

UNO DE LOS SISTEMAS DE INSPECCION FERROVIARIA MAS MODERNOS Y EFICACES DEL MUNDO

## El nuevo vehículo auscultador de instalaciones de Metro de Madrid

La red de metro de Madrid cuenta desde el pasado mes de abril con un nuevo tren auscultador de instalaciones cuyo proyecto ha sido desarrollado íntegramente por la propia compañía. Capaz de analizar 39 parámetros del estado de la vía y la línea aérea, inspecciona la red a una velocidad de 20 km/h.

**S**obre la base de una antigua unidad de dos coches de la serie 2000 y con una inversión de tres millones de euros, la Dirección de Ingeniería, Mantenimiento e I+D de Material Móvil e Instalaciones de Metro de Madrid ha desarrollado su nuevo vehículo auscultador capaz de inspeccionar la red a un ritmo de veinte kilómetros por hora

Este nuevo Vehