamente en la puesta en servicio y en las pruebas rutinarias de mantenimiento, sino también después de actualizar el firmware de un relé o de modificar los ajustes del mismo. Estos beneficios nos han llevado a concentrarnos cada vez más en la automatización y la estandarización de las pruebas.

¿Qué se recomienda para automatizar las pruebas?

La estandarización de los relés y de sus ajustes es la clave para automatizar con éxito las pruebas y ayudar a los usuarios frente a la creciente complejidad de los sistemas de protección. Para protecciones estandarizadas, un plan de pruebas automatizado que incluya la secuencia de pruebas y las instrucciones necesarias puede fácilmente demostrar su valor.

De todas formas, una estandarización completa es difícil de lograr. Un sistema de prueba automatizado debe permitir la flexibilidad necesaria para adaptar fácil y rápidamente los planes de prueba a aplicaciones no estándar. Un relé debe probarse utilizando sus ajustes reales, ya que probarlo según los ajustes iniciales de fábrica no garantiza en ningún caso su buen funcionamiento cuando se le apliquen los ajustes correctos. Los planes de prueba automatizados deben por lo tanto adaptarse automáticamente a los ajustes reales del relé, en lugar de obligar a manipular el relé para que sea éste el que se adapte al plan de prueba. Si simplemente descargamos los ajustes del relé al software de pruebas y los utilizamos para la prueba, impediremos la detección de cualquier discrepancia entre los parámetros nominales y los que realmente están ajustados. Por este motivo, los planes de prueba automatizados necesitan disponer de interfaces con las plantillas de ajuste de los relés en lugar de con el propio relé. La evaluación automática de los resultados de prueba para asegurar que el relé actúa de acuerdo con sus tolerancias especificadas aporta grandes beneficios, aunque no puede reemplazar por completo el criterio de un experto en relés. Una representación gráfica clara de los resultados es necesaria para permitir al ingeniero una evaluación rápida de los mismos. Una vez que se detecta un problema, ya sea en el propio relé, por un mal ajuste del mismo o incluso por un error en el plan de prueba, es fundamental disponer de las herramientas de análisis apropiadas para localizar y eliminar rápidamente la causa de dicho error. Estas herramientas deberían incluir el registro de transitorios, herramientas para verificación de las conexiones y funciones de medida.

Las pruebas automatizadas aportan una documentación y una visualización completas, con registro de eventos y gráficos disponibles en todos los pasos de la prueba. La repetición de las pruebas fallidas debe ser posible sin tener que repetir el proceso completo, permitiendo una identificación rápida de la causa del problema.

A través de sus soluciones automatizadas de prueba, OMI-CRON cumple con todos estos criterios y combina la rapidez y la efectividad con los medios necesarios para diagnosticar cualquier problema identificado durante el proceso de prueba. Su compromiso con la innovación y la satisfacción de las necesidades de los ingenieros se hace evidente en las funcionalidades excepcionales y en la calidad de sus equipos de prueba.



Análisis en tiempo real de la interacción pantógrafo-catenaria para la reducción de costes de mantenimiento

Francesc Tanarro

Ingeniero I+D

TLS España y Portugal

Resp. desarrollo proyecto OHMS

Vicente Fuerte

Director de Ingeniería & I+D

TLS España y Portugal

INTRODUCCIÓN

Las interrupciones del servicio comercial debidas a incidentes en la infraestructura relacionados con la interacción pantógrafo-catenaria, ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar estrategias y/o dispositivos que ayuden a evitarlos, a fin de mejorar la calidad del servicio y reducir los elevados costes tanto de indisponibilidad como de mantenimiento que conllevan.

En este sentido, ALSTOM ha desarrollado el proyecto OHMS (OverHead Monitoring Services), que, mediante la medición de diversos parámetros dinámicos y cinemáticos, realiza la monitorización en tiempo real de la interacción pantógrafo/catenaria, lo que permite tanto el análisis del funcionamiento del pantógrafo, como la detección precoz de puntos con potencial riesgo de enganchón y/o avería en la catenaria.

ANTECEDENTES

Según datos de SNCF, Deutsche Bahn y Trenitalia, en 2004 hubo más de 900 enganchones de pantógrafo con la catenaria entre las tres redes (fuente: EUROPAC).

Según este estudio, en 2004 se contabilizaron 443.000 minutos de retraso debido a estos incidentes con un coste medio estimado de 1.000€ por minuto. Así, para una flota de unos 8.000 trenes, el coste aproximado fue de 443M€ en un año por enganchones.

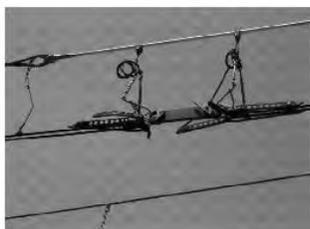


Fig. 1. Zona de aislamiento



Fig. 2. Pantógrafo accidentado

Existen varios pantógrafos instrumentados en el mercado (figura 3), de alto coste económico de adquisición y mantenimiento, que son utilizados por los mantenedores de infraestructura para auscultar periódicamente la red. La frecuencia de estas auscultaciones, en ocasiones, no es suficiente para evitar posibles averías por enganchón.

En este contexto la unidad de mantenimiento de material rodante de Alstom Transporte (TLS, *Train Life Services*) se propone en 2006 el desarrollo de un sistema de monitorización del comportamiento dinámico del pantógrafo, que a su vez permita

determinar el esfuerzo de contacto del mismo con el hilo de la catenaria, localizando así los puntos en que se presentan síntomas de posible avería en la misma y que requieren una especial atención a nivel de mantenimiento.

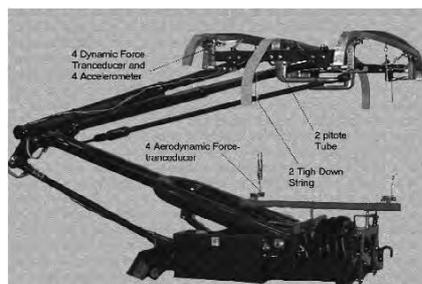


Fig. 3. Ejemplo de pantógrafo instrumentado

REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN

A la hora de desarrollar este proyecto, ALSTOM se planteó una serie de restricciones técnicas, basadas en las necesidades a cubrir con este servicio:

- El dispositivo debe ser de bajo coste, dado que su uso no se debe restringir (aunque lo puede complementar) a trenes laboratorio o coches auscultadores, ya equipados con pantógrafos instrumentados con todo tipo de sensores de alta precisión, con sus respectivos acondicionadores de señal, sistemas optoacoplados de aislamiento, etc. que dan un detalle exhaustivo del estado de la catenaria. En este caso se trata de equipar un número suficiente de unidades que permitan, en servicio comercial, obtener una auscultación continua de la catenaria, aumentando así la frecuencia de las revisiones.

- Por otra parte, el dispositivo debe ser lo más "universal" posible, siendo la aplicabilidad del dispositivo en cualquier ámbito ferroviario un factor clave. Esto implica desde mediciones a baja velocidad (Tranvías, Metros, Suburbanos) hasta velocidades altas (Media y Larga Distancia) o muy altas (más de 300Km/h). Además, debe funcionar tanto en túneles, como en condiciones climáticas adversas.

- Del mismo modo, para no tener que replantear la homologación de los pantógrafos ya existentes en el mercado, las mediciones deberán ser sin contacto con el pantógrafo. Dado que el pantógrafo es un elemento que trabaja a alta tensión, se antoja difícil la instalación de dispositivos "tradicionales" de medición de fuerza, dado que esto implica proveer al sistema de medición de un considerable nivel de aislamiento para poder operar con seguridad en servicio comercial. Así pues, no deberá ser intrusivo, evitando modificar la estructura del

pantógrafo, así como el paso de cables de alta tensión entre el techo y el interior de la caja.

• Finalmente, y de cara a minimizar la tradicional dificultad que suponían las herramientas de mantenimiento predictivo (interferencia en las tareas de mantenimiento), el equipo debe ser fácil de instalar y de mantenimiento muy reducido. Además, la generación de alarmas, captura de datos y análisis de los mismos deberá estar lo más automatizado posible, de cara a facilitar el posterior análisis de las informaciones por parte de los ingenieros responsables.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

El objetivo es la medición del "Esfuerzo Vertical", lo que además, gracias al proceso requerido para obtenerlo, permitirá monitorizar la altura de la mesilla, el gradiente y la aceleración vertical. Analizamos dos métodos de obtención de la magnitud, basados en el mismo principio físico.

MÉTODO 1

La primera hipótesis está fundamentada en una ley física que nos permite obtener el valor del esfuerzo a través de medidas indirectas que no implican necesariamente un contacto mecánico. Basándonos en la segunda ley de Newton, la cual relaciona la fuerza (F_i) con la masa (m_e) y la aceleración que sufre esta, realizando la medición de la aceleración de algún punto suficientemente relevante, y conociendo la masa que "aporta" el pantógrafo desde ese punto al sistema pantógrafo-catenaria, se podrá determinar la fuerza instantánea en función del tiempo.

$$F_i = m_e \cdot \frac{\partial^2 x_i}{\partial t^2}$$

El punto de medición:

Como el objetivo es monitorizar la interacción pantógrafo-catenaria, lo ideal sería medir la relación dinámica justo en el punto de contacto, entre el cable y la banda de contacto (figura 4).

Obviamente es muy difícil poder medir entre el hilo de contacto de la catenaria y el frotador en un pantógrafo en servicio comercial, dado que este punto es inaccesible. Por contra, gracias a que medimos sin contacto, sí podemos medir en un lugar muy próximo al óptimo, justo debajo del frotador, en la mesilla, que es el punto más cercano al punto de contacto del cable con la mesilla.

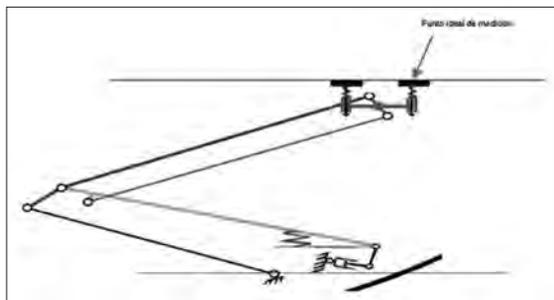
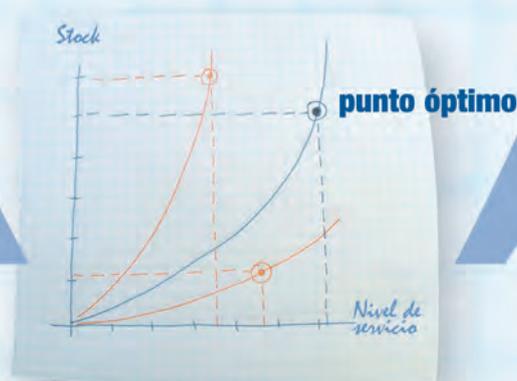
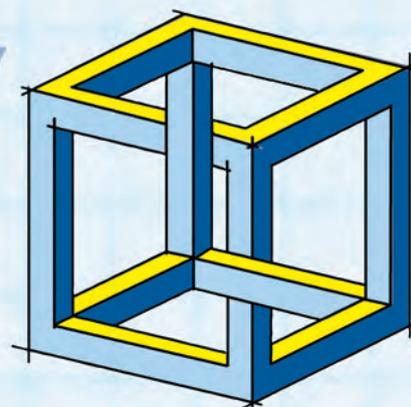


Fig. 4. Punto de medición

Obtención de la Aceleración

Para conseguir este valor, seguimos la posición instantánea del punto referido. Así, la medición del esfuerzo vertical se realiza, por tanto, a partir de la segunda derivada de la altura del pantógrafo respecto del tiempo, a partir de la aceleración vertical de la mesilla.

¿Reducir el stock aumentando el nivel de servicio?



Sitúe a su empresa en el óptimo

Si desea que su empresa reduzca el stock a la vez que aumenta el nivel de servicio, sitúese en el **punto óptimo** para:

- Mejorar el EBITDA
- Reducir el inmovilizado
- Aumentar el cash-flow operativo

Las compañías líderes en España ya están en el **punto óptimo**. Han incrementado su servicio y reducido notablemente su inventario.

¡Déjenos ayudarle a alcanzar el **óptimo**!

 **ToolsGroup**

Ronda Universitat, 17, 08007 Barcelona ☎ 93 412 57 68

www.toolsgroup.es

Masa equivalente

Respecto a la masa (m_e) a tener en cuenta del pantógrafo, al contrario de lo que se podría intuir a priori, no se trata de la masa de la mesilla del pantógrafo, ya que hay que tener en cuenta que el pantógrafo está aportando una fuerza de empuje contraria al peso. Así, el aporte de masa neta se obtiene a partir de la diferencia entre las fuerzas que actúan a favor de la gravedad (pesos) y la propia fuerza de empuje del pantógrafo (muelles y/o sistemas neumáticos), en contra de la gravedad.

Mediante la aplicación de este método, la medición del esfuerzo vertical en la interacción pantógrafo-catenaria se realiza sin tener un conocimiento previo del estado de la infraestructura, lo que nos permite una aplicación "plug & play" del equipo, aunque con un nivel de detección muy estricto (exclusivamente basado en las tolerancias que dicta la norma ETI), y cuyas tolerancias hay que ajustar "a la realidad del servicio" con el uso del dispositivo.

MÉTODO 2

La segunda hipótesis de trabajo se basa también en el mismo principio, a partir de la medida de la altura del pantógrafo, pero en este caso la obtención de los parámetros y la discriminación de eventos se realiza mediante comparación con una ecuación diferencial obtenida previamente.

Realizando una auscultación de calibrado en la línea a monitorizar, se obtiene un perfil de alturas en función del tiempo/PK. A partir de esta medición se define una ecuación diferencial que nos servirá como modelo de referencia de la catenaria (extraído de mediciones reales). Con esta operación se puede parametrizar el equipo.

Durante el servicio, el equipo irá midiendo la altura y calculando el valor instantáneo de la ecuación diferencial. Si la desviación de la medición real respecto al modelo obtenido sobrepasa cierto valor, estaremos en condiciones de, por un lado, detectar puntos defectuosos de la línea y, por otro lado, establecer un patrón de degradación de la interacción pantógrafo catenaria, lo que nos lleva a realizar políticas de mantenimiento basadas en el estado de la catenaria (CBM), o predictivas.

ARQUITECTURA

HARDWARE

Como se ha mencionado anteriormente, las restricciones para el desarrollo del equipo son grandes, debido a que éste debe ser instalado en el techo del vehículo y debe realizar las mediciones sin tener contacto con el pantógrafo, con el fin de permitir el uso del equipo en servicio comercial con pasajeros en el propio tren.

Dado el nivel de precisión requerido y el alto tiempo de muestreo que se pretende obtener, el desarrollo del equipo se basa en tecnologías ópticas.

La arquitectura consta de tres subsistemas:

- Sistema de proyección
- Sistema de captación
- Procesado e interfase tren-tierra

La misión del sistema de proyección es, valga la redundancia, proyectar una pantalla (invisible e inocua) cuyas dimensiones se correspondan con el rango de alturas de la catenaria en la línea que deseamos monitorizar. En la mesilla del pantógrafo se pega una placa reflectora con un patrón grabado. Este patrón va a ser el elemento que permitirá discriminar el punto de medición del resto de reflejos que podrían confundir al sistema de captación. De la pantalla proyectada va a volver tan sólo un haz de luz "codificado" que se va a retroproyectar en el sistema de captación (figura 5).

El sistema de captación consta de un sensor que tiene calibrada la pantalla proyectada (con una sensibilidad de

décimas de milímetro). El reflejo recibido del pantógrafo va a incidir sobre ésta regla de calibración en un punto en justa correspondencia con la altura del pantógrafo. Esta medición se realiza a más de 1.000 muestras por segundo, con lo que obtenemos una inspección cada 5cm de catenaria en el caso de una velocidad de 330Km/h (la exhaustividad de las mediciones aumenta a medida que disminuye la velocidad). De esta manera se obtiene la magnitud base sobre la que se van a realizar los cálculos que permiten la monitorización de la interacción pantógrafo-catenaria.

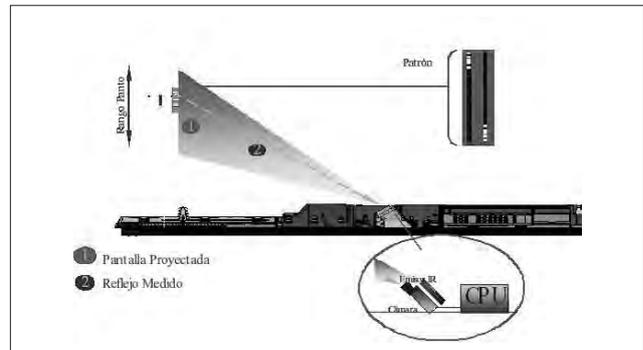


Fig. 5. Sistemas de proyección y captación

Adicionalmente, el sistema de captación incorpora una cámara de video que graba dicha interacción durante todo el recorrido.

El sistema de procesado es un sistema microprocesador con una interfase específica de comunicación a alta velocidad con el sistema de captación.

El procesado se realiza en tiempo real y nos permite la obtención, almacenamiento, retransmisión y representación de las mediciones de altura, gradiente (mm/s), aceleración (mm/s² o G) y esfuerzo (N), así como el cálculo instantáneo del valor de la ecuación diferencial y su comparación con el modelo obtenido.

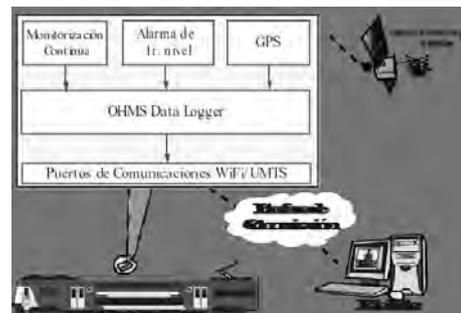


Fig. 6. Sistema de procesado e interfase tren-tierra.

A su vez, el sistema es capaz de discriminar puntos críticos e informar de ellos vía UMTS/HSUPA o WiFi en caso que exista infraestructura para ello (figura 6).

Gracias a su capacidad de comunicación, es posible conectarse al equipo mientras está en funcionamiento y ver en tiempo real tanto las mediciones como la imagen de la interacción monitorizada.

Además, el equipo dispone de GPS, con lo que, allí donde haya cobertura, se puede realizar un seguimiento segundo a segundo de la localización del tren, localizar los puntos críticos detectados y dejarlos marcados en un sistema GIS (Teleatlas, Google Maps).

SOFTWARE

La base de datos será procesada por un software de análisis de alarmas y tratamiento estadístico que tendrá diversas funciones:

- Análisis de Datos
- Establecer Nivel de los Eventos
- Generación de Avisos y Alarmas
- Históricos

Los niveles de alarma definidos serán los siguientes (figura 7):

1. Acorde con la norma ETI, todos los esfuerzos que superen en tres veces la desviación estándar de la fuerza media ejercida por el pantógrafo (3σ) implican un potencial fallo. Este criterio define el primer nivel de avisos y alarmas, que será activada por cada tren que detecte esta anomalía.

2. La discriminación de diversos defectos a lo largo de la red será analizado por el software de la base de datos en que se correlarán todas las alarmas de primer nivel recibidas y sus localizaciones. Este análisis establece el segundo nivel de alarmas, realizado a nivel flota.

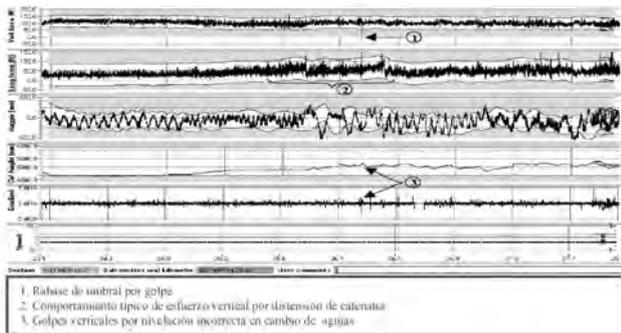


Fig. 7. Identificación y análisis de datos

FUNCIONALIDAD Y APLICACIONES PRÁCTICAS

¿Qué tipo de información facilita OHMS? Desde el punto de vista del usuario, toda esta información descrita anteriormente es absolutamente transparente. Tan sólo se facilita aquella información que puede ser útil para el usuario, a través de una interfase gráfica específica, instalable en cualquier PC y que, además, ofrece la posibilidad de exportar los datos de las auscultaciones en formatos compatibles con hojas de cálculo y representación para análisis más profundos.

Se puede diferenciar la información en varias partes:

- Representación 3D en SIG de la medición de la altura y la situación geográfica de puntos críticos detectados.
- Gráfica general de la medición de la línea completa (Alturas, Gradientes, Aceleración y Esfuerzo en función del tiempo y/o PK).
- Vídeos de los trayectos.
- Detección de puntos críticos (Número, posicionamiento, descripción y severidad).
- Para cada punto crítico: Gráfica en detalle del fenómeno detectado, corte de video correspondiente y localización.

RESULTADOS

OHMS ha sido parametrizado y testado en diferentes entornos:

- Alta Velocidad: en colaboración con ADIF, OHMS fue instalado en el tren laboratorio SÉNECA y los trenes auscultadores Talgo BT donde funcionó en paralelo a las auscultaciones ordinarias que estos trenes realizan tanto en líneas de alta velocidad como convencionales de larga distancia. El hecho de obtener mediciones en paralelo a las que se obtienen los pantógrafos instrumentados con sensores de alta precisión, con señales acondicionadas y calibradas permitieron la validación, entre otras cosas, de las mediciones mediante la correlación de las

mediciones de altura y esfuerzo vertical de los pantógrafos instrumentados con los mismos parámetros medidos por OHMS.

- Metro: En una campaña específica de auscultación, TMB instaló un OHMS en un tren de la serie 9000 (Metrópolis de Alstom con sistema *driverless*) con el fin de valorar la calidad de la interacción pantógrafo-catenaria.

- Cercanías: 2 equipos OHMS estuvieron operativos en servicio comercial durante dos meses en una unidad S/447 de la red de Cercanías de Barcelona. Dicha red tiene una infraestructura de catenaria mixta (catenaria flexible/catenaria rígida) lo cual permitió la prueba de funcionamiento en catenaria rígida. Este último caso es el que se expone a continuación como ejemplo de aplicación.

Optimización del desgaste de la banda de contacto en infraestructura de catenaria "mixta"

OHMS fue instalado entre febrero y abril de 2010 en un tren de la serie 447 de la red de cercanías de Barcelona con el fin de evaluar la calidad de la interacción entre el pantógrafo y la catenaria y optimizar la presión de contacto sin que esto suponga una pérdida de la calidad en la captación.

Se puso en servicio ese tren en la línea R1, entre Maçanet-Massanes y l'Hospitalet de Llobregat (80Km) realizando mediciones de altura de catenaria, gradiente, aceleración y esfuerzo de contacto. También se registró el recorrido en GPS y se realizó una grabación integral en video de las mediciones.

Siguiendo el esquema de obtención de información descrito, se obtienen los siguientes resultados:

Representación 3D en SIG de la medición y situación de puntos críticos detectados

Este tipo de representación permite realizar una "auscultación virtual" de la catenaria en cuanto a altura, gradiente, aceleración y esfuerzo así como la detección de puntos con síntomas previos a una posible avería.



Fig. 8. Representación 3D sobre SIG de parámetros medidos y puntos críticos

Cada uno de estos puntos detectados (representados sobre el mapa como una chincheta, figura 8) contiene la información del PK, la hora, el archivo de video y el instante del video en que se ve el evento.

En ningún caso se trata de una auscultación al uso, como las realizadas por los trenes laboratorio con la periodicidad pertinente, pero sí va a permitir tener información continua, más exhaustiva aunque menos precisa, de cómo se desarrolla durante el servicio comercial la interacción pantógrafo-catenaria.

Por otra parte, el hecho de situar sobre la línea estos puntos, permite, dado el caso (según se evalúe con la información complementaria expuesta más abajo), realizar una intervención preventiva en la línea.

Detalle de Punto Crítico

Una vez se obtiene la información de todos los puntos críticos, éstos se pueden evaluar de forma singular tal y como se ve en la siguiente figura (9), en la que se observa el gráfico, y su grabación en video, de un despegue. Este tipo de detalle permite la evaluación de la severidad de la detección, ayudando así en la toma de decisión de la eventual intervención a realizar y disminuyendo el impacto de un "falso positivo"

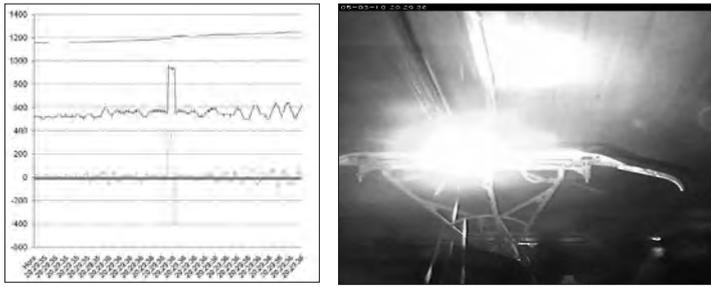


Fig. 9. Herramienta de evaluación de puntos críticos

Gráfica general de la medición de la línea completa.

Este tipo de información permite tener una visión general, tal como lo permite la representación en el GIS, aunque cuantificada y calificada de la medición de un trayecto. En ella se puede observar (figura 10), en azul, la altura, en cian el gradiente, que nos permite la evaluación cuantitativa de la línea (detección del número de eventos dónde un evento corresponde a un pico, y en naranja la aceleración, que permite la evaluación cualitativa (observar los picos positivos, correspondientes a un despegue, y los negativos a un golpe).

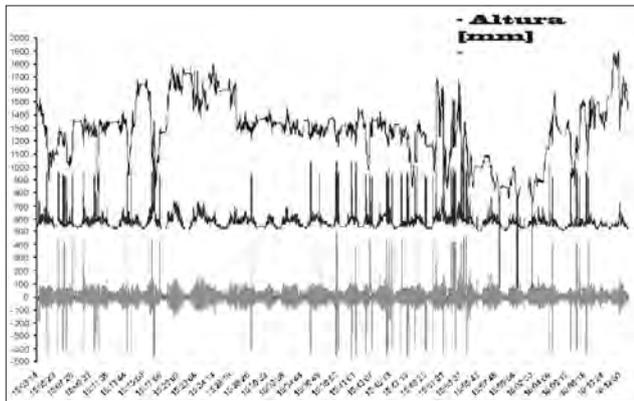


Fig. 10. Representación de parámetros medidos

Por otra parte, la comparación sucesiva de estos datos a lo largo del tiempo, permite observar la degradación del

comportamiento de los parámetros medidos, debido al servicio. Se obtienen así tendencias de desgaste. A partir de este análisis, se pueden establecer umbrales de reparación/substitución basados en el estado real de la infraestructura o el pantógrafo, cosa que permitiría el desarrollo de nuevas estrategias de mantenimiento, reduciendo el nivel de mantenimiento preventivo, y eventualmente el correctivo, y desarrollando políticas de mantenimiento basadas en el estado real de la catenaria (o del pantógrafo). Este tipo de políticas puede suponer una drástica reducción en los costes de mantenimiento.

Cabe destacar la capacidad de conexión M2M de OHMS, lo que posibilita acceder a la información de la medida y la retransmisión de imagen en tiempo real (si la calidad de las telecomunicaciones lo permite).

Resultado del estudio

En el caso descrito, gracias a la aplicación de OHMS en el estudio de la interacción pantógrafo-catenaria en una infraestructura de catenaria mixta, se pudo optimizar la presión de contacto sin comprometer la calidad de la captación, monitorizando la calidad del contacto dinámico.

CONCLUSIONES

OHMS permite la monitorización en tiempo real de la interacción dinámica (altura del pantógrafo, el gradiente, los G de aceleración vertical y la presión de contacto) del pantógrafo con el hilo de contacto, grabando en vídeo la medida interacción y registrando la posición del tren en la red mediante la utilización del punto kilométrico de la línea (P.K.).

OHMS permite la identificación, el posicionamiento y la notificación en tiempo real de puntos con riesgo de avería.

OHMS está dotado de un sistema de conexión remota que permite acceder a la información de la medida y la retransmisión de imagen en tiempo real (si la calidad de las telecomunicaciones lo permite).

Los datos recogidos son enviados a través de los sistemas de telecomunicación tren-tierra a una base de datos donde se analizará la información recogida con el fin de obtener conclusiones no tan solo a nivel tren si no también a nivel flota.

La información obtenida ayuda en la toma de decisiones en actuaciones preventivas y correctivas así como el desarrollo de políticas de mantenimiento basado en el estado de la línea.

Reingeniería de los procesos de mantenimiento mediante la aplicación de técnicas *Lean* para la reducción drástica del *Lead Time*

Javier Borda Elejabarrieta

Dr. Ingeniero Industrial

Presidente y Consejero Delegado de Sisteplant, S.L.

Profesor de la Universidad de Deusto y de ETSII

jborda@sisteplant.com

Maria Antonia García

Responsable de Unidad de Mantenimiento de Material Móvil

mantonia_garcia@mail.metromadrid.es

Ana Santiago Giménez- Bretón

Gerente del área de ingeniería de Sisteplant

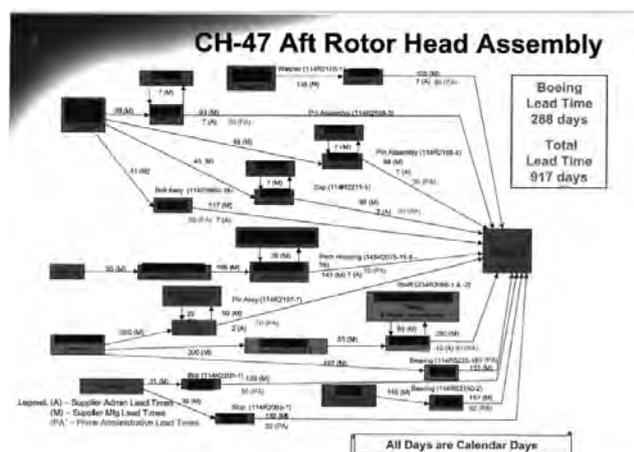
Profesora de la Universidad de Deusto

asantiago@sisteplant.com

Las actividades de MRO en aeronáutica, naval y equipos para defensa pueden tener un gran futuro en Occidente, y particularmente en España, debido a la alta protección ante competidores asiáticos y de países de bajo coste dado su elevado componente de ingeniería de alto nivel y la gran capacidad remanente de mejora de las operaciones (originada por la poca o nula repetibilidad de las actuaciones sobre los equipos).

A este respecto, en la figura 1 puede apreciarse el lead time del rotor de cola de Chinook CH-47 de Boeing. La gran desproporción entre el lead time de Boeing en relación al de los subcontratistas, es un desequilibrio que genera ineficacia. Además, el tiempo teórico neto del proceso que añade valor en el MRO en este caso, apenas rondará el 5% del *lead time*.

Fig. 1.



Los procesos MRO se caracterizan por requerir agilidad extrema y exactitud en la operación, bajo una demanda no siempre previsible que implica ser capaz de reaccionar frente a imprevistos. Las series son reducidas, muchas veces unitarias. Otro factor importante es la necesidad continua de adaptación tecnológica tanto de los medios físicos como del nivel de cualificación y polivalencia de las personas que intervienen en los procesos.

Un factor común a estas actividades de MRO es que se desarrollan sobre equipos voluminosos de difícil manipulación, sean o no muy pesados, con alta inercia –cuando menos por dimensiones– obligando a movimientos lentos con los medios de trabajo tradicionales, grúas, fundamentalmente, para evitar desperfectos en su estructura.

Las empresas que han decidido adoptar Lean como herramienta de trabajo, han centrado sus actuaciones en la implantación de 5S's, aplicación de herramientas de gestión visual de los entornos de trabajo, estandarización de operaciones e implantación de flujo continuo, entre otras herramientas. Si bien este es el camino, muchas veces estas acciones de mejora se han llevado a cabo de manera aislada, en áreas concretas de la empresa sin visión general del negocio y con escasa participación de las personas que están directamente involucradas en el proceso. El resultado ha sido un éxito relativo en esas áreas y escaso impacto en la cuenta de resultados.

De momento, apenas hay amenazas de los países de bajo coste, bien por la complejidad de los requisitos de ingeniería, diversos y experimentados, como por tratarse de equipos para defensa, difícilmente deslocalizables a otros países que no sean los de las OEM's, o por la criticidad que supone el tener garantía de una buena reparación o un salto de nivel (Overhaul).

Esto nos proporciona, pues, un tiempo de protección. Pero ¿podemos confiar en que la situación sea permanente?

Un alto número de los países que hoy han desplazado de Occidente la fabricación de productos que era imposible pensar hace unos años, optan ya a poder tener una actividad en MRO, siendo conscientes, tanto del volumen del negocio, como del nivel tecnológico que induce alrededor.

Tenemos pues la obligación de ir pensando en un salto en los modelos de funcionamiento más tradicionales (especialmente en las plantas de operaciones) que disuada, dada la enorme complejidad de su concepción e implantación, a potenciales y peligrosos competidores de aventurarse en este territorio. Es la asignatura pendiente del MRO, cuyos principales componentes esbozaré a continuación:

- Fiabilidad 100% del producto entregado,
- Lay outs y modelos de operaciones y manipulación revolucionarios,
- Semi-estandarización y sistematización de las tareas de ingeniería, y
- Semi-automatización flexible y polivalente de líneas a pulsos y sistemas de manipulación en general.

Para lograr este reto, existen una serie de herramientas, cuyos resultados han quedado de sobra probados en otros sectores industriales. Presentamos a continuación los primeros pasos en este sentido que ha dado Metro Madrid, donde se eligió una línea piloto (Bogies) como punto de partida de la implantación del nuevo modelo de gestión de planta. La secuencia de actuaciones fue la siguiente:

IDENTIFICACIÓN DE LA LÍNEA PRINCIPAL Y OPTIMIZACIÓN DE SU ACTIVIDAD

Flujo reconfigurable en líneas a pulsos, de aplicación en el desmantelado inicial y en el ensamblado final. El concepto de diseño se basa en tener pocos puestos de trabajo a pulsos, la línea es la misma para el desmontaje y montaje, sin más que recorrerla en sentido contrario, con los sistemas de manipulación (situados en medio) atendiendo simultáneamente (siempre les sobra tiempo) los flujos de ida y vuelta. Esto permitirá aprovechar la inversión más específica en utillajes y sistemas de movimiento, y también el tratamiento simultáneo de los flujos de ida y vuelta mencionados, y para introducir varios equipos sería importante concebir algunos puestos en paralelo de "by pass".

Cuando el equipo comienza el flujo de vuelta (fin del desmantelado y comienzo del ensamblado), es el momento de crear la sincronización de estas líneas con los talleres auxiliares de sub-equipos. El espacio, obviamente, debe ser generoso, en orden a lograr una alta visibilidad del flujo y productividad de la mano de obra y la manipulación.

En la figura 2 puede apreciarse una paradoja interesante. Con tareas de variación alta (MRO), el intento de aprovechar la utilización de los recursos de todo tipo repercute en un lead-time elevado y deteriora la calidad del servicio drásticamente. Sin embargo, la utilización de los medios "per-se" es una eficiencia mal entendida. Lo que se persigue, y redundará en reducción de plazos, es que durante el tiempo de trabajo de la planta no haya incidencias que hagan perder el precioso tiempo de las personas e instalaciones. Esta es la utilización que hay que gestionar. En un entorno MRO hay que tener recursos con cierta holgura, pero nunca anular ésta con una mala operación.

Flujos ágiles y visuales en las tareas de Ingeniería y subordinadas al flujo en la LP (línea principal con línea de pulsos).

Dos niveles de sincronización pues; con la LP, y dentro de las propias tareas de ingeniería, creando pulmones y puntos visuales de entregables que permitan una reconfiguración ágil de prioridades y recursos acoplada con las líneas a pulsos.

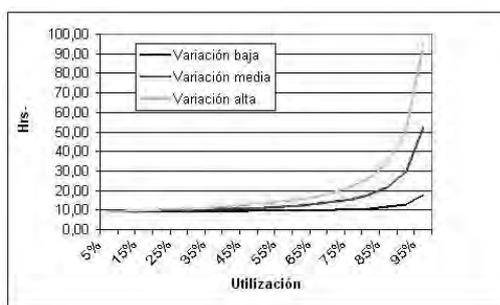


Fig. 2.

LÍNEAS AUXILIARES (LA's)

Lay outs celulares (posiblemente con células virtuales en muchos casos, conviviendo con células reales o físicas), (figura 3) en las LA's (talleres auxiliares para los sub-equipos). La reducción de los plazos y agilidad que las células proporcionan permiten un excelente acoplamiento a las líneas a pulsos, incluso cuando la variabilidad e imprevistos las hacen más inestables. Tanto para estos lay outs celulares, como para la concepción de los puestos a pulsos de las líneas de desmantelado – ensamblaje, es imprescindible estudiar una arquitectura de las operaciones de tecnología de grupos por cierto grado de similitud.

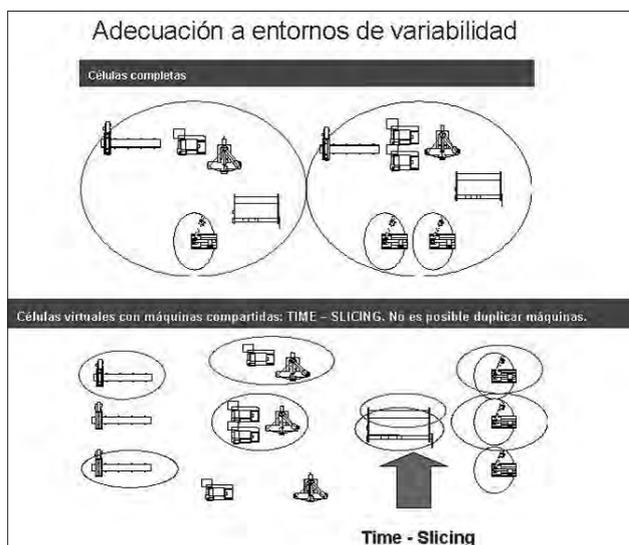


Fig. 3.

En general, los criterios de lay out en MRO, son los siguientes:

- Buffers en la Línea Principal. Pending cards. Señalizaciones por peanas (5S's). Manipulación simplificada.
- Kits de herramientas y subconjuntos de materiales estándar.
- Células virtuales y visualización. "Pasillos" de movimiento expeditivo.
- Gradas adaptativas, con movimiento y con utilidades incorporadas (aire, aceite, agua, electricidad)
- Paneles de sincronización con proveedores, ingeniería y otras secciones. Áreas de briefing – debriefing.
- Mediciones láser por iconos que triangulan.
- Soporte de equipos de respuesta rápida en planta.

Sistematización del conocimiento en la Ingeniería de MRO.

La variabilidad y sorpresas son algo inherente, enriquecedor y protector natural ante competidores del MRO. Pero un avance, también complicado de concebir, y más difícil aún de imitar, es la catalogación y concurso inteligente de lecciones aprendidas anteriormente ante problemas que se presentan en las tareas de ingeniería. Las técnicas de Inteligencia Artificial

y en determinado grado la modelización complementaria por Identificación de Sistemas (Simap, Eventrack) proporcionan una forma flexible y explícita de acceder a la información de mantenimiento y Overhaul útiles en cada momento. También es de gran ayuda en esta sistematización una gestión de stocks basada en fiabilidad por Weibull/Poisson y realimentada (sistema de I.A.) por eventos anteriores.

Automatización flexible y polivalente de las tareas de planta en series ultracortas de familias (grupos de tecnología) de operaciones. Esto afecta principalmente a los trabajos de manipulación local o entre células y a la línea principal a pulsos. Para dar mayor velocidad a los movimientos y a la colocación de los equipos en posiciones con útiles y gradas numerizados y adaptativos, es preciso prescindir de elementos lentos y no rígidos (grúas) y sustituirlos por sistemas de transporte y manipulación deterministas en x, y, z gobernables por ordenador. Además, y dados los volúmenes e inercias, los equipos deben sujetarse de forma que la velocidad de manipulación no les origine grietas o deformaciones.

Un tipo de transporte muy interesante para conectar e inducir la sincronización entre los talleres o líneas auxiliares y la principal a pulsos es el AGV (vehículo guiado automáticamente), que se encargaría de recoger y entregar en posiciones determinadas (manipulables por automatismos) los sub-equipos producto del desmantelado. La automatización mínima de las líneas auxiliares es aquella que permita colocar los citados sub-equipos en los pallets o racks para su transporte por los AGV's.

Subcontratación sincronizada

Un viejo y complicado tema. Lo primero es integrarla en etapas lo más tempranas posible de la ingeniería (con la única limitación de la seguridad de no tener que volver atrás en la especificación básica del equipo a adquirir). El segundo elemento es procurar involucrar a los proveedores en las actividades de mejora de flujos descritas. Es muy difícil resistirse a cumplir los compromisos de plazos después de ver una planta concebida de forma tan avanzada.

Estos seis puntos son, que duda cabe, un gran reto para el MRO. Debemos tomarnos nuestro tiempo para construirlos, pero no para tener el modelo futuro mediante un Plan Industrial tecnológico que oriente hacia él cada una de las acciones tanto de implantación de nuevos sistemas como de mejora. Así, cabría establecer un orden de secuencia para su implantación, una vez que el modelo de futuro ya esté definido.

En grandes bloques, este orden debería ser el siguiente:

1. Sincronización de las tareas de Ingeniería entre si, y de éstas con la planta: primero con las líneas a pulsos, y con mucho detalle con los talleres auxiliares que las sirven.
2. Líneas a pulsos de desmantelado y ensamblado, generación de los puestos primero y semi-automatización después.
3. Conectar los talleres auxiliares y las líneas de pulsos por AGV's
4. Células (reales, virtuales o mixtas) en las LAs (líneas auxiliares)
5. Semi-automatización de los talleres auxiliares.

Otros puntos vinculados a las personas a tener en cuenta:

a) *Motivación para eliminar retrabajos y fallos que se transmiten al cliente.*

- Ergonomía escrupulosa (posiciones, ruido, claustrofobia, iluminación, toxicidad.)
- Eliminación de sobrecargas de trabajo
- Trabajo en equipo
- Herramientas necesarias (y localizadas/ordenadas) para un trabajo escrupuloso
- Formación técnica continua obligatoria: en tecnología y en sistema de gestión para:

- Sincronizar y planificar actividades
- Implantar Poka-yokes lo más visuales posible
- Gestionar "ventanas de error" y análisis de riesgos "a priori" poniéndoles frenos (no basarse en la experiencia pasada solo: diseñar ventanas/posibilidades de error por el contexto y prevenir, no en detección sino en procedimiento).

b) *Liderazgo de gestión en MRO*

- Dirigir siendo "maestro" (técnico y de gestión)
- Persistencia y exigencia para mejorar permanentemente.
- Profundidad de los planteamientos de mejora, no renunciar a nada como visión futura, y encaminar hacia ella acciones con ilusión (por pequeñas e insignificantes que parezcan). Clima de rigor.
- Facilitar activamente el camino para luchar por el futuro (sobretudo frenos de tipo interdepartamental, jerárquico mal-entendido, o incluso institucional).

c) *Personas*

Finalmente hay que decir que en MRO, dada la alta especialización, cualificación técnica y delicado trabajo, las personas son, con mucho, el elemento decisivo para hacer bien o mal las cosas. ¿Cómo podemos lograr un trabajo fiable de calidad? En nuestra opinión lo determinan dos categorías de factores, y se puede apreciar que, además, muchos de los elementos que las configuran son favorecidos por una planta de MRO avanzada.

Como conclusión hay que decir que aun hay tiempo para construir un gran futuro para MRO si avanzamos en la sistematización de la ingeniería y en la sincronización, linealización y automatización de los talleres. Puede ser realidad, y de hecho es una necesidad. La clave está en mejorar los entornos de trabajo de manera organizada, con visión global del proceso y atacando a cada desperdicio con resolución. Vivimos en un mundo en el que la velocidad nos convierte en superficiales. A nivel industrial esto tiene también implicaciones directas: se resuelven los problemas y se mejoran las cosas pero sin erradicar del todo los primeros ni obtener el máximo potencial en las segundas.

El papel de la dirección en este proceso es fundamental para lograr la participación y la implicación de las personas puesto que la toma de decisiones para la generación de las mejoras debe estar ubicada en donde se genera la actividad de cada área, y fundamentalmente por quienes lo ejecutan.

Procesos de mantenimiento de la superestructura de vía en la red de ancho ibérico de ADIF

David-Ibán Villalmanzo Resusta

Gerente de Vía. ADIF-DOIRC

GENERALIDADES

De acuerdo al seguimiento del Sistema de Gestión certificado por AENOR adoptado por la Dirección de Operaciones e Ingeniería de Red Convencional (DOIRC) desde ocho años, siguiendo los criterios de las normas derivadas de las series UN-EN-ISO 9001 (Calidad), UN-EN-ISO 14001 (Medio Ambiente) y OSHAS 18001 (Seguridad y Salud en el Trabajo), esta Dirección decidió establecer de manera formal, que ésta se dirija y controle en cuanto a sus actividades de Mantenimiento con una sistemática de procesos productivos, de tal forma que su gestión sea lo más conocida y transparente posible por parte de su personal, así como de sus clientes externos (las empresas ferroviarias de operación) e internos (otras partes del sistema de explotación ferroviario que Adif administra).

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO DE LA VÍA FERROVIARIA

El Mantenimiento, tal y como lo refiere la Norma UNE-EN 13306, es: *“La combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede desarrollar la función requerida.”*

El objetivo básico que buscan los procesos productivos de Adif Red Convencional es el aprovechamiento de los recursos disponibles para optimizar el estado de la infraestructura ferroviaria, desde el mejor punto de vista técnico y económico, teniendo en cuenta criterios de mantenibilidad, fiabilidad, disponibilidad y seguridad (RAMS) de las instalaciones, y con el claro criterio de mantener, lo más bajo posible el coste de ciclo de vida (LCC) de las mismas de la forma más prolongada en el tiempo, de cara a permitir las máximas posibilidades de servicio para las circulaciones de los operadores ferroviarios con licencia y habilitación para el uso de su red.

Esta forma de expresar el objetivo básico del Mantenimiento de las Infraestructuras Ferroviarias permite, que tanto en la aplicación de nuevas tecnologías como en el en el diseño y puesta en marcha de nuevos procesos de trabajo, siempre se prevean todos los aspectos técnicos y criterios de exigencia que pueden acontecer a lo largo de la vida útil de la instalación o producto, desde el mismo momento de sus concepción.

OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y PROCESOS BÁSICOS DEL MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA FERROVIARIA EN LA RED CONVENCIONAL DE ADIF

OBJETIVOS

Podemos indicar que los procesos productivos de Mantenimiento específicos para la superestructura de vía ferroviaria

es el conjunto de actividades desarrolladas por el personal asignado, de acuerdo a unos procedimientos establecidos, que permitan prever o predecir las posibles incidencias (averías/sucesos), efectuar las revisiones (inspecciones y auscultaciones) marcadas y realizar las actuaciones (trabajos/reparaciones) eficaces, dentro de un periodo dado, todo ello bajo criterios de eficiencia para permitir la máxima disponibilidad de la circulación, en los surcos asignados.

El despliegue de los objetivos de estos procesos vendrá determinado atendiendo a criterios definidos, pudiendo clasificar los mismos en tres grupos diferentes:

Objetivos Generales

Se encuentran determinados por políticas de la empresa, tanto en lo referente al mantenimiento de las instalaciones, como atendiendo a sus características y a las que demanden los potenciales o reales usuarios o explotadores; en este caso, los operadores ferroviarios, y para ello se tendrán en cuenta criterios tales como:

- Tipo de explotación, en cuanto a sus tipos de trenes según su servicio (cercanías, mercancías, media y larga distancia, etc.)
- Número de circulaciones por tramos considerados
- Ingresos económicos que producen por tramos
- Velocidades máximas de circulación por cada tramo

Objetivos de cumplimiento

Estos se fijarán de acuerdo con los indicadores para medir la eficacia del mantenimiento. Habitualmente se fijan objetivos anuales, con medición mensual o trimestral y se podrán agrupar en cuadros de seguimiento o a través de lo que se conoce actualmente como cuadros de mando.

Objetivos de mejora

Se marcan en función de las necesidades, bien a petición de los clientes, bien de otras Direcciones responsable de la explotación, o bien como iniciativa de mejora proponiendo objetivos encaminados a dar unas mejores prestaciones de explotación.

Para realizar dicho fin, habrá que dimensionar la estructura organizativa y fiabilidad del sistema, entendiendo que ésta debe acometerse como fiabilidad total, es decir incluyendo todas las especialidades (y no solo la de de superestructura de vía), que puedan intervenir en la definición de los ratios a alcanzar para conseguir la disponibilidad exigida por los operadores.

El concepto de disponibilidad debe ser único; es decir, aquel que en función de la tecnología y el conjunto de las instalaciones, para un tramo determinado, pueda dar. Por ello, no se puede hablar de que una tecnología concreta instalada

en un tramo es más o menos fiable, sino que habrá que hablar de fiabilidad de trayecto, y en todo caso vendrá determinada por la de menor de ellos, siendo necesario estructurar la organización para dar un servicio establecido o acordado, bajo el criterio de unidad básica, que será el trayecto, la línea o corredor bajo objetivos comunes.

CARACTERIZACIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA DE VÍA Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

La vida útil de las instalaciones de Superestructura de Vía en su totalidad se puede considerar para la vía sobre balasto (que constituye el 99% de la longitud de la Red Convencional ferroviaria administrada por Adif), en torno a los 35 -40 años, aunque hay elementos que tienen una vida útil menor, dependiendo fundamentalmente de factores de entorno, como factores climatológicos, factores ambientales; uso o desgaste de algunos elementos y densidad de circulación.

El sistema de la superestructura de vía es un sistema de fiabilidad serie, es decir, que ante el fallo de cualquiera de sus elementos afectaría directamente al desarrollo de la explotación incluso, en algún caso, a la seguridad de las personas; y por tanto, es fundamental tener definidos los elementos críticos o bien aquellos que la afectan de forma más importante.

La planificación del mantenimiento de la superestructura de vía está condicionada por factores externos que tienen un gran peso a la hora de realizar los procedimientos operativos pues:

- Posee una longitud lineal y extensa
- Existe normalmente la necesidad de realizar las operaciones en bandas concertadas, en las cuales se impide la explotación normal, pues no pueden circular trenes comerciales
- Hay una disponibilidad de tiempos operativos muy pequeños.
- Se necesitan medios operativos muy especializados (maquinaria pesada y ligera de vía, dresinas específicas),
- Las operaciones de control y de seguridad en el desarrollo de los trabajos son complejas

Las estrategias de mantenimiento a aplicar que se exponen en el presente caso, pretenden conjugar las distintas herramientas del Mantenimiento Preventivo aplicadas a la superestructura de vía ferroviaria, para conseguir una mayor eficiencia ofreciendo una mayor disponibilidad de dichas infraestructuras. Para ello se centran en tres tipos de mantenimiento distintos:

- **Cíclico**, mediante inspecciones, revisiones y actuaciones establecidas con periodicidades fijas en el tiempo, y que se utilizan para los tramos donde se sitúan tipos de armamento de vía con juntas también denominada "en barra corta"

- **Según estado**, donde las actuaciones se establecen si no cumplen los límites establecidos como estados no admisibles, mediante inspecciones y v auscultaciones con vehículos especializados de diferentes tipos, y que se establece para todo el resto de tipologías de armamento de vía en barra larga soldada

- **Predictivo**, de modo experimental aprovechando avances tecnológicos en la inspección y sensorización, así como estudios históricos de fiabilidad y minimización de riesgos, sobre datos de estado aplicando técnicas RCM ("*Reliability Centered Maintenance*"). Solamente ha empezado a caminar recientemente por el uso de este tipo de estrategias con objeto de elaborar actuaciones de mejora con planes de gestión de activos específicos.

La pretensión de combinar distintas operaciones de mantenimiento van buscando administrar lo mejor posible la banda de mantenimiento disponible, ya que es un bien escaso; siendo la planificación una herramienta indispensable para afrontar este problema, buscando la optimización de las tareas de la forma siguiente:

a) Realizar el mayor número posible de actividades de mantenimiento fuera de la banda o periodo asignado expresamente para ello, de forma compatible y sin afectación a la explotación

b) Desarrollar e implantar sistemas de sensorización aplicables a obtener información precisa de la evolución de distintas y específicas partes de la instalación

c) Priorizar las actividades de mantenimiento en función de la criticidad de los elementos y de las distintas partes de la Red.

d) Realizar estudios precisos de fiabilidad de la instalación.

e) Planificar y programar las actividades en función de los datos obtenidos de los análisis anteriores.

DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA

Las labores de mantenimiento así como las de mejora, sustitución, rehabilitación o renovación parcial, debido al nivel de financiación que pueden recibir frente al de las nuevas inversiones, se van a ver fuertemente condicionadas en cuanto a la utilización de sus posibles recursos. Es por tanto, necesario aplicar esta visión global en la planificación y concepción general de los procesos que tengan en cuenta determinados criterios de eficiencia que sobre todo, nos servirán para establecer la priorización de la realización de las intervenciones. Estos pueden reunirse en dos grandes grupos:

- **Técnicos:** Tienen como objeto, exigir eficiencia técnica a la hora de optimizar los trabajos de mantenimiento ferroviario, puesto que normalmente producen fatiga adicional a la del tráfico corriente, a los materiales de los elementos constituyentes de la vía. Establecen también de forma aproximada cual será el resultado de la intervención, dependiendo del estado pasado y actual de la infraestructura.

- **Económicos:** Sirven para controlar apropiadamente la antigüedad y amortización del material puesto en vía y los costes de los trabajos de mantenimiento a realizar, determinados por la cantidad de gasto corriente y la inversión disponible para reposición del material existente, así como el nivel de los ya realizados anteriormente.

Evaluamos así la eficiencia técnica y económica de las intervenciones, para establecer no sólo su prioridad, sino en caso necesario, recomendar la realización de nuevas inversiones (renovación de vía o nuevo trazado) sobre la vía, que habitualmente están fuera ya del ámbito de lo que propiamente podríamos denominar mantenimiento, una vez evaluado que las intervenciones a efectuar resulten ineficientes desde ambos puntos de vista.

Es por estos motivos que los procesos del mantenimiento diseñados por Adif contemplan vida útil integral de la infraestructura desde su diseño inicial, durante la misma, cuando se aplican las acciones de mantenimiento, hasta el final de la misma, donde debe producirse la decisión de su renovación.

Los procesos básicos son los siguientes:

a) Mantenimiento Preventivo:

- Define el flujo de las actividades programadas de carácter cíclico a romper sobre la superestructura ferroviaria, como son la mayoría de las inspecciones y auscultaciones de los elementos a tratar

- Configura el conjunto de las actividades planificadas y programadas según el estado del elemento (con intención en este momento de llegar a ser predictivo).

b) Mantenimiento Correctivo:

- Define la reparación de fallos/averías de la superestructura que suponen la suspensión de la explotación ferroviaria normal

- Configura el conjunto de actividades de respuesta adecuada para la atención de incidencias (sucesos/averías) de la

superestructura que afecten a la instalación, sean estos objeto o no de interrupciones del servicio ferroviario, con el fin de normalizarlos y cerrarlos

c) Actuaciones de Mejora:

- Configura el conjunto de las actuaciones sobre la superestructura de vía que pueden suponer para el conjunto de las instalaciones ferroviarias, un incremento de la fiabilidad, una mejora de su rendimiento y capacidad a través de una mejora de diseño, tecnológica o de forma de funcionamiento

- Define el flujo de procesos que debe regular la administración de proyectos y obras encaminadas a conseguir estas mejoras, así como su marco general de diseño

Los dos primeros procesos, constituyen el conjunto de gastos de explotación de Adif encaminados a la conservación de la superestructura ferroviaria, mientras que el último supone el marco de la inversiones realizadas en obras a cuenta del Estado, propietario titular de la Red Convencional de Adif, que se encuentra integrada en la Red Ferroviaria de Interés General (REFIG) del Estado Español.

PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El proceso de mantenimiento preventivo de la superestructura de vía, consta de las siguientes etapas de carácter sucesivo y cíclico:

- 1) Auscultación e Inspección. Conocimiento de Estado de la vía
- 2) Diagnostico y Planificación de Actuaciones
- 3) Programación Semanal de los trabajos de mantenimiento
- 4) Ejecución de los Trabajos Programados

En torno a este proceso, se han construido al efecto varias herramientas como son Inventario de datos, un Contrato y aplicación específica de regulación para un Plan de Tratamiento de Vía Específico con medios externos y varios Sistemas de Gestión basados en Aplicaciones Software que permitan grabar y tratar los datos obtenidos

Vamos a explicar sus diferentes partes.

AUSCULTACIÓN E INSPECCIÓN. CONOCIMIENTO DE ESTADO DE LA VÍA

Aunque tradicionalmente se había utilizado el mantenimiento preventivo cíclico, ahora solo limitado en la superestructura al armamento de la tipología de vía con juntas), pretendiendo realizar al mismo tiempo las revisiones de los diferentes elementos y las pequeñas correcciones de los defectos observados.

Eran tiempos donde los procedimientos eran muy manuales e incluso se fabricaba gran parte del material que se instalaba, los equipos se dimensionaban para tales menesteres y la plantilla destinada a esta labor era muy abundante.

Hoy día, el avance significativo de los medios que se utilizan en el mantenimiento (maquinaria pesada y ligera de vía específica adaptada a las necesidades de las diferentes operaciones que se necesitan con las correspondientes condiciones de seguridad) y la estandarización de los diferentes elementos que componen la superestructura de vía, así como de la automatización y mecanización de los trabajos, han provocado que las plantillas hayan ido decreciendo sustancialmente, necesitando adaptar los procedimientos de trabajo a unas exigencias de mayor eficacia.

La adopción cuasi generalizada en las vías en barra larga soldada de la estrategia del denominado Mantenimiento según Estado de Vía, permite que la realización de las tareas se ajuste a la de las estrictamente necesarias que sean precisas para alcanzar una calidad de vía que haya sido previamente determinada, y que siempre se define en términos de mantenibilidad,

y nunca agotar sus reservas frente al concepto de seguridad de las mismas. Para su desarrollo son imprescindibles.

Un conocimiento exhaustivo de las características de la vía y de su estado mediante las correspondientes operaciones de vigilancia y auscultación:

- La definición de parámetros representativos del estado de vía y de estándares de calidad para cada línea según las características de su armamento y su tráfico.

- Una predicción de la evolución del deterioro de calidad de las vías inspeccionadas hasta el momento de ejecución del programa de trabajos resultante de la planificación, obtenido mediante la vigilancia continua y detallada del estado de la vía.

- La referencia de las actuaciones que se han producido anteriormente para la restauración de las condiciones de servicio

- Un análisis que conduzca a un diagnóstico sobre las causas que producen defectos y que ofrezca una planificación de trabajos ajustada y coordinada destinada a la restauración de los niveles de calidad deseados para la vía.

- El seguimiento de los resultados de estado y de los costes generados por los trabajos de mantenimiento finalmente ejecutados, para la adecuación de los niveles de calidad a alcanzar a las posibilidades reales de gasto corriente e inversión.

La superestructura de vía es una instalación abierta que permite en cierta medida detectar gran número de defectos mediante inspecciones oculares ya sean a pie o en vagoneta durante los periodos donde no se produce circulación de trenes.

La experiencia, sin embargo demuestra que pese a realizar procedimientos de inspección ocular por personal experto y comprobando distintos detalles, no nos es suficiente para conocer el comportamiento y posibles fallos de la instalación por la imposibilidad de categorizar de modo objetivo la cuantía de los defectos en función de su importancia.

Por tanto, una buena parte de las actividades encuadradas en este proceso son las relacionadas con las auscultaciones de superestructura de vía especializadas y de distinta índole:

a) Auscultación geométrica: Basada en comprobar los parámetros geométricos de la vía mediante equipos automáticos, en aras de comprobar que las condiciones de contacto vía-vehículo se produce dentro de los parámetros marcados. Los límites aplicables a los parámetros dependerán de las exigencias de la red (fundamentalmente su velocidad de explotación) y de la criticidad del estado de la misma. La periodicidad de este proceso de medida es semestral, y su velocidad máxima de inspección es de 200 Km/h.

b) Auscultación dinámica: Está orientada a líneas de velocidad superior a 160 km/h, analizando el comportamiento dinámico de la interacción vehículo-vía mediante la medida de las fuerzas y aceleraciones que se producen en los elementos de rodadura y habitáculos del vehículo a su paso sobre la vía a velocidad máxima de explotación y que estos valores se encuentran dentro de los rangos previstos. A velocidades inferiores también se puede utilizar para analizar en detalle algunos aspectos de comportamiento. La periodicidad de este proceso de medida se sitúa en periodos trimestrales.

c) Auscultación ultrasónica de carril: Se orienta esta auscultación a anteponerse a posibles defectos internos (no visibles) en la estructura metálica del carril, soldaduras o aparatos de vía, por su criticidad en cuanto a su posible rotura o deformación en la continuidad del camino de rodadura a proporcionar al vehículo. La periodicidad de este proceso de medida es semestral, y su velocidad máxima de inspección es de 80 Km/h.

d) Inspección visual automática de vía mediante imágenes: Son sistemas de reciente creación y uso, ligados al desarrollo de tecnología óptica de obtención y de procesamiento de imágenes digitalizadas, que permiten mediante un sistema de cámaras localizadas en la parte de rodadura de un vehículo o coche o próxima

a ella, registrar una imagen de vídeo continua de la vía que se va recorriendo, y proceder a su filtrado por equipos informáticos que registran anomalías ligadas a alteraciones del espectro de color o sombreado sobre la imagen obtenida. Son útiles a la hora de detectar fisuras o alteraciones superficiales del carril, fisuras de traviesas, rotura o ausencia de elementos de sujeciones y estado del perfil de la banqueta de balasto. La periodicidad de este proceso de medida es semestral, y su velocidad máxima de inspección es de 200 Km/h.

DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN DE ACTUACIONES

Con la información obtenida de la etapa anterior y mediante un contraste con los límites y valores de mantenibilidad que posee Adif para cuantificar su estado de vía se realiza una resumen síntesis de información que ya proporciona un diagnóstico preliminar de actuaciones de mantenimiento a realizar, con objeto de eliminar zonas de corrección urgente y situar la vía en los niveles de calidad comprometidos con la Administración del Estado a través de su Contrato Programa.

Aquí figura una localización, cuantificación y estimación económica de actuaciones previstas de forma preliminar. También se da una primera indicación de los trayectos que se deben proponer por su estado para Actuaciones de Mejora (sustituciones masivas de material, propuestas de renovación o rehabilitación).

La preparación de la planificación definitiva que se realiza con carácter anual (aunque es revisable dentro del mismo año con carácter trimestral), se realiza de acuerdo a esta información previa y queda fijada y priorizada definitivamente con propuestas temporales y estimación de costes de planificación por los diferentes ámbitos en los que se encuentra definido territorialmente la organización de Mantenimiento de Red Convencional de Adif (Delegaciones y Gerencias/Jefaturas).

De cara a esta también se realiza una estimación de los recursos necesarios para llevarla a cabo, que incluyen:

- la elección de ejecución de trabajos de nivelación, alineación, compactación (o estabilización) y perfilado, mediante Medios Propios (Grupos BCP-BEP para trabajos continuos) o Externos (para trabajos puntuales)
- la estimación previa de Maquinaria Pesada, Ligera y Recursos Humanos necesarios
- la preparación de las operaciones de logística y estimación de suministros de material de vía

Todo ello ha hacerse con respecto a las limitaciones presupuestarias previstas que se hace con arreglo a los indicadores de estado contando con esas primeras estimaciones.

PROGRAMACIÓN SEMANAL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Todo ello ha hacerse con respecto a las limitaciones presupuestarias previstas que se hace con arreglo a los indicadores de estado contando con esas primeras estimaciones.

Con esta planificación cada semana se realiza un acta de trabajos que se registra y comunica al órgano encargado de la Circulación, y en el que también quedan marcadas las condiciones de los trabajos (Petición de Ocupación de Banda de Mantenimiento si se realiza en este periodo, así como cortes de vía y tensión si son necesarios para su desarrollo).

La organización de mantenimiento ya prevé aquí la solicitud exacta de los recursos anteriormente mencionados a nivel de planificación, así como de recursos propios necesarios para ejecutar los trabajos en los términos de vigilancia y seguridad exigidos, como son pilotos y encargados de trabajos.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS PROGRAMADOS

Durante la ejecución de los trabajos se efectúa un registro diario de las actividades realizadas en cada jornada a la manera de un parte de trabajo indicando los recursos utilizados (personal, maquinaria, consumos de material así como los tiempos empleados y las unidades ejecutadas.

Este registro sirve como base para establecer la certificación y cierre de los trabajos. La Certificación se realiza a través de los precios fijados contractualmente con base en el Cuadro de Precios de Adif de la especialidad de vía, y el cierre incluye la verificación de ejecución, así como la actualización de inventario de los elementos tratados o sustituidos.

OPERACIONES INCLUIDAS EN EL PROCESO PREVENTIVO DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA

Se incluyen los siguiente tipos de grupos de trabajo en la misma:

- Con medios propios: Nivelación y Alineación Mecanizada Continúa de Vía: incluye Bateo, Compactación (o Estabilización) y Perfilado

- Con medios externos:

- Nivelación y Alineación Mecanizada Puntual de Vía: incluye Bateo, Compactación (o Estabilización) y Perfilado
- Tratamiento de Baches Localizados y Aparatos de Vía
- Amolado de Carril
- Revisión y/o Sustitución Parcial Elementos (Carriles, Traviesas, Sujeciones), Desguarnecidos /Depuración (de poca longitud)
- Regeneración y Recuperación de Elementos (Recargue)
- Rehabilitaciones Parciales (con materiales de Levante)
- Homogeneización y Neutralización de Carril

INDICADORES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con los datos recibidos de las sucesivas fases del proceso y las diferentes aplicaciones, se establece el contraste de funcionamiento del proceso a través de un cuadro de mando, en el cual quedará reflejado el cumplimiento o incumplimiento de los indicadores, que se definen de la siguiente forma:

► Tiempos a Considerar:

- ▲ Tiempo de Espera
- ▲ Tiempo de Conservación Efectiva
- ▲ Tiempo de Banda de Mantenimiento Acordada
- ▲ Tiempo de Banda de Mantenimiento Concedida

► Índices de Eficiencia:

- ▲ Ajuste de Bandas: Tiempo Banda Concedida/Tiempo Banda Acordada
- ▲ Aprovechamiento Real: Tiempo Cons. Efectiva/Tiempo Banda Conc.
- ▲ Espera: Tiempo Espera/Tiempo Banda Concedida

► Índices de Desviaciones:

- ▲ Desviación sobre Planificación Inicial (Temporal/Económica)
- ▲ Desviación de Cumplimiento de Programación Semanal (Temporal)

► Índices de Calidad del Servicio:

- ▲ Disponibilidad: Horas Totales Fuera de Servicio
- ▲ Fiabilidad: Número de Sucesos/Averías por Causas Propias
- ▲ Trenes Suprimidos-Trenes Retrasados-Minutos de Retrasos
- ▲ Índices Calidad Geometría de Vía-Nº ZUT

PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El proceso de mantenimiento correctivo de la superestructura de vía, está orientado a la atención y ejecución de acciones de restablecimiento de funcionamiento/servicio de los tramos/elementos afectados por sucesos/averías que afectan a su funcionalidad/explotación. Consta de las siguientes etapas de carácter sucesivo:

- 1) Detección, Identificación y Apertura de Suceso/Avería
- 2) Atención al Suceso/Avería
- 3) Actuación Definitiva para el Suceso/Avería
- 4) Valoración Global de Actuación
- 5) Análisis y Cierre de Suceso/Avería

El Contrato del Plan de Tratamiento de Vía, también lleva incluidas las ejecuciones de este Mantenimiento Correctivo, utilizando el Inventario de datos y aplicación específica para grabar y tratar los datos, que está también comunicación con otra

específica con el fin de seguir este proceso por parte de la organización responsable del seguimiento y gestión de la Circulación.

Veamos las fases del proceso de forma más detalladas con sus acciones correspondientes.

DETECCIÓN, IDENTIFICACIÓN Y APERTURA DE SUCESO/AVERÍA

Se produce como elemento desencadenante de la puesta en marcha del proceso la detección de suceso/avería y su registro imputable inicialmente a la Especialidad de Vía (Ej: Rotura de carril, descarrilamiento, Pandeo de vía...). Los agentes que han podido realizar la detección son muy diversos pudiendo incluir personal de Circulación, personal de mantenimiento, telemandos de instalaciones, personal de conducción de operadores...). Se realiza ya una primer imputación del suceso identificado y de su tipología, así como la apertura del suceso para su seguimiento en aplicación informática.

ATENCIÓN AL SUCESO/AVERÍA

Una vez detectado y abierto, esto da a pie a que los agentes de logística del Puesto de Mando de Circulación afectado tramiten y den curso de aviso a los responsables de atención y seguimiento de la incidencia y su atención.

Los pasos de la actuación a tomar continúan con la confirmación de recepción a los avisados, y a primer aviso a los equipos de mantenimiento, para que realicen el desplazamiento y condiciones in situ de la incidencia. Se da de alta la actuación y se comienza con la coordinación de los recursos internos y externos a emplear.

ACTUACIÓN DEFINITIVA PARA EL SUCESO/AVERÍA

Una vez llegados los equipos de mantenimiento, se efectúa por los equipos de mantenimiento, la evaluación de la necesidad de la solicitud o no de nuevos recursos. Se da una primera previsión temporal de reparación, se solicita autorización para realizar los trabajos, y se comienza con la negociación/gestión con el Órgano de Circulación de los Intervalos de Trabajo, así como de los cortes de servicios solicitados (vía/tensión).

Se solicita oficialmente el corte del corte de vía/tensión, y se coordina con Circulación, Logística y se impone en los sistemas de telemando. Una vez terminado, por fin comienza la ejecución de las operaciones de intervención y/o reparación.

Una vez acabadas las operaciones de ejecución, comienza la parte del proceso ligada al restablecimiento de las condiciones operativas/explotación normal y el inicio de la finalización de actuación. Se restablece la tensión, si esta hubiera sido cortada. Se da final al corte de vía con la devolución y se da paso al restablecimiento de la circulación fijando eso sí, el establecimiento mediante consigna de condiciones de circulación sobre el punto/tramo donde se ha efectuado la ejecución de trabajos

Se registran los trabajos a realizados en parte de trabajo una vez llegados los equipos a la base de trabajo, y por fin, se establece si es necesario establecer nuevas intervenciones complementarias o nuevas actuaciones tras esta, eso sí, una vez dada circulación nuevamente al trayecto.

VALORACIÓN GLOBAL DE ACTUACIÓN

Los registros a realizar en esta etapa deben reflejar:

- Las consecuencias que ha tenido el suceso/avería sobre la circulación de los operadores en cuanto a retrasos/trenes suprimidos
- Los tiempos de actuación parciales y totales
- Los recursos de de medios propios y externos usados, en cuanto a medios humanos de maquinaria y materiales
- La identificación de los elementos afectados/reemplazados, y su actualización en el inventario, así como los materiales en almacenes reguladores de Adif utilizados en la reparación

Con toda esta intervención se realiza el cálculo de costes de ejecución externo e interno, la preparación de certificación

externa de acuerdo a precios y baremos extraordinarios, la imputación de coste interna y el cierre oficial de la actuación.

ANÁLISIS Y CIERRE DE SUCESO/AVERÍA

Una vez cerrada la actuación se necesita acotar y especificar definitivamente la tipología y causa del suceso de forma totalmente definida, sin generalidades, comprobar si han existido afecciones a terceros y establecer también la imputación de responsabilidad definitiva, con eso se cierra definitivamente el suceso y se prepara toda la información del suceso para un post-análisis de gabinete.

En post-análisis, que ya no forma parte de este proceso será donde establezca el seguimiento, medidas adicionales, y si es necesario, por su afección o repetitividad de tipo, el estudio y diseño conjunto de las contramedidas a implantar en vía.

Normalmente serán medidas extra servirán para regular estados de fatiga, desgaste, tensiones, deformaciones, roturas o mal funcionamiento por concepción de los materiales de vía, más que de las condiciones de circulación a establecer sobre ellos.

INDICADORES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Con los datos recibidos de las sucesivas fases del proceso y las diferentes aplicaciones, se establece el contraste de funcionamiento del proceso a través de un cuadro de mando, en el cual quedará reflejado el cumplimiento o incumplimiento de los indicadores, que se definen de la siguiente forma:

► Tiempos a Considerar:

- ▲ Tiempo de Respuesta
- ▲ Tiempo de Reparación
- ▲ Tiempo de Resolución

► Eficacia:

- ▲ Respuesta: Tiempo de Respuesta/Tiempo de Resolución
- ▲ Resolución: Tiempo de Reparación/Tiempo de Resolución

► Eficiencia:

- ▲ Movilidad: Tiempo de Desplazamiento/Tiempo de Dedicación
- ▲ Espera: Tiempo de Espera /Tiempo de Dedicación
- ▲ Rendimiento: Tiempo de Reparación/Tiempo de Dedicación

► Calidad:

- ▲ Disponibilidad: Horas Totales Fuera de Servicio
- ▲ Fiabilidad: Número de Sucesos/Averías por Causas Propias
- ▲ Trenes Suprimidos-Trenes Retrasados-
Minutos de Retrasos

PROCESO DE ACTUACIONES DE MEJORA

El proceso de actuaciones de la superestructura de vía, está orientado a dar un marco de seguimiento y guía en el proceso de concepción y seguimiento de la actuaciones de mejora de la infraestructura a través de la inversión realizada por el estado en la red REFIG, con su dotación presupuestaria.

Estas actuaciones pueden incluir la sustitución parcial de elementos y rehabilitaciones de vía de gran extensión, pero también si así se define las renovaciones de vía que tienen su marco a través del Contrato Programa o encomiendas específicas de entes públicos como son el propio Ministerio de Fomento, o por ejemplo, convenios con la Sociedad Española de Infraestructura del Transporte Terrestre (SEITT) para los tramos/elementos afectados.

Las renovaciones de vía se regularán mediante Planes de Gestión Activos basados en análisis de riesgos de la infraestructura en cuanto a la eficiencia de sus niveles de mantenibilidad, teniendo en cuenta criterios de tipo LCC. RAMS, o en su caso, por relación con el resto de la red o su variación de condiciones propias de explotación, exclusivamente estratégicas.

Este proceso incluye las etapas de la actuación tanto de proyecto como de obra de ejecución.

Los principales destinatarios son los Directores de Proyecto, Obra y Contrato a quienes el proceso sirve de guía, ya que establece los requisitos técnicos, legales de calidad, medio ambiente y seguridad y salud en el trabajo que se den ir cubriendo en las etapas sucesivas.

También ese puede asegurar y cubrir la adecuada elaboración de los Planes de Obra, Logística de Circulación (Plan Marco y Alternativos de Transporte, si es necesario) y Materiales, así como los Planes de Aseguramiento de Calidad, Medio Ambiente y el seguimiento y cumplimiento de los Estudios y Planes de Seguridad y Salud en el trabajo.

En torno a este proceso, se han construido al efecto una aplicación software que permitan grabar y tratar los datos obtenidos, seguir y verificar los pasos necesarios, así como almacenar la documentación generada por el proyecto y la obra. También se encuentra conectada al Inventario para actualizar el mismo tras su ejecución completa.

Consta de las siguientes etapas de carácter sucesivo:

PROYECTO

a) Concepción, Alta y Preparación de Proyecto

Hay que dar cuenta aquí del marco de planificación o propuesta en el que se dé lugar a la actuación y su justificación técnico-económica o estratégica. Figurarán como condicionantes de elaboración del proyecto las condiciones actuales y futuras que se prevean para la explotación del tramo. Estas darán pie a los estándares, especificaciones, normas y legislación aplicable a usar, así como el nivel tecnológico de los procesos y materiales a utilizar. Se hará estudio funcional o informativo si se precisa.

Se define ya en esta parte Director del Proyecto a redactar.

b) Contratación Realización de Proyecto

Se realiza la licitación de la redacción de proyecto e informe técnico-económico de propuesta de adjudicación para la contratación cerrando la reserva presupuestaria y fondos para hacerlo. Finaliza con la formalización del contrato de redacción.

c) Realización de Proyecto

Se configura la estructura técnica del proyecto en redacción. Se estudian de forma adecuada las afecciones a la explotación. Se efectúa también el Plan Marco, los Estudios de Calidad, Impacto Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo, cuando estos resulten necesarios. Finalizada la redacción el Director de proyecto lo envía a Supervisión y si lo considera necesario a visado por Colegio Profesional. Finalmente, el documento se envía al Órgano de Contratación de cara a iniciar la licitación de la Obra.

OBRA

a) Contratación Realización de Obra

Se realiza la licitación de la ejecución de obras e informe técnico-económico de propuesta de adjudicación para la contratación cerrando la reserva presupuestaria y fondos para hacerlo. Finaliza con la formalización del contrato de ejecución.

b) Preparación Documentación Previa de Obra

Se designa Director del Contrato de Obra. Se designan los Directores de Asistencia Técnica, así como el Jefe de Obra y los Coordinadores de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud en el Trabajo, en caso necesario. Se aprueban los Planes Correspondientes en los temas anteriores. Se realiza la apertura de Centro de Trabajo.

c) Gestión Inicio de Obra

Se gestionan los recursos (humanos, maquinaria, otros,...) y suministros necesarios para la actuación. Se firma acta de inicio de trabajos y de replanteo. Se produce la entrega de materiales inicial (si estos vienen de Adif) al contratista para su utilización. Se realiza la aprobación de las subcontrataciones.

d) Ejecución de Obra

Se inician los trabajos de ejecución. Durante los mismos se efectúa la coordinación necesaria con los órganos de Circulación y Logística. Se siguen los Planes Marcos (y de Transporte Alternativo) fijados. Se realizan los informes y Seguimientos preceptivos. Se contemplan los posibles modificados de obra.

Se realizan al tiempo las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.

e) Verificación de Obra

Se efectúan las inspecciones finales de la ejecución de los trabajos. Se procede a la redacción del informe final de Obra.

f) Recepción y Cierre de Obra

Se efectúa la recepción de la obra. Se efectúa la actualización necesaria sobre los elementos levantados/tratados/sustituidos/nuevos del Inventario. Se procede a la liquidación de los trabajos como último paso.

BIBLIOGRAFÍA

Manuales y libros técnicos

- ESVELD, COENRAAD. (2001) "Modern Railway Track. Second Edition.". Universidad de Delft. Delft.
- INSA FRANCO, RICARDO (1991) "Aportación a los Criterios de Intervención en el Mantenimiento de Vías Ferroviarias en Base a la Automatización de los Controles de Calidad". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia
- JANIN, GEORGE (1982) "La Maintenance de la Geometrie de la Voie. La prise de décision des operations de nivellement-dressage. Le Mauzin synthétique". Revue Generale des Chemins de Fer, Junio 1982, Págs.331-346. Editions Delville, Paris
- LICHTBERGER, BERNHARD (2007) "Manual de Vía. Infraestructura, Superestructura, Conservación, Rentabilidad", Eurailpress, Linz
- LOPEZ PITA, ANDRÉS. (2006) "Infraestructuras Ferroviarias", Edicions UPC, Barcelona.
- LOPEZ PITA, ANDRÉS. (1981) "Contribución al conocimiento del mecanismo de deterioro de una vía férrea", Revista de Obras Públicas. Págs. 271-289. Abril 1981, Madrid
- LOSADA, MANUEL. (1984) "Curso De Ferrocarriles. Cuaderno IV. Geometría y Calidad de la Vía.", ETSICCP, UPM, Madrid.
- ROUSSE, ROBERT. (1974) "Les moyens modernes de mesure et d'analyse des données relatives au contrôle de l'état géométrique des voies ferrées". Matisa Matériel Industriel S.A., Lausanne.
- VVAA. (2005) "Strategy of Track Maintenance. Technology, Organization, Economy". Plasser und Theurer. Viena
- VVAA. (2006) "Sistema de Medición Inercial POS/TG y PAC/OGMS". Plasser und Theurer. Viena
- VVAA. (2007) "Optimisation of Costs for Track Maintenance". Plasser und Theurer. Viena

Comités y Coloquios ORE-ERRI (Office de Recherches et d'Essais de l' Union International des Chemins de Fer)

- D-117 "Adaptation Optimale de la voie classique au trafic de l'avenir", París (1974)
- D-197 "Systeme d'aide a la decisión pour la maintenance et le renouvellement des voies ", París (1979)
- UIC 518-R "Ensayo y aprobación de Vehículos Ferroviarios desde el punto de vista de su comportamiento dinámico", París (2005)
- UIC 714-R "Clasificación de líneas y mantenimiento de vía", París (1996)
- Rapport IF7/96 "Maintenance des Lignes a Grande Vitesse", Comité "Installations Fixes" París (1996)
- Grupo UIC-MRO "Maintenance and Renewal Optimisation Group" (2006)
- Grupo UIC-TGM "Track Geometry Maintenance Group" (2007)

Documentación del sistema de gestión de la dirección de operaciones e ingeniería de red convencional

Procesos productivos de negocio:

- MIN-GP-CM-001 Mantenimiento correctivo
- MIN-GP-CM-003 Actuaciones de mejora en la infraestructura

Procesos específicos:

- MIN-PE-IV-002 Sustitución y tratamiento de materiales
- MIN-PE-IV-002 Inspección de la infraestructura y vía

Normas UNE-EN

- UNE-EN-ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad"
- UNE-EN-ISO 14001:2004 "Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su uso"
- OSHAS 18001:2007 "Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad Laboral"
- UNE 20863:1996 "Guía para la presentación de resultados de predicciones de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad"

- UNE-EN 13269:2007 "Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mantenimiento"
- UNE-EN 13306:2002 "Terminología del mantenimiento"
- UNE-EN 13460:2003 "Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento"
- UNE-EN 15341:2008 "Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento"
- EN 13231-1: "Railway applications - Track – Works Acceptance - Part 1: Plain Track", Bruselas, 2006
- EN 13231-2: "Railway applications - Track – Works Acceptance - Part 2: Switches and Crossings", Bruselas, 2007
- EN 13231-3: "Railway applications - Track – Works Acceptance - Part 1: Reprofiting", Bruselas, 2008

- EN 13848-1:2003 "Railway applications - Track – Track Geometry Quality - Part 1: Characterisation of Track Geometry", Bruselas, 2003.

Normas ADIF vía

- N.A.V. 3-0-5.0 "Métodos de Ensayo No Destructivos". Madrid, 1993.
- N.A.V. 3-0-5.1 "Auscultación mediante Ultrasonido". Madrid, 1993.
- N.A.V. 7-3-0.0 "Geometría de la Vía. Calificación de la Vía". Madrid, 1983.
- N.A.V. 7-4-0.1 "Criterios de Vigilancia de la Vía". Madrid, 1994.
- N.A.V. 7-4-1.1 "Operaciones de Vigilancia en los Recorridos a Pie". Madrid, 1996.
- N.A.V. 7-5-0.1 "Criterios Básicos sobre el Mantenimiento de la Vía". Madrid, 1994.



2º CUADERNO AEM DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE

La Asociación Española de Mantenimiento cuenta en su fondo editorial con el volumen "2º Cuaderno AEM de Mantenimiento: Mantenimiento predictivo en el Sector del Transporte".

Esta segunda edición del Cuaderno forma parte de una colección que pretende tener una continuidad a lo largo del tiempo. La temática escogida en este libro, aunque centrada en el transporte, es de sumo interés, ya que el Mantenimiento Predictivo es motivo de debate prácticamente en todas las Jornadas de Mantenimiento que se celebran en diferentes sectores industriales.

Con su publicación AEM cumple un doble objetivo, ya que consolida la continuidad de publicación de estos Cuadernos por una parte y por otro refirma con el tema presentado, su muy amplia aplicación en un país y en un momento en que el transporte es la columna vertebral de la economía. En este libro el lector tiene acceso a sistemas modernos de captación de estas variables, todas ellas identificativas del estado de la máquina que se está manteniendo, con la virtud de que el texto es ameno al tiempo que científico y académico, con una significativa aportación de ejemplos concre-

tos de aplicación que facilita el entender el como y donde implantar con éxito lo que a menudo se considera teórico y de difícil aplicabilidad en un contexto concreto industrial. Este Cuaderno es un documento que aporta un significativo avance en la tecnificación del Mantenimiento y que será de gran ayuda a todos los que se dedican a este entrañable menester.

www.aem.es

El mantenimiento de relés de vigilancia ante cortocircuitos en redes de tracción



Alberto Pila Alonso

Ingeniero Técnico Industrial, Ingeniero en Organización Industrial

Técnico de Mantenimiento Instalaciones Alta Tensión TMB

apilar@tmb.cat

El caso presentado en este artículo muestra como a través de la búsqueda de un mejor entendimiento de los equipos de protección contra cortocircuitos en una red de tracción conllevó al diseño de un equipo que en el mercado no ofrece y que resulta muy adecuado para mejorar la técnica aplicada actualmente útil con el resultado de mejorar la eficiencia del mantenimiento de estos equipos.

PROBLEMÁTICA DETECTADA

En una explotación ferroviaria es vital dar un servicio sin interrupciones lo que implica evitar cortes de tensión intempestivos. Esto puede producirse cuando un relé desconecta de forma imprevista. Una de las causas de esto es que al producirse el arranque de uno o varios trenes de forma coincidente en un mismo sector, la curva de carga demandada puede ser interpretada por los equipos de protección de red como un cortocircuito resistivo o lejano y por ello producirse una desconexión de la alimentación eléctrica al sector de tracción afectado. Con la consecuencia pérdida de calidad del servicio. Para evitar estas situaciones el ajuste adecuado de los equipos de protección ante cortocircuitos es un reto clave para ofrecer un servicio de mejor calidad. Es para ello necesario conocer el funcionamiento del equipo de protección, lógicamente, así como también la naturaleza del material móvil y de la red de tracción, para con ello poder realizar unos ajustes cada vez más precisos.

GLOSARIO

- *Red de tracción*: es el circuito eléctrico formado por dos conductores, una de ida y otro de vuelta de la corriente continua aportada por una o varias subestaciones de tracción. Estos conductores son la catenaria y los raíles.

- *Subestación rectificadora de tracción*: Es la instalación eléctrica cuya función principal es la de rectificar la corriente alterna tomada de la red de Media Tensión. Cada subestación posee 4 feeders de conexión a la catenaria por los cuales inyecta corriente a la red de tracción. Cada feeder tiene intercalado un interruptor de corriente continua que suele ser llamado disyuntor extrarrápido. La rectificación se realiza mediante rectificadores de puente de diodos de 6 o de 12 pulsos. Estas están conectadas a la red de tracción en paralelo o a veces también llamado en "PI".

- *Relé de protección ante cortocircuitos*: En el argot ferroviario es llamado usualmente como DDL. Es un equipo electrónico que analiza de forma continuada en el tiempo la forma de onda de la corriente eléctrica entregada a la red de tracción a través de los feeders. Este equipo está asociado a un interruptor de corriente continua con elevado poder de corte

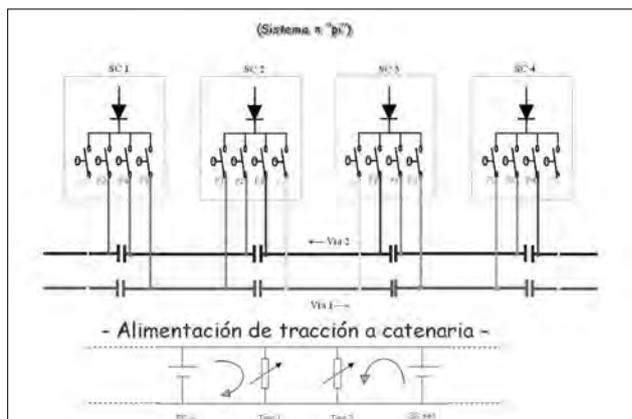


Fig. 1. Conexión en paralelo o "PI"

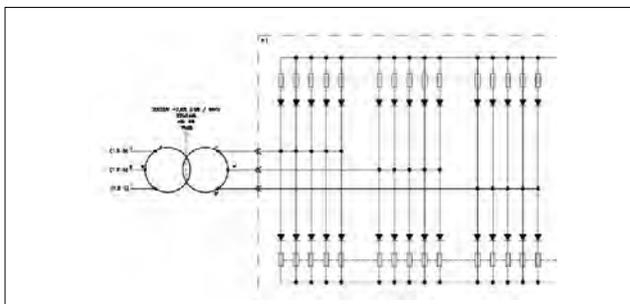


Fig. 2. Esquema de un rectificador de 6 pulsos con 5 diodos por rama.

o disyuntor extrarrápido. Cuando el equipo de protección detecta un cortocircuito este ordena la apertura de su disyuntor asociado. La secuencia ha de ser del orden de las decenas de milisegundos, pues la corriente alcanzada por un cortocircuito en décimas de segundo es muy elevada. Un inicio de corte con corriente elevada genera una sobretensión en los polos pernicioso para los contactos del equipo de corte.

- *Frecuencia de muestreo*: es la velocidad con la que se toman valores de cualquier medida para su digitalización.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En un inicio la protección existente era los llamados estáticos. Basado en el efecto magnético, el extrarrápido desconectaba cuando se llegaba a un valor absoluto de corriente entregado por el feder. Cuando las redes de tracción fueron modernizándose, el material móvil fue siendo mas potente y sobretodo en los metros la frecuencia de paso fue aumentando progresivamente. Esto conllevó a que la protección de estáticos no fuera suficiente, resultaba que se podía dar la situación en que un cortocircuito tuviera una corriente en régimen permanente de menor valor que el consumo de uno o varios trenes conjuntamente (figura 3). Por ello se hizo necesario usar una metodología que estudiaba las características del régimen transitorio. Es decir se estudiaba el devenir de la aceleración de la intensidad, es decir la derivada de la intensidad respecto del tiempo, di/dt. Lo que vulgarmente se conoce como *Rate Of Raising*.

Estos nuevos equipos basados en el estudio del di/dt estaban basados en electrónica analógica. Los más habituales en nuestro país son los modelos ACA de la firma suiza Secheron. Con la aparición de la electrónica digital, se diseñaron equipos basados en microprocesadores. Prácticamente en paralelo debido a la expansión del PLC, se implementaron programas que permitían que el autómata funcionara como equipo de protección. Su principal inconveniente era su velocidad de muestreo que estaba supeditada a su ciclo de scan. A día de hoy conviven PLC's de alta gama y equipo microprocesados.

FUNCIONAMIENTO DE UN RELÉ

Estos equipos han de muestrear el valor de la intensidad aportada a catenaria por el feeder para ser digitalizada y tratada en el equipo de protección. Con ello se analiza la forma de onda para así poder diferenciar cuando esta corresponde a la de un cortocircuito o por el contrario corresponde a una situación normal. Por ello su capacidad de muestreo debe ser muy alta, del orden de las decenas de KHz. Esto influirá decisivamente en la tecnología usada para el muestreo y análisis de la señal, debiendo usar equipos que posean convertidores analógico-digitales de prestaciones medias o altas, así como un procesado de señal de prestaciones adecuadas.

Las cargas, es decir los trenes, en una red de tracción se caracterizan por que su consumo aumenta cuando aceleran. Esto hace que su consumo no sea constante y por lo tanto refleje esa aceleración. En redes metropolitanas el arranque del material móvil en un mismo sector de tracción puede ser de varios trenes a la vez, dado que la frecuencia de paso es cada día más alta. Si representamos la intensidad en función del tiempo, i(t), así como los valores que determinan la aceleración del consumo de energía, es decir la derivada de i(t) respecto del tiempo, di/dt, obtendremos formas como las mostradas en la figura, donde b es un cortocircuito y a es el arranque de un tren.

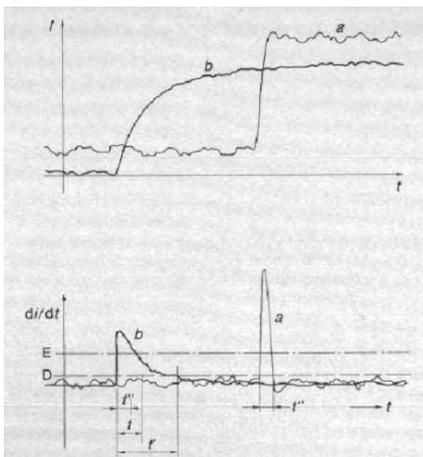


Fig. 3. Comparativa entre un arranque y un cortocircuito

Un cortocircuito en una red de tracción se produce cuando ambos polos de la fuente de tensión se unen a través de una impedancia pequeña. Esto puede ocurrir por ejemplo cuando un motor se cortocircuita o cuando por accidente, la catenaria se desprende y contacta con el suelo o con el carril de retorno. Un cortocircuito conlleva un alto paso de corriente que puede deteriorar la infraestructura (cables, catenaria) pudiendo llegar a generar incendios. Si el cortocircuito se establece por la tierra, conlleva el paso de corriente elevadas por el terreno que puede generar tensiones de contacto peligrosas para las personas. El valor de la corriente de cortocircuito depende de la impedancia del circuito resultante. La forma de un cortocircuito en corriente continua recordemos que responde a la siguiente ecuación que se deduce de una ecuación diferencial de muy fácil solución.

$$i(t) = \frac{V_n}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

Se puede observar que básicamente la parte resistiva nos influye en el valor de régimen permanente y el valor de la inductancia del circuito nos influye en el transitorio.

En tracción ferroviaria se ha de diferenciar entre los cortocircuitos cercanos a la fuente de alimentación o los lejanos y/o resistivos. Un cortocircuito resistivo y/o lejano se caracteriza por tener un valor elevado de resistencia bien sea por la longitud de la catenaria o bien sea la causada por el elemento conductor que crea el cortocircuito.

En la figura 4 podemos ver como varía la forma de onda en función diferentes valores de la parte resistiva, que vendría dada por la resistencia de la catenaria y la vía. En la figura 4.1 vemos como varia en la parte transitoria los sucesivos valores di/dt para diferentes valores de inductancia.

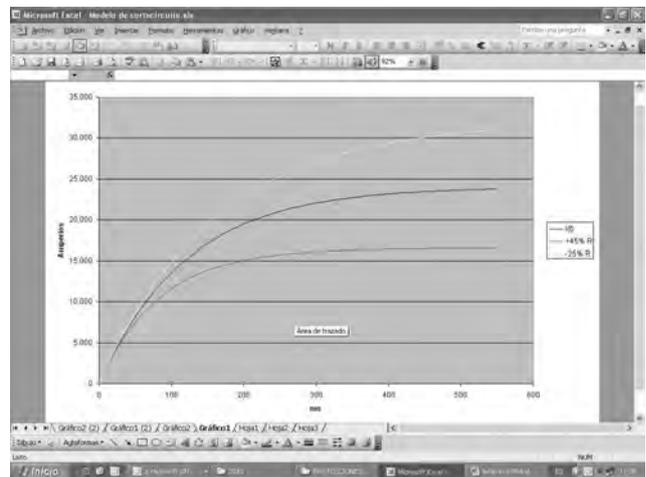


Fig. 4. Transitorio de un cortocircuito variando la parte resistiva

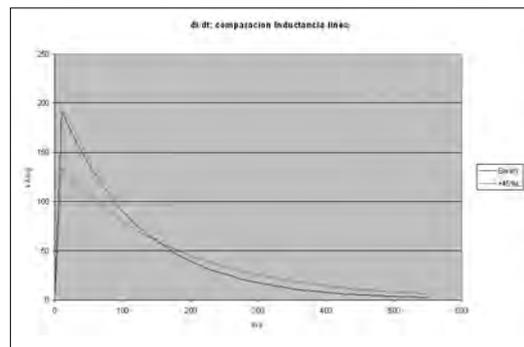


Fig. 4.1. Transitorio de un cortocircuito variando la parte inductiva

PARÁMETROS DE AJUSTE

El equipo en todo momento está calculando el valor del di/dt de la corriente entregada. Como hemos dicho la detección de eventos se hace mediante la medición de los sucesivos valores que toma el di/dt de la corriente $i(t)$ inyectada a la catenaria. Cuando se detecta un di/dt superior al ajustado se toma ese instante como referencia de cálculo y se procede a calcular los sucesivos ΔI (delta I) alcanzados respecto del instante en que se ha superado el di/dt ajustado. Según los fabricantes tenemos que para discernir cortocircuitos se usan diferentes conjuntos de ajustes, aunque en el fondo son muy similares entre sí.

El análisis de estos valores de los sucesivos di/dt y de los ΔI alcanzados en cada instante de tiempo respecto de inicio del análisis son los valores que se han de programar con pericia para evitar interrupciones intempestivas que afecten a la calidad del servicio.

Ha de comentarse que el ajuste no es nada trivial. Habitualmente se realizan por experiencia. Pero en opinión del autor es muy conveniente poder tener datos sobre el comportamiento real de cortocircuitos y del comportamiento del material móvil. Esto segundo es fácil de obtener. En algunas administraciones ferroviarias se realizan ensayos de cortocircuito que son usados para poder obtener datos reales y con ello poder realizar un ajuste de protecciones más eficiente, que al final revierte en una mejor calidad del servicio y en un aumento de la seguridad al poder detectar cortocircuitos con mayor eficacia.

ENSAYO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN DDL

Tal y como se hace con las protecciones de sistemas de potencia en corriente alterna, estas deben ser probadas cada cierto tiempo para verificar su correcto funcionamiento, en continua ha de procederse de forma similar. Estos equipos influyen directamente sobre la seguridad de personas, de infraestructura y sobre la calidad del servicio. Una mejora incide sobre estos tres puntos tan importantes.

Un equipo de ensayo dedicado a probar, ensayar, un equipo de protección ante cortocircuitos debe ser aquel que sea capaz de reproducir el evento que se ha de detectar para así inyectárselo al equipo y comprobar así su adecuado funcionamiento.

Nuestra mejora en el modo de mantener estos equipos tan importantes en una instalación eléctrica de tracción, ha consistido en poder construir un equipo de test que genera funciones $i(t)$ con di/dt controlables. El haberlo conseguido hacer con elementos de mercado, de fácil uso y de excelente adaptación a las necesidades, es una de las principales características del trabajo realizado.

Los relés reciben una señal en tensión o en intensidad que es el reflejo de la intensidad de potencia que el feeder está aportando a catenaria. Esta transformación se realiza mediante sondas Hall o mediante resistencias shunt. En cualquier caso estamos hablando de señales de máximo 10 voltios o de 20 mA. Estas señales son las que se han de digitalizar y tratar informáticamente. Por lo tanto de esta naturaleza son las señales que debemos generar para inyectárselas a los equipos de protección y ver si su reacción es la adecuada.

Hasta ahora, los equipos normalmente usados para probar o ensayar estos relés ha consistido en una simple batería con un reostato, capaz por ello de generar solamente valores discretos o valores crecientes mediante el simple hecho de operar manualmente el reostato de forma rápida o mediante el uso del efecto de descarga de un condensador. Es fácil entender que esto no es lo más adecuado para ensayar un equipo de este tipo pues las señales generadas no están controladas.

EL EQUIPO

El reto al que nos enfrentamos fue el diseñar un equipo portátil, pues se debe poder transportar con facilidad a las diferentes subestaciones dispersas por el área metropolitana. Al

ser un equipo de mantenimiento habitual debería ser robusto y de fácil uso. Fundamentalmente debía ser capaz de generar señales de tensión o de intensidad de forma controlada para así poder inyectar a los equipos señales que simulen la realidad pudiendo gracias a ello determinar su estado de funcionamiento. Con estas premisas se optó por encastar el equipo en una maleta -véase en la foto- donde se puede ver el detalle del *hardware* National Instruments de adquisición y generación de señales usado.

Tras buscar diferentes tipos de hardware, la mejor solución encontrada fue el uso de equipos National Instruments y en concreto sus módulos Compact Daq, que mediante programación en Lab View son totalmente controlables. Tiene la ventaja de que Lab View no solamente controla el hardware si no que también diseña la parte gráfica que el usuario manejará.

Los parámetros tenidos en cuenta a la hora de diseñar el equipo son:

- Tipo de señal a adquirir o generar: tensión o intensidad.
- Rango de funcionamiento. Se ha necesitado generar tensiones de 10 V e intensidades de 20 mA
- Resolución: se ha optado por 16 bits. Un correcto cálculo de la resolución necesaria para el uso puede ahorrarnos un coste importante en *hardware*.
- Velocidad: es uno de los parámetros principales, tanto para la adquisición como la generación. En la solución utilizada se trabaja con velocidades de 250 kS/sg, es decir, 250 mil muestras por segundo o lo que es lo mismo, se toman 250 muestras cada milisegundo.

Una de las ventajas de usar hardware National Instruments es que la programación del software de uso del equipo es muy flexible, permitiendo diseñar de una manera muy versátil y rápida. Esta característica de estos equipos NI, fue aplicada cuando después de tener diseñado el software y haber hecho pruebas con el hardware, se determinó que sería útil que el equipo pudiera generar cualquier tipo de señal a partir de introducir valores tiempo-magnitud mediante una tabla Excel. Esta nueva funcionalidad nos permitirá poder generar cualquier tipo de señal. Por ejemplo, en el caso de que tengamos un registro de la curva intensidad-tiempo del consumo de un tren, podríamos generar esa señal e inyectársela a un relé, pudiendo con ello comprobar cual es su comportamiento. Se podrían reajustar la configuración de un relé y volver a inyectar la curva para así poder comprobar su efectividad. También nos serviría para calcular de forma matemática curvas de cortocircuito y con ellas probar el funcionamiento de los relés DDL ante diferentes cortocircuitos.

Con el uso de equipos National Instruments, se ha podido construir un equipo portátil que nos permitirá obtener una mejora en 3 de las 4 M's que influyen sobre un mantenimiento de calidad según lo postulado por el Doctor Juran. Hemos actuado sobre los Medios técnicos al mejorar una herramienta de mantenimiento. Hemos mejorado los Métodos de trabajo pues hemos diseñado un novedoso y eficaz método de mantenimiento y también hemos actuado en la Mano de obra pues hemos mejorado la capacitación del personal con la consecuente mejora de la motivación.

La mejora realizada a nivel de medios técnicos y de método de trabajo ha influido en 3 ámbitos:

- Ámbito tecnológico al diseñar una herramienta de mantenimiento única así como un nuevo método de mantenimiento.
- Ámbito de la seguridad dado que este nuevo equipo y método de mantenimiento puede afectar directamente sobre una mejora de los ajustes de las protecciones DDL con lo que se podrán detectar con mayor eficacia cortocircuitos y poder con ello evitar su efecto sobre la seguridad de las personas así como de las infraestructuras.

- **Ámbito económico:** un cortocircuito no detectado puede causar importantes afectaciones a la infraestructura. Poder realizar mejores ajustes conlleva ser capaces de detectar cortocircuitos con mayor eficacia.
- **Ámbito de la calidad del servicio:** mediante un mejor ajuste de las protecciones se puede evitar cortes intempestivos de tensión.

En definitiva se ha aprovechado una oportunidad de mejora del mantenimiento facilitando que podamos ser más eficientes y más eficaces en nuestra labor diaria del mantenimiento y explotación de las instalaciones de alta tensión.



Fig. 5. Interior del equipo donde se aprecia el equipo National Instruments



Fig. 6. Equipo montado en la maleta portátil, donde se aprecia el PC industrial de pantalla táctil



5º CUADERNO AEM DE MANTENIMIENTO GESTIÓN ECONÓMICA DEL MANTENIMIENTO

La temática de este quinto Cuaderno se centra en la "Gestión Económica del Mantenimiento" y ha sido escrito por Francisco Javier González, Vicepresidente de AEM y Presidente del Comité de Mantenimiento en el Sector del Transporte de AEM y Director de Ingeniería y Mantenimiento e I+D+i de Material Móvil e Instalaciones de Metro de Madrid, persona de amplia trayectoria profesional en Mantenimiento, con vínculos con la docencia universitaria, que ha participado en innumerables actividades relacionadas con el Mantenimiento y que transmite su conocimiento a través de los diferentes libros que ha publicado.

Esta obra está estructurada en una serie de capítulos, 12 en total, que de forma paulatina van adentrando en este mundo de los Costes de Mantenimiento para que se conozcan sus bases y fundamentos específicos. Se indica en el libro que su objetivo es la reflexión sobre lo que se precisa en cuanto a herramientas y procedimientos para que el Coste se convierta, dentro de la actividad, como un indicador técnico más que ayude a alcanzar el mayor grado de eficiencia posible.

Para ello, a través de los diferentes capítulos del libro, se va acercando paso a paso a la Gestión de Costes: desde los conceptos básicos de costes e inversiones, método ABC de gestión, la mano de obra, repuestos, servicios externos, imputación de costes por centro

de actividad, la orden de trabajo, los trabajos para el inmovilizado, los costes del ciclo de vida, análisis de inversiones, amortizaciones, métodos de reducción de costes, hasta la optimización del Mantenimiento en base a indicadores.

Hay un mensaje que se entreve en el libro y es el de que, disponiendo de una buena información de los Costes, se podrán defender proyectos de mejora frente a Dirección. En este Cuaderno se presentan válidos conceptos fruto de la experiencia del autor en la Gestión de Costes de Mantenimiento.

www.aem.es

Gestión del mantenimiento del material móvil en la red del metro de Barcelona

Ramon Rosell Busoms

Servicios Centrales de Metro

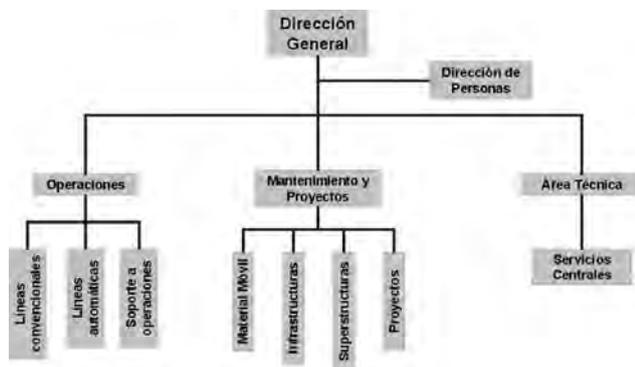
Ferrocarril Metropolità de Barcelona

INTRODUCCIÓN

ORGANIZACIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE METRO

La empresa Ferrocarriles Metropolitanos de Barcelona es la empresa que dirige y gestiona el metro de Barcelona. Esta empresa se halla bajo la marca de Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB), empresa que conjuga los servicios del metro de Barcelona y la principal compañía de autobuses de Barcelona (Transportes de Barcelona, TB). La empresa TMB facilita a Ferrocarriles Metropolitanos de Barcelona algunos servicios como los servicios informáticos o el mantenimiento de las telecomunicaciones.

Ferrocarriles Metropolitanos de Barcelona esta organizado en una Dirección General de Metro dividido como se puede observar a continuación:



Como se puede observar, la Dirección general gestiona básicamente cuatro áreas bien definidas: la Dirección de Personas, el Área de Operaciones, el Área de Mantenimiento y Proyectos y el Área Técnica.

La Dirección de personas gestiona el personal de Metro, en los aspectos de administración de personal, las relaciones laborales y la gestión del desarrollo formativo del personal.

El Área de Operaciones gestiona principalmente la explotación del servicio ferroviario. Su división es Matricial, dividiéndose en Gerencias de líneas convencionales cuyas competencias permiten gestionar la línea de una forma independiente aunque siguiendo unos principios comunes al resto de las líneas. Las líneas se agrupan en Líneas Automáticas y Líneas Convencionales, esta división se debe a las particulares necesidades de gestión de las líneas automáticas, cuya organización es diferente de las líneas convencionales. El departamento de soporte a la explotación ofrece servicios

transversales a las líneas como la gestión del Centro de Mando de Metro, la gestión de los horarios, la seguridad ferroviaria y la protección civil.

El Área de Mantenimiento y Proyectos esta encargada de llevar a cabo la gestión del mantenimiento y la realización y supervisión de proyectos en la infraestructura y los equipos para la mejora continua de la operación. Dentro del Área de Mantenimiento y Proyectos se encuentra el departamento de Material Móvil, cuya principal misión es llevar a cabo el mantenimiento de los trenes.

En el Área Técnica encontramos a Servicios Centrales. Los objetivos de Servicios centrales se dividen en dos grandes competencias, el control financiero y de objetivos y la realización y supervisión de proyectos transversales a la Dirección General de Metro que supongan una mejora en los procesos de gestión.

MISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MATERIAL MÓVIL

Se describirán a continuación desde el punto de vista del servicio de Material Móvil, los rasgos identificativos de su estrategia.

El Servicio de Material Móvil de Metro, tiene como función principal garantizar que los trenes estén útiles para que se pueda efectuar la oferta diaria del servicio de Metro en las mejores condiciones de seguridad, fiabilidad i disponibilidad.

Es por eso que el personal de Material Móvil trabaja cada día en el mantenimiento de los trenes siguiendo las instrucciones de Mantenimiento de los Fabricantes y aplicando el oficio y experiencia que son patrimonio del Servicio.

También es función de Material Móvil, dirigir y desarrollar Proyectos de trenes, tanto de nuevos, como de las Remodelaciones y nuevos sistemas.

¿Quién somos?

El equipo de personas que formamos el Servicio de Mantenimiento de Material Móvil dirigimos, diseñamos, planificamos y efectuamos el mantenimiento integral de la flota de trenes de TMB para facilitar la movilidad de las personas en Barcelona y su área metropolitana con las mejores condiciones de seguridad, fiabilidad, disponibilidad y confortabilidad. Dirigimos y desarrollamos los proyectos de trenes, y somos referente técnico a nivel interno por el nuestro buen conocimiento de material móvil.

¿Qué queremos?

Los principales objetivos del servicio de Material Móvil son:

- Avanzar en Organización de la Actividad Básica siguiendo principios de Excelencia Operacional.

- Incrementar la seguridad, fiabilidad, disponibilidad y confortabilidad de la flota.
- Incrementar la oferta.
- Ser competitivos en mantenimiento de trenes en frente a la competencia de empresas externas.
- Ser eficientes en la gestión de nuestros recursos.
- Contribuir a la fidelización de los clientes i a la captación de nuevos.

¿Cómo lo haremos?

El trabajo en el servicio de Material Móvil se centrará en las siguiente pautas:

- Fijando objetivos comunes con clientes y proveedores internos i externos de TMB.
- Incorporando nueva flota, adecuando la actual e implantando innovaciones tecnológicas.
- Mejorando la calidad de ejecución del mantenimiento y de la resolución de averías e incidencias
- Gestionando el cambio generacional.
- Mejorando la comunicación en todos los niveles.
- Mejorando la gestión interna de la Unidad mediante un proceso de Mejora Continua con formación, creatividad e implicación de todos.
- Gestionando eficientemente cocheras, talleres y planes de mantenimiento.
- Aplicando en nuestros centros políticas de responsabilidad social.

¿Qué conseguiremos?

Los objetivos del servicio de Material Móvil pretenden:

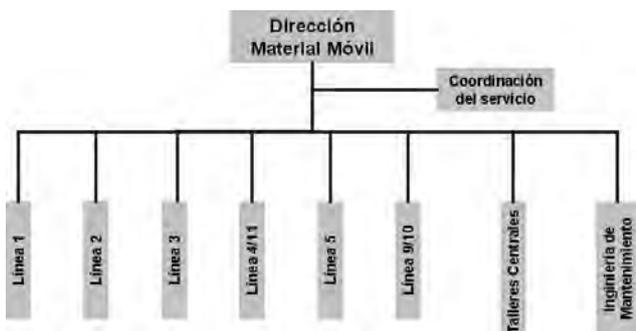
- Mejorar nuestra contribución a la movilidad del área metropolitana de Barcelona.
- Incrementar la calidad percibida y la satisfacción de clientes internos y externos.
- Garantizar siempre las mejores condiciones de seguridad y mejorar su percepción entre los usuarios.
- Tener una buena posición en frente a la competencia exterior.
- Ser una Unidad de referencia en el mantenimiento en Europa.
- Conseguir reconocimiento tanto por parte de TMB como de la sociedad.

EL DEPARTAMENTO DE MATERIAL MÓVIL

ORGANIZACIÓN DE MATERIAL MÓVIL

La organización básica de Material Móvil se basa en una estructura matricial de división de las competencias en las diferentes líneas. Cada línea cuenta con un taller para llevar a cabo las operaciones ordinarias de mantenimiento y existe un taller central para el mantenimiento de ciclo largo.

La separación básica del servicio se puede explicar con el siguiente diagrama:

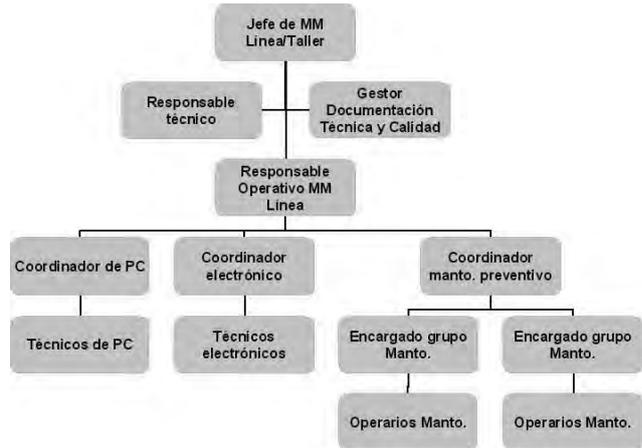


Dependiendo de la Dirección de Material Móvil encontramos los diferentes talleres de cada una de las líneas. La línea 4 y la Línea 11 comparten taller, por la condición de la Línea 11 de metro ligero, con solo 3 trenes y compartir un andén. En talleres centrales se coordinan las acciones de mantenimiento de ciclo largo.

La Ingeniería de Mantenimiento se encarga de la coordinación técnica y de la mejora de los procesos de mantenimiento. Todo el servicio cuenta con la figura de un coordinador del servicio quién se ocupa del análisis de los procesos y de la búsqueda de necesidades no cubiertas para la mejora continua de los procesos.

Organización de las cocheras

Las cocheras se organizan típicamente según la organización que se muestra a continuación:



El jefe de Taller se encarga de la dirección del Taller para asegurar el correcto desarrollo de los procesos de mantenimiento. El Responsable Técnico del taller se encarga del soporte procedimental y de certificación de todos los procesos llevados a cabo en el taller. Por otra parte, el Gestor de Documentación se encarga de la gestión de la documentación técnica y de calidad.

El Responsable operativo es quien debe gestionar y controlar todas las acciones que se llevan a cabo en el taller. Estas operaciones se dividen en tres competencias básicas, la gestión del coordinador de Puerta de Cocheras, quién debe velar por el mantenimiento correctivo, la gestión del Coordinador de Mantenimiento Preventivo, quién debe velar por el mantenimiento preventivo y la gestión del Coordinador electrónico, quién debe dar soporte y aportar el mantenimiento de los equipos electrónicos tanto en la gestión del correctivo como la gestión del preventivo.

LOCALIZACIÓN DE LAS COCHERAS

Las cocheras se localizan en talleres colindantes a las líneas. Debido a la alta densidad de la ciudad de Barcelona, existen grandes dificultades para el emplazamiento de nuevas cocheras, a menudo se debe tratar con una gestión paralela al mantenimiento que es la gestión del espacio en líneas y cocheras.



CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS TRENES DE TMB

Un tren de Metro de Barcelona es un vehículo ferroviario formado por 5 coches acoplados entre ellos, destinado al transporte de personas.

Es la interacción compatible de los elementos que componen un tren con infraestructura a nivel de: Vía (rueda - carril), Energía eléctrica (pantógrafo - catenaria), Comunicaciones (tren-tierra- y radiotelefonía), Sistemas de seguridad.

Funciona accionado por un motor eléctrico, alimentado por la catenaria, regulado y controlado a través del equipo de tracción.

En TMB, típicamente, un tren está compuesto por dos semi-unidades y un remolque es decir, un total de 5 coches. Una semi-unidad está compuesta por dos coches motor, capaces de funcionar de manera autónoma. El coche remolque no dispone de motor de tracción y en unas series está en medio de las dos semi-unidades y en otras está incluido en una de las semi-unidades, entonces el tren esta compuesto por una unidad doble y una triple.

MANTENIMIENTO DEL MATERIAL MÓVIL

El mantenimiento clásico del material rodante de una explotación ferroviaria se basa tradicionalmente en el cumplimiento de las revisiones características del tren (Mantenimiento Preventivo) y de la reparación de las averías que puedan surgir en la operación (Mantenimiento Correctivo). No obstante, la proliferación de métodos de ensayo no destructivo sobre parte de los trenes y el uso de métodos estadísticos avanzados permiten anticiparse a la rotura o al mal funcionamiento de un componente y a su sustitución (Mantenimiento Preventivo). A continuación se describirán los principales rasgos del mantenimiento realizado en TMB.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tradicionalmente el mantenimiento preventivo se basa en la realización de mantenimientos de ciclo corto y de ciclo largo.

Los mantenimientos de ciclo corto se realizan en los talleres de cada una de las líneas. Típicamente estos mantenimientos se basan en un mantenimiento básico de los equipos a los 90 días, un mantenimiento más profundo a los 12 meses y un mantenimiento aún más profundo a los 36 meses.

En TMB hemos aportado un componente innovador al mantenimiento preventivo, lo hemos distribuido. A continuación se explican las principales características del mantenimiento distribuido:

- Se ha dividido el mantenimiento de 90 días en dos partes, la mecánica y la eléctrica. Al tener dos unidades en cada tren, se realiza un mantenimiento principalmente eléctrico a los 45 días de una unidad y en esa misma revisión se realiza el mantenimiento principalmente mecánico de la otra unidad. Obviamente a los 45 días se rotan los trabajos en las unidades.

- El mantenimiento de 12 meses y de 36 meses se ha dividido en tareas. Estas tareas, en lugar de realizarse en un gran mantenimiento, se van realizando en las revisiones cada 45 días. De forma que a los 12 meses se ha realizado toda la revisión de los 12 meses y a los 36 meses toda la revisión de los 36 meses sin necesidad de sacar el tren de la operación durante largos periodos.

Esta forma de trabajar el mantenimiento de ciclo corto nos ha permitido optimizar el uso de la flota, establecer cargas de trabajo constantes en los talleres y facilitar la localización de las posibles averías que se hayan podido producir justo después de las revisiones de los trenes. No obstante, el hecho de que no hayan dos revisiones iguales cada 45 días ha obligado a llevar una gestión muy controlada del mantenimiento, basándonos en la asignación de tareas mediante SAP.

El mantenimiento de ciclo largo realizado esta basado en las especificaciones del fabricante y se realiza en los talleres centrales de Sagrera y por subcontratación en talleres externos.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo que se realiza en el material móvil se basa en dos formas básicas de trabajo:

- Ensayos y medidas no destructivas.
- Análisis estadístico de los rendimientos del tren.

Para los ensayos no destructivos las principales técnicas que se utilizan son:

- Ultrasonidos: Ensayo realizado en cocheras y talleres centrales sobre ejes y ruedas, su realización oscila entre cada 300.000 kilómetros y 1.200.000 kilómetros dependiendo de la edad del tren.

- Partículas magnéticas: Ensayo realizado en cocheras y talleres centrales sobre cajas y bogies, su realización oscila entre cada 600.000 kilómetros y 1.200.000 kilómetros dependiendo de la edad del tren.

- Análisis de vibraciones: Ensayo realizado en cocheras y talleres centrales sobre reductoras, su realización oscila entre cada 600.000 kilómetros y 1.200.000 kilómetros dependiendo de la edad del tren.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo se realiza en las cocheras principalmente. Se gestiona a través del responsable de puerta de cocheras.

Cabe señalar que la configuración de los trenes de TMB con dos unidades por tren esta pensada para que, en caso de problema en una unidad, éste pueda funcionar solamente con la otra unidad. De esta forma se minimiza el impacto de las averías que puedan surgir llevando el tren, en servicio, con una sola unidad, hasta el taller.

CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO

La calidad del servicio del servicio de Material Móvil se basa en el análisis estratégico del mismo servicio y en un Cuadro de Mando con la consecución de los objetivos de los principales indicadores de servicio que, previamente, se han consensuado con la operación.

En base a la estrategia empresarial, se han establecido una serie de acciones que se miden en función de indicadores de servicio. Éstos indicadores empiezan desde el servicio en sí, estableciendo objetivos globales para el servicio, y se desagregan para los diferentes departamentos de cada sección siguiendo los principios del Balanced Score Card.

Siguiendo el compromiso de TMB con la calidad, se han certificado las cocheras de Sagrera y de Vilapicina en la normativa internacinal ISO14000 y se ha planificado la certificación del resto de centros.

INDICADORES DE CALIDAD

Los principales indicadores de calidad configuran el cuadro de mando de Material Móvil. Éstos son:

- Kilómetros sin avería: En kilómetros respecto al número de averías.
- Cumplimiento del presupuesto de gasto: En porcentaje del dispuesto respecto al previsto.
- Kilómetros sin avería que cause tiempo de paro: En kilómetros totales realizados respecto a número de averías con tiempo de paro.
- Tiempo de paro por causa del material móvil: En minutos de paro imputables a material móvil.

- Cumplimiento del mantenimiento programado: En porcentaje de horas de mantenimiento cumplidas respecto a las programadas.
- Cumplimiento del servicio programado: En kilómetros realizados respecto a los programados.
- Cumplimiento del mantenimiento preventivo: En porcentaje de acciones realizadas respecto a las acciones planificadas.
- Cumplimiento del plan de formación: En horas realizadas respecto a las programadas.

SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD

Desde los talleres se analiza mensualmente los resultados del cuadro de Mando. Este seguimiento se lleva al nivel de servicio con la coordinación proporcionada por Ingeniería de Mantenimiento.

En las reuniones del servicio se deciden que acciones emprender para la mejora del nivel de servicio.

Los jefes de cochera acuden mensualmente a las reuniones de análisis del tiempo de paro en las que el Área de Operaciones y el Área de Mantenimiento y Proyectos analizan la marcha de la operación durante el mes anterior y se deciden las acciones que se pueden emprender de forma común para la mejora del servicio.

FUTURO DEL MANTENIMIENTO DE MATERIAL MÓVIL

El principal reto para TMB es el de mejorar el nivel de servicio y hacerlo de una forma sostenible y eficiente. Heredando este objetivo principal el principal reto para Material Móvil será mejorar la fiabilidad de forma sostenible. Para conseguir este objetivo es inevitable pasar por componentes innovadores que permitan adoptar nuevas tecnologías, adaptar los equipos actuales nuevas necesidades o revisar los procesos en la búsqueda de la mejora de los mismos.

Para ello, el servicio se ha movido en tres líneas que a continuación se detallan.

Revisión de los procedimientos de mantenimiento

Se ha realizado una auditoría interna de la calidad del servicio de Material Móvil. El objetivo de esta auditoría es:

- Incrementar la fiabilidad de los trenes.
- Reducir el tiempo de paro.
- Ajustar el mantenimiento de los trenes a las necesidades de mejora de la calidad del servicio, garantizando la seguridad.
- Alcanzar los niveles de productividad y control de costes asociados al mantenimiento
- Implantar el Departamento de Ingeniería de Mantenimiento en Material Móvil.

Las principales líneas de acción del proyecto han sido:

- Actualización y documentación de los planes de mantenimiento
- Plan de formación dirigido fundamentalmente a operarios y puertas de cocheras (manuales de formación)
- Planificación del mantenimiento preventivo por cocheras
- Control de calidad de los trabajos efectuados, internamente, (plan de auditorías)
- Control de calidad de los trabajos efectuados por proveedores externos: "Manual de calidad de proveedores externos" (plan de auditorías a proveedores externos).
- Realización de fichas y manuales de motoristas para intervención en solución de incidencias en línea, orientadas a personal de Gerencias.

Actualmente se están obteniendo los primeros resultados del nuevo modelo de gestión, aunque no todas las medidas se han puesto en marcha en todas las cocheras.

Se ha demostrado que los resultados positivos dan credibilidad al esfuerzo realizado por lo tanto se han manifestado muy útiles y productivas y por ello se pretende continuar con esta línea.

Implantación de las nuevas tecnologías de mantenimiento

Se está trabajando para la adopción de nuevas tecnologías que nos permitan adelantarnos a las posibles averías. En este sentido se avanza en dos direcciones:

- Adopción de nuevos equipos de análisis de vibraciones embarcados para la prevención de las posibles averías futuras en los bogies.
- La monitorización on-line de todos los sistemas embarcados.

Ejecución del plan de remodelación de la flota

Obviamente todas las flotas en las explotaciones envejecen y llega un momento en el que su vida útil llega al fin. En TMB se ha planteado alargar la vida útil de los trenes mediante la remodelación de los mismos. Alargar la vida útil de un tren supone una mejora en la eficiencia económica aumentando el periodo de amortización.

Las principales acciones realizadas en la remodelación de un tren son:

- Cambio de la disposición interior: Pasando de la tradicional disposición transversal a la marcha del tren a una disposición longitudinal que optimiza el espacio útil en los coches y habilita el pasillo de interconexión entre coches.
- Revisión exhaustiva de los equipos.
- Sustitución de componentes: Con la consiguiente modernización de los componentes del tren.
- Incorporación de nuevas tecnologías: Actualizando equipos obsoletos en el tren.



Liderazgo en Mantenimiento

Suele suceder en alguna de mis clases que, cuando hablamos de las bondades de la gestión empresarial del mantenimiento, alguno de los asistentes comenta lo bueno que sería que su jefe estuviera presente para que “se entere” de lo que es un buen mantenimiento. Y es cuando yo aprovecho para hablar del liderazgo de los responsables de mantenimiento y cómo parte de ese liderazgo consiste, también, en mostrar a la dirección el camino de una gestión eficaz del mismo.

Las relaciones interpersonales constituyen una dificultad intrínseca de la gestión del mantenimiento. Aunque una instalación industrial no sea muy extensa, suelen ser muy distintos los oficios de los especialistas que desarrollan la actividad: mecánicos, soldadores, electricistas, instrumentistas, pintores, calorifugadores, frigoristas, etc., etc. Lógicamente, se necesita que estos profesionales lo sean en un alto grado de especialización y experiencia, ya que, si las empresas compran instalaciones y equipos soportados en las mejores tecnologías disponibles, la actuación de mantenimiento ha de ser acorde a dichas tecnologías. Una misión básica de la jefatura de mantenimiento ha de ser verificar y actualizar el nivel de conocimiento y calidad del trabajo de todos los técnicos a su cargo. Por otra parte, hay que utilizar una serie de técnicas y procedimientos específicos de mantenimiento que colaboran a la eficacia de su actividad: Preventivo, Predictivo, Planifi-

cación, Programación, Gestión de Repuestos, uso de GMAO, Control Económico, Seguridad, etc. Es decir, que a ese conjunto heterogéneo de profesionales hay que integrarlo armónicamente para que todas estas técnicas cumplan su cometido con rigor y eficacia. Una heterogeneidad a la que hay que sumarle la que se deriva de que, por lo general, una parte de ese personal pertenece a una empresa de servicios, con su estructura, sus hábitos, su convenio colectivo... En resumen, el marco interno de mantenimiento es claramente el marco ideal para que su responsable se ejercite y desarrolle unas excelentes habilidades de liderazgo.

Pero el marco que hemos dibujado está incompleto. Mantenimiento ha de relacionarse con el resto de departamentos de la compañía. Como en la teoría de conjuntos, hay interferencias. La consecución de los objetivos de mantenimiento suele “interferir” con la consecución de objetivos de otras áreas: Operaciones, Recursos Humanos, Económico-Financiero, Compras, Legales, etc. Parece que, a veces, nos entorpecen la labor. Y es aquí donde se ha de manifestar de nuevo la calidad de líder del responsable de mantenimiento. Si tiene bien definidos sus objetivos, si estos están claramente alineados con los de la empresa y si se sabe explicar, debe ser una tarea gratificante conseguir limar todas las asperezas y que en las interferencias se trabaje a favor de mantenimiento. No se puede aceptar impasible que lo que es bueno para mantenimiento

puede no ser bueno para la empresa. Lo que se ha de aceptar por la organización es que es bueno para mantenimiento porque es bueno para la empresa.

Y volvemos al inicio. A la queja: es que se me exige en la gestión de mantenimiento lo que yo sé que no es bueno para la empresa. La dirección puede plantearle a Mantenimiento metas de costes, de productividad, de subcontratación o de otro tipo que parecen no ayudar a la eficacia de la actuación. Mal asunto, porque se pueden dar dos situaciones. La primera que, realmente, lo que queremos hacer no sea lo mejor para la compañía. La segunda que no hemos sabido explicar la bondad de nuestros planes de gestión eficaz de mantenimiento. Y son dos condiciones básicas del liderazgo: Hay que saber alinear nuestra actuación con los objetivos de la organización a la que se pertenece y hay que saber hacerlo llegar a la dirección para, después de estudiado, se comparta una visión empresarial del mantenimiento. Por supuesto, que desde esa posición de liderazgo hay que integrar a todos los actores de la actividad. En primer lugar a toda la organización de Mantenimiento, pero también a las áreas colaterales con las que se interfiere en el trabajo y a los agentes externos con los que se colabora. Y así queda enmarcado la calidad de líder del responsable de mantenimiento. Ser líder de Mantenimiento se inicia sabiendo alinear los objetivos propios con los objetivos de la compañía. Luego, liderando.

Agenda aem



asociación española de mantenimiento

Plaza Doctor Letamendi, 37, 4º 2ª • 08007 BARCELONA • Tel. 93 323 48 82 • Fax: 93 451 11 62
e-mail: info.bcn@aem.es • www.aem.es



Miembro de la
European
Federation of
National
Maintenance
Societies



Miembro de la:
Federación Iberoamericana
de Mantenimiento



4º PREMIO ESPAÑOL DE MANTENIMIENTO 2011

La Asociación Española de Mantenimiento, siguiendo la trayectoria establecida en su día y de acuerdo con los fines estatutarios en cuanto al fomento, estudio y difusión del Mantenimiento en la empresa y en la sociedad española, convoca el 4º PREMIO ESPAÑOL DE MANTENIMIENTO 2011, que se registrará por las siguientes:

B A S E S

- 1.- El Premio, de carácter bienal, se otorga como distinción a una sobresaliente labor y trayectoria profesional en el ámbito del Mantenimiento.
- 2.- El Premio está dirigido a todos quienes desarrollan su actividad relacionada con Mantenimiento, sea de forma individual, en equipo o como institución y se basa en el reconocimiento por una:
 - 2.1.- Dilatada trayectoria y experiencia en Mantenimiento
 - 2.2.- Actuación técnica y profesional relevante.
 - 2.3.- Aportación de nuevas ideas en el ámbito del Mantenimiento.
 - 2.4.- Aplicación de nuevas técnicas y tecnologías.
 - 2.5.- Aplicación de nuevos tipos de organización que mejoren la efectividad del Mantenimiento.
 - 2.6.- Publicación de libros, trabajos, presentación conferencias, etc., etc., que promuevan y den a conocer mejor el Mantenimiento.
 - 2.7.- Mejora de la situación del Mantenimiento en cuanto a su incidencia en la Formación, Seguridad y Medio Ambiente.
 - 2.8.- Aplicación de cualquier otra iniciativa que incida en el progreso del Mantenimiento.
- 3.- Se puede optar al Premio desde todas las actividades de Mantenimiento, sea Industrial, de Edificios, Infraestructuras, Transporte, Servicios Públicos, Patrimonio, etc., etc., ya que todas ellas son áreas de relevancia para el desarrollo del país y de la sociedad en general.
- 4.- El Premio, además de ser un reconocimiento de la labor y un estímulo para el premiado, pretende ser un incentivo más dentro de la promoción de las actividades de Mantenimiento.
- 5.- El Premio consiste en un Certificado Acreditativo del mismo, la Nominación para optar al Premio Europeo de Mantenimiento 2012 (Euromaintenance Incentive Award) y la Cobertura de Gastos para la participación en el Congreso Europeo de Mantenimiento, Euromaintenance 2012, donde se procederá a la entrega del Euromaintenance Incentive Award. (Transporte, alojamiento e inscripción)
- 6.- El Premio se entregará, en esta edición de 2011, en el transcurso de la celebración de la cena oficial del 5º Congreso Español de Mantenimiento y 16º Congreso Iberoamericano de Mantenimiento, que tendrá lugar en Barcelona, el día 16 de noviembre de 2011, en el lugar que oportunamente se indicará.
- 7.- Presentación de nominaciones.
 - 7.1.- Las nominaciones de candidatos al Premio han de ser presentadas por socios AEM.
 - 7.2.- Cada socio podrá presentar un candidato, que no es obligado sea socio de AEM.
 - 7.3.- Adjunto con la nominación deberá presentar el Curriculum Vitae del candidato, aportando documentación que avale el desarrollo de su actividad de acuerdo con lo indicado en el apartado 2, incluyendo todos los datos posibles en cuanto a fechas de detalle de experiencia profesional, estudios realizados, formación y actividades complementarias, etc., etc.
- 8.- La documentación podrá entregarse en papel (original y copia), en soporte informático (CD) o enviarse por correo electrónico info.bcn@aem.es, y deberá recibirse en la oficina de AEM, Plaza Doctor Letamendi, 37, 4º, 2ª, 08008 Barcelona, antes del día 31 de julio de 2011.



- 9.- El Jurado Calificador estará compuesto por un Comité Técnico de cinco personas de renombrada experiencia en Mantenimiento y un Secretario. Este Jurado será elegido en reunión de Junta de Gobierno de AEM.
- 10.- Tras la decisión del Jurado se comunicará al candidato ganador la concesión del Premio y ello se efectuará en fecha 10 de septiembre de 2011, a fin de dar tiempo a los trámites y a la preparación de la documentación a enviar a la Federación Europea de Mantenimiento, de nominación como candidato español al Premio Europeo de Mantenimiento.
- 11.- El Jurado Calificador será soberano para decidir en cualquier eventualidad que se presente.
- 12.- El Premio no podrá quedar desierto, salvo que no se presente ninguna nominación.
- 13.- Toda la información de nominaciones y calificaciones del Jurado será gestionada desde Secretaría de AEM y con carácter estrictamente confidencial.

12^{as} JORNADAS TÉCNICAS SOBRE EL MANTENIMIENTO EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA *Cartagena (Murcia), 18 y 19 de mayo de 2011*

En el contexto de la actividad de Mantenimiento, las soluciones que se pueden adoptar en términos de la conservación en paradas incluyendo pruebas periódicas a los equipos críticos, en términos de la disminución de la energía consumida en el proceso productivo y en términos de la aplicación práctica de los nuevos aspectos reglamentarios, medioambientales y de prevención de riesgos laborales, serán seguramente de gran interés para el participante y de un importante valor para su actividad profesional. Para tratar de todo ello estas Jornadas, dirigidas por Paulo Domingues dos Santos, Presidente del Comité de Mantenimiento en el Sector de la Energía de la Asociación Española de Mantenimiento (AEM), tratarán temas como: Eficiencia energética y competitividad a través del mantenimiento; Aplicación práctica de aspectos reglamentarios, medioambientales y de prevención de riesgos laborales al mantenimiento; Fiabilidad.



JORNADA TÉCNICA SOBRE EL MANTENIMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN *Feria Construmat. Ágora de Rehabilitación, 19 de mayo de 2011*

En el marco de la Feria Construmat se celebrará esta Jornada Técnica, presentada y clausurada por Alberto Pons, Presidente del Comité Sectorial para la Gestión y el Mantenimiento de Edificios de la Asociación Española de Mantenimiento. En ella se tratarán temas como: La rehabilitación energética; Modelo de eficiencia energética en Edificios; Adecuación Instalación eléctrica de Baja Tensión de un Hospital a la Reglamentación vigente; La Arquitectura. Desde el diseño al Mantenimiento.

3^a JORNADA TÉCNICA PARA EL MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

El Comité Sectorial para el Mantenimiento en la Industria Alimentaria de la Asociación Española de Mantenimiento (AEM), coherente con su política de presencia en los Centros Técnico-Económicos del país, ha decidido trasladar la Jornada Técnica correspondiente al Ejercicio en Curso a tierras castellano-leonesas donde la presencia de este Sector de actividad es muy importante.

Tomando como temas centrales la Seguridad Alimentaria y la imprescindible deriva de las funciones de Mantenimiento, para situarlas como centradas en el negocio, además de cumplir con la máxima eficiencia las funciones técnicas y operativas que le son propias.

El Programa reúne Ponencias, a cargo de reconocidos Profesionales, que combinan casos reales y prácticos con planteamientos de tipo estratégico, desde los que se invita a los Profesionales asistentes a participar y exponer su visión concreta dentro de la problemática.

Actividades como esta "Jornada Técnica", cuya celebración se prevé en Burgos para el próximo 02 de Junio, constituyen una herramienta indispensable desde la que se pueden establecer nuevos criterios a través de los que pueda mejorarse la competitividad del Sector, o revisar los actuales en profundidad con el mismo fin.

AEM quiere agradecer la magnífica acogida que ha recibido por parte de las Autoridades Autonómicas y el Ayuntamiento de la Ciudad de Burgos, así como el entusiasmo que han manifestado las Industrias Alimentarias radicadas en la zona.



LIBRO ENCUESTA “EL MANTENIMIENTO EN ESPAÑA” – EDICIÓN 2010

Como ya es tradicional desde 1990, la Asociación Española de Mantenimiento, actualiza con periodicidad quinquenal, el libro encuesta sobre “El Mantenimiento en España”, en el cual puede apreciarse la evolución que el Mantenimiento está sufriendo en el contexto nacional, dentro de un relevante rango de sectores industriales, de edificios e infraestructuras. En esta nueva edición, que tuvo su presentación oficial en el transcurso de las 8as Jornadas sobre Mantenimiento en el Sector del Transporte, celebradas en Madrid los días 24 y 25 de noviembre de 2010, se ha actualizado también la presentación de la información de forma más didáctica a través de gráficos en los que puede verse la evolución comparativa de los parámetros analizados, junto con una serie de mensajes o recomendaciones de elevado interés. En el prólogo del libro ya lo indica Francisco Javier González, Presidente de AEM “En este contexto de crisis económica pero también de motivación hacia el cambio y a la búsqueda de oportunidades de mejora, AEM presenta esta quinta edición del libro, respetando el formato desarrollado en ediciones anteriores, lo que permite estudiar la evolución de diversos factores a lo largo de estos años, pero se ha intentado incorporar un mayor número de gráficos y ayudas visuales para hacerlo menos árido. Un libro encuesta como este es difícil hacerlo ameno, pero hemos intentado avanzar un poco en este sentido”.

El libro está estructurado en diferentes capítulos ordenados con una nueva visión con respecto a anteriores ediciones, lo cual facilita el centrarse en el tema específico de su contenido:

- Estudio de la encuesta, desde su objetivo, marco, bases de diseño, cuestionario diseño muestra, desarrollo encuesta e interpretación resultados.
- Conclusiones generales y evolución del mantenimiento desde 1990.
- Resultados de la encuesta, general y por sectores, sobre: Información General de los Centro de trabajo; La Organización del Mantenimiento; Los Costes del Mantenimiento; Mantenimiento Contratado; Control de los Trabajos de Mantenimiento; Informatización del Mantenimiento; Formación en Mantenimiento; La Dirección del Mantenimiento.
- La Asociación Española de Mantenimiento
- Glosario sobre Terminología específica del Mantenimiento

Los Sectores de actividad encuestados han sido los de: Alimentación; Automóvil e Industria Auxiliar; Construcciones Electromecánicas; Edificios; Empresas diversas; Energía; Materiales de Construcción; Química; Siderometalurgia y Minería; Transportes.

Del total de las 1648 encuestas enviadas, se recibieron debidamente cumplimentadas 152, lo que representó el 9,2%, porcentaje por encima de experiencias conocidas en el campo de Mantenimiento.

Cabe destacar del resumen de conclusiones que existe una tendencia a modernizar las instalaciones productivas, que avanza el uso de la informática como herramienta vital de gestión, que se debe progresar en una mejora de los sistemas organizativos y de control para garantizar el buen funcionamiento de la organización de Mantenimiento, que la Contratación del Mantenimiento es una opción consolidada pero que todavía sigue basándose en una aportación exclusiva de MdO, que la Formación es esencial y sigue siendo una asignatura pendiente.

AEM editó este libro con el patrocinio de Ges-Siemsa, Grupo Masa, Maximo-Allegro Systems, Metro de Madrid, Piman y Repsol.





**LIBRO AEM DE MANTENIMIENTO
"ESTA FUE LA SOLUCIÓN"**

En 2009, al irse ya editando la colección de Cuadernos AEM de Mantenimiento, se comprobó la conveniencia de edición de otra colección de Libros de Mantenimiento con otra faceta, no ya técnica exclusivamente, sino de carácter generalista, amable, incluso divertido, relajante, que evadiera en su lectura de los problemas que agobian con el día a día, a los responsables de Mantenimiento, pero siempre, en el fondo, que aportaran un mensaje, una clave de ayuda. En base a este propósito, la Asociación Española de Mantenimiento editó y se presentó en noviembre de 2009, el primer libro de la colección, fruto del trabajo realizado por Agustí Tresserra en la revista MANTENIMIENTO, en su sección "Hablando de...".

Siguiendo con la línea iniciada, tuvo lugar en Madrid, en el transcurso de las 8as Jornadas sobre el Mantenimiento en el Sector del Transporte, el pasado mes de noviembre de 2010, el segundo volumen de la colección, libro basado también en las aportaciones de Luis Baldellou en su sección "Esta fue la solución" de la revista MANTENIMIENTO. De esta aportación de Luis Baldellou a la revista durante quince años, se seleccionaron toda una serie de artículos buscando aquellos donde la experiencia se pone de manifiesto, donde una observación o comentario señala un camino a seguir, donde aprender de situaciones negativas, donde debe imperar el sentido común.

Este nuevo libro, ameno, desenfadado, entrañable, es un libro que sin prisas debe ser leído, ya que no es lo mismo haberlo leído en una página de la revista, que en un libro en el que se tiene una continuidad. Se consideró en su edición que no debían perderse sin más tantas horas de dedicación a mostrar que las cosas son siempre mejorables, que los sentidos están para ser usados adecuadamente, que el conocimiento nunca está de sobra, que las experiencias ilustran y facilitan la mejora del trabajo, que se debe andar por la vida, en definitiva, siendo conscientes de qué y cómo se hace en todo momento.

El libro está estructurado en tres capítulos básicos:

- Esta fue la solución, donde se presentan una serie de actuaciones en diferentes situaciones con un alto grado de experiencia, sentido común y una cierta dosis de humor en ocasiones.
- ¿Tiene solución?, con planteamientos de situaciones en las que predominan necesidades y a las que envía su mensaje.
- Algo habrá que hacer. Situaciones diversas, algunas comprometidas, pero que con fina ironía en alguna de ellas remarca la necesidad de tomar decisiones.

AEM editó este libro con el patrocinio de Alfa Consulting, Emte Service, Grupo Tamoin, Repsol y Talleres Petit.



NUEVA EDICIÓN DEL "CURSO SUPERIOR DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO" EN PUERTOLLANO

Entre Enero y Abril y por segundo Curso consecutivo el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid – Ciudad Real, con la colaboración de la AEM, ha programado el "Curso Superior de Gestión y Mantenimiento", dirigido esencialmente a Profesionales en ejercicio y cubriendo todas las plazas convocadas y con notable aceptación por parte de los Asistentes. La duración del Curso es de 140 horas presenciales que incluyen prácticas y que siguen los principios básicamente empírico-técnicos del Mantenimiento.

AEM está analizando las posibilidades para emprender otros planteamientos procedentes de otras Instituciones para programas similares a impartir en diversos puntos del país, dentro del Plan iniciado para complementar los programas de Educación y Formación superior en Mantenimiento existentes en España.



CUADERNO AEM DE MANTENIMIENTO “NUEVAS TECNOLOGÍAS EN MANTENIMIENTO PREDICTIVO”

Siguiendo con la línea establecida en 2005 y ampliando la colección de Cuadernos AEM de Mantenimiento, la Asociación Española de Mantenimiento edita el volumen número 7, preparado desde la Fundación Tekniker por Aitor Arnaiz y Egoitz Conde con el título de “Nuevas Tecnologías en Mantenimiento Predictivo” y que fue presentado en el transcurso de las 8as Jornadas sobre Mantenimiento en el Sector del Transporte, celebradas en Madrid en noviembre de 2010.

El Cuaderno presenta una serie de tecnologías predictivas on-line que pueden suponer una mejora sustancial en la eficiencia del Mantenimiento en la próxima década. El análisis continuo de las opciones tecnológicas a partir de una identificación clara del punto de partida de cada organización y de los objetivos de mejora, es la mejor forma de aprovechar la ventaja competitiva que pueden dar estas tecnologías.

El objetivo del Cuaderno es ofrecer una visión general del amplio espectro de posibilidades que ofrecen las tecnologías predictivas en sus aplicaciones a los conceptos de Mantenimiento. Visión que debería servir para iniciar o continuar por uno de los caminos obligados para los profesionales del Mantenimiento, en mayor o menor medida, con el objetivo de poder hacer frente a las restricciones presupuestarias, cada vez más importantes, y en donde se prevé una evolución en la misma línea dentro del futuro previsible.

En un gran número de casos de aplicación de Mantenimiento, se está en una situación real y actual muy alejada de los escenarios más avanzados, presentados y desarrollados con el Cuaderno, por lo que es de esperar que este trabajo sirva para despertar ideas y tendencias de mejoras que permitan alcanzar los índices de competitividad, tanto empresariales como colectivos, que el entorno tanto productivo como económico precisa para mantenerse en el lugar que corresponde a la realidad social.

AEM editó este libro con el patrocinio de CPI – Copisa Industrial, Endesa y Tekniker.



CLAUSURA DE LA JORNADA TÉCNICA SOBRE “COORDINACIÓN DE RIESGOS LABORALES”

La Asociación Española de Mantenimiento (AEM), ha sido invitada a participar en la Jornada Técnica que ha organizado la Firma e-Coordina y que se ha celebrado en la Sala de Actos de la ZAL (Zona de Aprovisionamiento Logístico) de la Zona Franca de Barcelona, moderando el coloquio final y presidiendo el Acto de Clausura el Secretario General de AEM D. Joan Mitjavila i Giró.

En el desarrollo del Acto, se ha puesto de manifiesto que soluciones técnicas como las que plantea e-Coordina son muy necesarias en la Coordinación de Riesgos Laborales en situaciones donde se entrelazan Propiedad con Contratistas y Subcontratistas múltiples que es un aspecto que dista mucho de seguir las prácticas adecuadas y de lograr los objetivos imprescindibles.



APERTURA DEL SEMINARIO “SISTEMAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 2011”

Entre los días 04 y 07 de Abril se ha desarrollado nuevamente en Valencia y programado por la Universidad Politécnica de aquella Capital, el Seminario sobre Sistemas de Mantenimiento Industrial. AEM ha sido invitada a Presidir la Sesión Inaugural que ha corrido a cargo del Secretario General AEM D. Joan Mitjavila i Giró D. Joan Mitjavila i Giro quien ha impartido la Ponencia “El Mantenimiento Contratado”.

Este Seminario, que ha convocado a 93 Inscritos se dirige a jóvenes Técnicos titulados que ven en las actividades de Mantenimiento una firme opción para sus incipientes carreras Profesionales.

Es una actividad que se encuadra en el marco de acercamiento entre el entorno Universitario con el Profesional y empírico del Mantenimiento.



COMITÉ DE MANTENIMIENTO EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA

El pasado día 23 de febrero se celebró en Madrid, en las oficinas de ADEMI, una nueva reunión periódica del Comité de Mantenimiento en el Sector de la Energía, de la Asociación Española de Mantenimiento.

Se inició el encuentro dándose la bienvenida a dos nuevas incorporaciones al Comité: Miguel Ángel Chimeno Martínez, de Iberdrola Ingeniería de Explotación y; José Antonio Barcia Rodríguez, de Gas Natural FENOSA.

Tras la aprobación del acta de la anterior reunión se entró al debate de los temas presentados en el orden del día.

Grupos de Trabajo y desarrollo de los mismos

- Formación y cualificación de personal

Pendiente de inicio del próximo trabajo a desarrollar

- Mtto *On-line* y Fiabilidad del Mantenimiento

Por parte del responsable del grupo se comentó que el primer borrador de la "Guía para la mejora de la Fiabilidad de una Planta Industrial" estaba finalizado y había sido enviado a todos los miembros para su última revisión.

Se acordó que, con el objetivo de que el documento pudiera ser presentado en las próximas Jornadas de Mantenimiento en el Sector de la Energía a realizar en Mayo, esta revisión debe finalizar antes del 11 de Marzo.

Endesa Generación se brindó a patrocinar la Guía como nuevo Cuaderno AEM de Mantenimiento.

- Guía para la Gestión de Grandes Paradas

Los responsables de los dos grupos que participan en el estudio, se reunieron en Noviembre y analizaron los trabajos realizados y pendientes. Se acordó unificar ambos grupos, con los mismos participantes, quedando como coordinador del trabajo Luis Matia, quien enviará el documento una vez unificado incluyendo una posible asignación previa de los capítulos pendientes, a los miembros que corresponda.

- Información AEM

Juan Pedro Maza, miembro de la Junta Directiva de AEM, presentó un resumen de los diferentes eventos promovidos y desarrollados por AEM y de los previstos de realizar, haciendo especial hincapié en el próximo Congreso Iberoamericano y Español de Mantenimiento.

Para este Congreso se está solicitando la colaboración de empresas vinculadas a AEM, de la forma habitual, sea a través de patrocinio directo, con inscripciones gratuitas o vía inscripciones directamente.

- Próximas Jornadas de Mantenimiento en el Sector de la Energía

Una vez analizadas las distintas opciones presentadas se acordó celebrar las Jornadas los días ya establecidos, 18 y 19 de Mayo, pero cambiando la ubicación al preferirse Cartagena.

Juan Pedro Maza coordinará los contactos necesarios con la Universidad de Cartagena con la idea de poder utilizar sus infraestructuras de ser viable, y contar al mismo tiempo con su participación.

Se introducirá, en las diferentes sesiones de las Jornadas, un apartado de preguntas sobre temas de interés, para su debate y repuesta por los asistentes. Se organizará con antelación suficiente la recogida de las eventuales preguntas a debatir, de entre los inscritos que estén interesados.

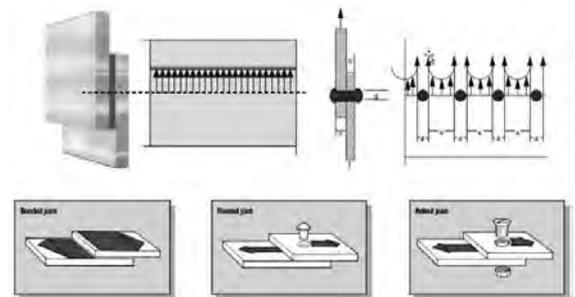
- Ruegos y Preguntas

El Presidente del Comité sugiere realizar una reunión monográfica a fin de plantear el presente y futuro del Comité y analizar que tareas de interés común son las que debe focalizar. Se acordó celebrarla durante las Jornadas y en principio al término de la sesión de tarde del día 18 de Mayo.

PEGADO ESTRUCTURAL EN LA METALISTERÍA

La técnica de pegado puede integrarse en los procesos de producción existentes, prácticamente en todas las áreas industriales. Según el trabajo a realizar, la aplicación se lleva a cabo manualmente, semiautomáticamente o automáticamente, por medio de robots. Dependiente de la cantidad y el tipo de adhesivo utilizado, puede ser necesario un dispositivo de aspiración, también es recomendable utilizar siempre equipo de protección personal. La naturaleza superficial de las piezas ensambladas es fundamental para la calidad del pegado. La limpieza deficientes de las piezas ensambladas a pegar, por ejemplo, de aceites y grasas, es una fuente de defectos frecuente en la práctica. Otro requisito básico es además la aplicación correcta del adhesivo utilizado por parte del personal. La capacidad de rendimiento de las construcciones pegadas depende en gran medida de las condiciones de producción. Esto incluye la preparación de las piezas ensambladas, la mezcla correcta en los adhesivos de dos componentes, su aplicación, así como la fijación y cumplimiento de los tiempos de endurecimiento. Por lo tanto, los fabricantes de adhesivos como Henkel, organizan regularmente seminarios y talleres para la cualificación y formación continua del personal técnico.

www.henkel.es



SENSOR DE PRESIÓN PARA ALTA TEMPERATURA 200°C

Ellison Sensors International anuncia el sensor HI2200 para trabajar en condiciones de alta temperatura. Se ha diseñado con componentes de alta calidad para funcionar a temperaturas elevadas con total fiabilidad, y su encapsulado de acero inoxidable y titanio le confiere robustez. Lo excepcional de este producto es que no solo puede medir fluidos a 200°C, sino que puede usarse en aplicaciones donde la temperatura ambiente es también de 200°C tales como interiores de hornos y cámaras de alta temperatura.

Conseguir medidas de presión en entornos de alta temperatura con buena precisión es crítico en muchas aplicaciones y puede a menudo suponer un reto difícil de resolver. ESI lo consigue utilizando componentes seleccionados

cuidadosamente. Está equipado con tecnología Silicio-Sobre-Zafiro para el elemento sensor, uniones soldadas de aleación de titanio y encapsulado de acero inoxidable, ofreciendo un rendimiento, durabilidad y estabilidad a largo plazo jamás conseguido a un precio muy competitivo. El sustrato de Zafiro protege el circuito extensométrico de la radiación electromagnética, presenta una histéresis inapreciable, y su elasticidad le confiere una respuesta muy buena en rangos amplios de temperatura.

Está disponible en rangos de presión desde 0-1bar a 0-1500bar con salida no amplificada de 10mV/V de excitación, y opción de compensación en temperatura. Caracterizado por una no-linealidad e histéresis mejor de $\pm 0,25\%$ F.E. y estabilidad mejor de $\pm 0,1\%$ F.E./

año. Está disponible con salidas amplificadas de 0-5V, 0-10V ó 4-20mA, pero con limitación en la temperatura ambiente y de medio de 125°C.

ESI diseña y fabrica sensores de presión de altas prestaciones, ofreciendo la última tecnología a un precio razonable sin comprometer la calidad del producto. El resultado es uno de los productos más avanzados para mercados exigentes como defensa, aerospacio, petroquímico (oil & gas), industria, automoción.



BRIDA MEDIDORA DE PAR CON CERTIFICACIÓN ATEX

Ideal para aplicaciones en gasoductos y entornos con peligro de explosiones.

Para responder a los requerimientos en tareas de análisis de rendimiento de una máquina, HBM, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, cuenta con una gama completa de transductores de par que se integran directamente en la cadena cinemática, entre el accionamiento y la máquina.

Del amplio abanico de modelos de HBM destacan las bridas medidoras de par T10FH que, disponibles con pares de giro nominales de serie de hasta 300 kN·m, incluyen este tipo de transductor y se pueden utilizar en entornos con peligro de explosiones. También existe una versión especial T10FH con la certificación ATEX II 2G EEx d e q IIC T4 para rangos de medida nominales hasta 150 kNm y aplicación en la zona 1.

La transmisión de datos entre el rotor y el estator es digital. De este modo, se consigue registrar y transmitir los valores medidos de forma correcta y segura, incluso bajo condiciones ambientales difíciles, tales como interferencias electromagnéticas o temperaturas oscilantes.

Una aplicación habitual del transductor de par T10FH-ATEX es el control de motores de gas para sistemas de compresor en gasoductos o cavernas subterráneas de almacenamiento de gas. Dado que la presión en el gasoducto oscila, se requiere una regulación rápida y precisa que reaccione a los parámetros variables de funcionamiento. De esta forma, se puede proteger eficazmente la aparición de cualquier daño, al tiempo que se reduce el consumo de combustible.

La alta precisión en la medición de par también permite registrar los datos de estado del sistema,



proporcionando intervalos de mantenimiento óptimos en el marco del "seguimiento basado en la condición".

www.hbm.es

CUMBRE 2011, SE CELEBRARÁ EN BEC LOS DÍAS 27 A 30 DE SEPTIEMBRE

La Cumbre Industrial y Tecnológica se presentará el próximo mes de septiembre como un foro de negocios de alto valor añadido. Para ello, su equipo organizador ha elaborado un diseño que está marcado por las nuevas iniciativas como la figura del país de honor, el área de innovación, las jornadas sobre diversificación, el catálogo-guía para compradores en la web, las herramientas de promoción para expositores y aplicaciones online dedicadas a la concertación de agendas.

Las tres grandes áreas que agruparán la oferta de la Cumbre serán las de Subcontratación, Automatización y Trasmec, esta última relacionada con la maquinaria y el suministro para siderurgia, fundición, forja, laminación y tratamiento de superficies.

Por primera vez, la Cumbre Industrial y Tecnológica contará con un espacio específico en el propio pabellón donde se llevarán a cabo las jornadas técnicas y actividades de interés para expositores y visitantes. Entre otras

cabría mencionar el "Día de la PYME del mecanizado", en el que ASPROME (Asociación de Profesionales para la Competitividad del Mecanizado) organizará un encuentro empresarial de envergadura, las Jornadas de Innovación y Tecnología a cargo de IK4, Tecnalia, Spri y Gobierno Vasco, la presentación de los Programas de Apoyo a la Internacionalización de ICEX y el VII Fórum Técnico Internacional de Fundición, del Instituto de Fundición TABIRA-Centro de Fundición AZTERLAN.

www.bilbaoexhibitioncentre.com

MANTENIMIENTO - EDIFICIOS

Abantia Mantenimiento

- Climatización
- Electricidad
- Fontanería
- Contra incendios
- Control
- Instrumentación
- Audio
- Vídeo
- Broadcast
- Redes
- Equipos de comunicaciones
- Equipos informáticos
- Obra civil

Gestión de servicios

- Auditoría
- Ahorro energético
- Limpieza
- Restauración
- Seguridad
- Mensajería

Automatización

- Mantenimiento
- Gestión de Almacenes
- Actualización tecnológica
- Informática de gestión

Instalaciones de alta tensión



www.abantia.com

Astúries, 8-10 08830 Sant Boi de Llobregat
Barcelona tel 93 552 14 00

ferroser

Primera empresa con cobertura nacional en ofrecer, con personal propio, la

GESTIÓN INTEGRAL DE SERVICIOS (Facilities Management)

Contratos de mantenimiento Integral:

- Convencionales
- Cuadro de Precios Unitarios
- Garantía Total
- Garantía de resultados
- Multiasistencia
- Limpiezas de Edificios
- Limpiezas Industriales
- Auditorías
- Estudios Energéticos
- Cogeneración



SEDE CENTRAL:
Serrano Galvache, 56.
Edificio Madroño. 28033 Madrid
Teléfono: 91 338 83 00

GUÍA COMERCIAL

sodexo
Facilities Management

Líder mundial en soluciones de calidad de vida

Atiende diariamente a 50 millones de usuarios

- Facility Management
- Mantenimiento multitécnico
- Restauración
- Servicios de soporte
- Gestión energética

Ed. Buvisa Voramar - C/ Agricultura, 22
El Masnou (08320) Barcelona
Tel: 935 405 435 / Fax: 935 409 780
altys@altys.es - www.sodexo.com

ELECTRICIDAD - ELECTRÓNICA



Mantenimiento de Alta Tensión y Baja Tensión
Mantenimiento Mecánico
Gestión On-Line del mantenimiento reglamentario
Mantenimiento especializado

Montajes eléctricos y mecánicos
Subestaciones y centros de transformación
Instalaciones mecánicas y estructuras
Instalaciones industriales de baja tensión

Legalización de Instalaciones Industriales
Formación Especializada

www.gruphelco.es

BARCELONA
Polígono Industrial la Clota - C/ Ros i Ros Nº 37 - B
Sant Andreu de la Barca (BARCELONA) 08740
Teléfono: 93 672 60 05 - Fax: 93 672 60 04
bcn@gruphelco.es

TARRAGONA
Pol. Industrial Riu Clar. Parc Industrial 5.1.5
C/ Mercuri s/n, Nave 35 - Tarragona - 43006
Teléfono: 977 20 61 44 - Fax: 977 20 61 43
tgn@gruphelco.es

MAQUINARIA - INDUSTRIAL



Lubritec

**Especialistas
en lubricación industrial**



www.lubritec.com

Tel. 93 719 11 13 - Fax 93 719 12 57

lubritec@lubritec.com

Polígono Industrial Santiga

Tallers 8, Nave 58

08210 BARBERÀ DEL VALLÈS (Barcelona)



La rama europea de NTN Corp.

La potencia de un grupo mundial a su servicio

Fabricante de rodamientos y prestaciones técnicas para el mantenimiento industrial

- Asistencia técnica
- Reacondicionamiento de rodamientos
- Auditoría de mantenimiento
- Análisis vibratorio
- Herramientas de montaje
- Lubricación
- Formación

NTN-SNR IBÉRICA S.A

www.ntn-snr.com



FAG

Fabricante líder en rodamientos, proporciona una línea de soporte técnico a nuestros clientes con productos, servicios y formación específicos para el mantenimiento de maquinaria rotativa en la industria pesada, enfocándose fundamentalmente en las áreas:

- Montaje/repación de rodamientos
- Lubricación
- Condition Monitoring
- Alineación de máquinas rotativas
- Asistencia mantenimiento
- Consultoría técnica

Schaeffler Iberia, s.l.u.
marketing.es@schaeffler.com

www.schaeffler.es
www.schaeffler-iam.es

M. I. E. S. A.

MONTAJES INDUSTRIALES EOS, S.A.
**PRESENTA SUS DISTRIBUCIONES
Y SERVICIOS PARA LA INDUSTRIA**
COMERCIALIZA LA MAQUINARIA IDÓNEA
PARA TRABAJOS DE REPARACIÓN IN SITU.
INDUSTRIA EN GENERAL

ALKITECHNIK

Llaves hidráulicas, eléctricas y neumáticas para fijación de pernos roscados con par de apriete prefijado, Multiplicadores de par manuales, Bombas hidráulicas, Limpiadores neumáticos de pernos, etc . . .

HEDLEY PURVIS LIMITED

Alquiler y Venta de tensionadores, asesoramiento técnico de cierres con posibilidad de realización de la apertura y del cierre, con garantías.

MIRAGE MACHINES LTD.

Maquinaria portátil para mecanizados in situ. Tornos, Refrentadoras, Fresadoras, Mesas de fresado, Mandrinas. Consulte su necesidad.

EXPANDO SEAL TECHNOLOGIES

Sistemas de taponado de tubos en intercambiadores y condensadores. Inspección de fugas en haces tubulares. Equipos para prueba hidráulica de redes de O interior de 10,4 a 622,3 mm. hasta 445 bares. Sistema de Prueba para tubos "Squat Line" automatizados con O interior de 12,2-165,1 mm. hasta 275 bares, etc . . .

UNIGRIND

Maquinaria para fabricación y mantenimiento de válvulas. Lapeadoras. Bancos de prueba de válvulas.

COOPERHEAT

Equipos para tratamientos térmicos, eléctricos o a gas. Consumibles, Accesorios, Materiales aislantes.

**ALINEADORES Y SEPARADORES DE BRIDAS
Hidráulicos y Manuales.**

D.L. RICCI / H&S TOOL IND.

Alquiler y Venta de Cortadoras de tubo (de marco partido) y Biseladoras, Lapeadoras, Perfiladoras, Refrentadoras, Tornos portátiles, Fresadoras portátiles. Consulte su necesidad.

ALQUILER DE EQUIPOS DE LLAVES HIDRAULICAS

Equipos en alquiler de llaves hidráulicas para vasos de impacto o con cartuchos, de 10 mm. a 190 mm. entrecaras o en pulgadas. Bombas hidráulicas con motor eléctrico o neumático y Latiguillos.

MONTAJES INDUSTRIALES EOS, S.A.

C/ Los Peces, Nave 8 - 28850 TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid)

Tel. 91 677 65 17 - 91 677 67 27

Fax. 91 677 67 29

miesa@miesa.com - www.miesa.com

INGENIERÍA INFORMÁTICA

MAGMA

Mantenimiento General de MAquinaria
La G.M.A.O. intuitiva y gráfica para la gestión completa del mantenimiento, más atractiva del mercado.

Soluciones para todos los entornos

Otro producto de la compañía

Acimut

C/ Fontanares 55, 9 - 46014 VALENCIA
Tel: 96 357 45 11 - FAX: 96 357 43 12
www.acimut.es - infomagma@acimut.com

Soluciones completas a precios muy reducidos

(NUEVO LANZAMIENTO!)

MONITORIZA

El nuevo SCADA (HMI) de bajo coste y altas prestaciones

en Vibraciones
y Ruidos...



TÉCNICAS Y SERVICIOS
DE INGENIERÍA, S.L.



¡DIMO Maint
la GMAO fácil!



www.dimo.com/es



Works Gestión de Mantenimiento S.A.

ha creado la mejor aplicación para la gestión del mantenimiento tal y como se entiende en la actualidad. Mantenimiento = beneficios.

Abismo permite integrar las área de gestión de activos, almacenes y compras. Es rápidamente amortizable, de muy fácil implementación y capaz de interrelacionarse con cualquier sistema de gestión corporativo.

Abismo es una aplicación MULTIBASE cliente / servidor de muy fácil manejo, no requiere conocimientos de informática para su uso.



Works Gestión de Mantenimiento, S.A.
C/ Av. Industria, 37 - B-12 - Parque Tecnológico de Madrid
28760 TRES CANTOS, MADRID
Tel.: 902 106 709 - Fax: 902 106 711
www.wgm.es - wgm@wgm.es

Representaciones:



Endevco



Wilcoxon Research



Vibro-Meter



AVENIDA PÍO XII Nº 44, BAJO IZDA,
EDIFICIO PYOMAR TORRE 2

28016 MADRID

TEL. +34 91 345 97 30

Fax +34 91 345 81 51

E-mail: tsi@tsisl.es - www.tsisl.es

ASIng

**MANTENIMIENTO PREDICTIVO
PARA EL DIAGNÓSTICO MECÁNICO
Y ELÉCTRICO DE MÁQUINAS**

- Mantenimiento en centrales eléctricas
- Diagnóstico de transformadores
- Rendimiento de turbinas hidráulicas (según CEI 41)
- Análisis de vibraciones y pulsaciones
- Análisis de aceites dieléctricos
- Inspección por termografía
- Diagnóstico de alternadores
- Medida de caudales en luberías
- Equilibrado «in situ» de generadores (según M.C.I.)
- Recepción de instalaciones energéticas

ASIng - Servicios de Ingeniería, S.L.
C/San Valeniano, 26 local. - 28039 MADRID
Tel.: 91 523 48 81
e-mail: asing@asing.es

www.asing.es

SERVICIOS GENERALES



Dalkia Energía y Servicios

c/ Juan Ignacio Luca de Tena, 4
28027 MADRID
Tfno.: 91 515 36 00
Fax: 91 413 05 01
www.dalkia.es

EFICIENCIA ENERGÉTICA

MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

Software fácil y práctico
para la gestión del
Mantenimiento

Más de 3500
usuarios en el
mundo

Soporte y Creación de
Mantenimiento Planificado
TEL. 658 81 45 01
Barcelona, España
www.mantenimientoplanificado.com
info@mantenimientoplanificado.com

MP
software

www.mpsoftware.com.mx

SERVICIOS GENERALES

¡MAYOR PRODUCTIVIDAD!

- ✓ Mejora disponibilidad del equipo
- ✓ Reduce coste de mantenimiento
- ✓ Aumenta seguridad laboral



HTL perma Ibérica, S.L.

c/ Gran Vía de las Cortes Catalanas, 583, 5º, E-08011 Barcelona
Tel. (34) 93 306 35 58 www.perma-tec.com
Fax. (34) 93 306 34 99 info@perma-tec.com

Sistemas de Lubricación Automática

perma



CARDENAL MARCELO SPINOLA, 10 28016 MADRID
TEL. 91 456 95 00 FAX: 91 456 94 51
mantenimiento@central.grupocobra.com
www.grupocobra.com

SERVICIO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

- Mantenimiento de instalaciones
- Servicios Energéticos
- Ingeniería de Mantenimiento
- Gestión Integral de Mantenimiento

DELEGACIONES EN: MADRID, BARCELONA, VALENCIA, SEVILLA, ALGERIRAS, PALMA DE MALLORCA, LEÓN, LA CORUÑA, BILBAO, LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, SANTA CRUZ DE TENERIFE, VALLADOLID, ZARAGOZA, MURCIA Y ASTURIAS



CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO

- Energías Renovables
- Plantas de Energía
- Industria de Proceso

GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS

- Ingeniería
- Montaje y mantenimiento

MANTENIMIENTOS INTEGRALES

Global Energy Services Siemsa, S.A.

Ctra. Bilbao- Asúa (Alto Enekuñi)
Pol. Fátima Edif. Enekurimendi
48950 Erandio (Vizcaya)

☎ 94 471 21 31

☎ 94 471 21 30

Email: ges@ges-siemsa.com



Multinacional con 27.000 empleados en el mundo y 3.500 Millones de euros de cifra de negocio

MANTENIMIENTO TERCIARIO

- Gestión energética y eficiencia energética
- Mantenimiento conductivo, preventivo, correctivo, predictivo y normativo técnico legal
- Mantenimiento modificativo y sustitutivo
- Instalación nueva
- Facility Services y Facility Management
- Ingeniería y consultoría de mantenimiento

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

- Petroquímica
- Química y farmacéutica
- Fundiciones
- Transportes

INSTALACIONES TERCIARIAS

- Ingeniería eléctrica y automatismos
- Ingeniería mecánica
- Ingeniería de clima

SEDE CENTRAL SPIE IBÉRICA

Gran Vía, 8-10

08902 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

Tel. 93.508.51.00 / Fax. 93.508.51.35

www.spie.com



Servicio Integral de Reparación y Mantenimiento de Motores y su Regulación Electrónica

- Reparación de Máquinas Eléctricas Rotativas.
- Reparación Servomotores.
- Mantenimiento Preventivo-Predictivo.
- Termografía.
- Personal altamente experimentado en c.c., c.a. y brushless.
- Reparaciones e Informes calidad conforme procedimientos ISO 9001.
- Contrato de servicio 24 h.

FAGOR AUTOMATION S. COOP.

Barrio San Esteban, s/n
20170 Usurbil - GUIPUZCOA

Tfno: 943 719200 - Fax: 943 360 527

e-mail: motorlan@fagorautomation.es

www.motorlan.es



MONTAJES

- Montaje Instrumentación
- Montaje Eléctrico
- Sistemas Analizadores

MANTENIMIENTO

- Mantenimiento clásico (por gamas)
- Mantenimiento integral (por objetivos)
- Mtto. Mecánico, Eléctrico y de Instrumentación
- Mtto. Analizadores
- Mtto. Correctivo, Preventivo y Predictivo
- Trabajos en paradas

Oficinas centrales

Parque Empresarial San Fernando
Edificio Japón 2ª planta
28830 San Fernando de Henares (Madrid)
Tel. 91 678 62 00 Fax +34 91 678 63 00
central.madrid@cegelec.com - www.cegelec.es

Delegaciones

NORTE

- Bilbao 944 971 401
- Lugo 982 592 508
- La Coruña 981 149 413
- Oviedo 985 266 477

ESTE

- Tarragona 977 635 700
- Cartagena 968 502 265

CENTRO

- Madrid 916 786 200
- Valladolid 983 302 481

SUR

- Sevilla 954 932 373
- Huelva 959 221 783
- Algeciras 956 676 727
- Puerto Real 956 564 300

SERVICIOS GENERALES



LUBROTEK
ENGRASE HIDRAULICA - NEUMATICA

MONTAJES, MANTENIMIENTOS, DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE:




Lubricadores automáticos para toda aplicación industrial:



Possibilidad de temporizar, apagar y rellenar por el cliente
Hasta 70 bar de presión, aplicable a un distribuidor
Certificado Atex
Funciona con pilas o fuente externa de alimentación

Pol. Industrial de Mares, nave 4
33199, SIERO, ASTURIAS
TEL.: 985793421 - FAX: 985792893

Visite: www.lubrotek.com



¡Busque el apoyo de un experto GMAO reconocido!

CARL Software, N°1 de la GMAO en Francia se implanta en España y usted se puede beneficiar de:

- Su experiencia en GMAO y mantenimiento adquirida a lo largo de 25 años de experiencia
- Su nueva gama de programas 100% internet CARL Source adaptada a cada sector
- Su metodología de conducta y de seguimiento de proyecto CARL Pilot
- La calidad y la reactividad del soporte técnico y funcional

Elegir la GMAO CARL Source - 100% internet por:
Su extrema modularidad • Su libertad de elección tecnológica con sus componentes OPEN Source • Su ergonomía WEB fácil de manejo • La flexibilidad de su personalización • Sus diferentes elecciones de modo de alojamiento ASP...

Gran Vía de les Corts Catalanes, 604, 5ªª
08007 Barcelona
Tel: 93.481.68.97 - Fax: 93.481.68.88
info@carl.eu - www.carl-software.es

¿Reducir el stock aumentando el nivel de servicio?

Sitúe a su empresa en el punto óptimo

Las compañías líderes en España ya están en el punto óptimo. Han incrementado su servicio y reducido notablemente su inventario.

¡Déjenos ayudarle a alcanzar el óptimo!



Ronda Universitat, 17, 08007 Barcelona • 93 412.57.68
www.toolsgroup.es



GRANDES PARADAS LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LIMPIEZAS INDUSTRIALES PROYECTOS "LLAVES EN MANO"

- Montaje de estructuras
- Montaje de tuberías y equipos
- Traslados de maquinaria

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

- Transporte y manejo de sólidos
- Proyectos hidromecánicos
- Compresores y turbinas gas/vapor
- Hornos y calderas

PIPELINES

- Líneas principales de transporte
- Redes y ramales de distribución
- Instalaciones de medida y control
- Válvulas de seccionamiento
- Estaciones de rascadores
- Cruces especiales

INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

- Elaboración de gamas
- Planes de Preventivo i Engrase
- Programas Informáticos de Gestión de Mantenimiento

MANTENIMIENTO INTEGRAL

- Mantenimiento Preventivo y Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Mecánico, Eléctrico de Instrumentación y Analizadores

MONTAJES MECÁNICOS TALLERES PROPIOS FABRICACIÓN

- Maquinaria
- Recipientes a presión
- Intercambiadores
- Diseño, fabricación y reparación de tanques de almacenamiento

OFICINAS CENTRALES

Pl. ZONA FRANCA Sector B, Calle B
08040 BARCELONA
Tel.: 93 263 01 20
Fax: 93 263 17 06

C/ Teide,5 EDIF. MILENIO 28709 SAN SEBASTIAN DE LOS REYES
Tel.: 91 484 30 30
Fax: 91 484 31 25 / 26

Delegaciones en Tarragona, Puertollano, Cartagena, La Coruña, Bilbao, Algeciras, Huelva; e internacionales en Argentina, México, Perú, Portugal, Argelia.

Certificación en OSHAS 18001 



Sistema de Mantenimiento Predictivo de Máquinas Eléctricas

- Monitorización de descargas parciales
- Ensayo de aparcamiento de subestaciones
- Diagnóstico de transformadores
- Ensayos y localización de averías en cables

Servicios:

- Calibración
- Formación
- Reparación
- Ingeniería
- Alquiler

Representante oficial en España de:  

Avda. de la Fuente Nueva, 5 / 28703 San Sebastián de los Reyes / Madrid
Tel. 902107670 Fax: 915401068 info@untronics-electric.com
www.untronics-electric.com



División Edificación Servicios

Proveedor europeo de servicios técnicos, con cerca de 26.200 empleados (2.500 en España), casi 20.000 clientes e ingresos superiores a los 4.500 millones de euros.

Principales actividades de la División Servicios Edificación:

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE EDIFICIOS

- Ingeniería de mantenimiento
- Mantenimiento multitécnico e integral
- Gestión global de edificios
- Auditorías y estudios de indicadores de eficacia

MANTENIMIENTO DE ELECTROMEDICINA

- Bioingeniería
- Asesorías de Equipamientos
- Mantenimiento de equipos electromédicos
- Realización de inspecciones y calibraciones
- Suministro de materiales y fungibles

EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Auditorías energéticas
- Gestión energética y medioambiental
- Contratos de servicios energéticos (con/ sin suministro)

Nuestras oficinas:

DRZ CENTRO: 916746680
DRZ ESTE: 933601096
DRZ LEVANTE: 963826400
DRZ NOROESTE: 986192915
DRZ NORTE: 948848384
DRZ SUR: 955641662



www.imtech.es



CONSULTORÍA DE IMPLANTACIÓN INTEGRAL

Auditoría de Mantenimiento World Class Maintenance.
Plan Estratégico de Mantenimiento
Implantación de Planes de Mejora del Mantenimiento
Planes de Mantenimiento Preventivo. Estudios RCM
Reducción de Costes en Mantenimiento
Cuadro de Mando de la Gestión de Mantenimiento
Mejora en el Mantenimiento Subcontratado
Aplicación Práctica de las 5S y TPM
RRHH en Mantenimiento, Organigramas
Implantación Sistema Informática de Tobalina Consulting
Facilities Management (Mantenimiento de Edificios)
Gestión de Recambios de Mantenimiento
Diseño de Almacenes de Mantenimiento
Formación In-Company y Seminarios Mantenimiento
Selección de Directivos en Mantenimiento

Sede Central:
C/ Diputación, 238 6º 7ª- 08029 Barcelona
Tel: 933014577 - 933011528 Fax: 933187791
tcgroup@tobalinaconsulting.com
www.tobalinaconsulting.com



Foto: www.omicron.at/paintings

Mi Papá prueba relés...

... ¡y está realmente entusiasmado con los dos nuevos productos de OMICRON!

Ya sé por qué Papá está tan contento: Durante los últimos 20 años, OMICRON le ha ayudado a hacer bien su trabajo, y ahora, con estos dos nuevos equipos, su vida será todavía más sencilla:

CMC 353

Para pruebas manuales y rápidas, Papá tiene ahora una alternativa al potente software Test Universe:

Su nuevo CMControl aporta un interfaz de usuario intuitivo con pantalla táctil y mando de control. Lo puede utilizar tanto como panel frontal de su CMC o como controlador de mano.

CMControl

El nuevo equipo trifásico de prueba de relés de Papá, el CMC 353, combina perfectamente la portabilidad y la potencia

para las tareas de puesta en servicio y mantenimiento en aplicaciones industriales. Lo puede utilizar para probar desde relés electromecánicos hasta los equipamientos IEC 61850 más avanzados.

Y si necesita realizar pruebas más avanzadas, siempre tiene a mano su CMC 356.

¡Esto sí que mola!

Líder Mundial en Soluciones
Innovadoras de Prueba de
Sistemas Eléctricos



OMICRON





**El mejor software
para administrar sus activos
y su mantenimiento.**

Gestión Integral del Mantenimiento.
Indicadores fiables y objetivos con un solo "click".
Más de 1.000 instalaciones en 4 continentes.
Versiones específicas para empresas
mantenedoras, industrias, flotas y edificios.
Plataformas Web, Cliente/Servidor, PDA.
Módulos Business Intelligence y GIS.
Enlazable con ERP.



Servicios de diagnóstico, implantación y formación.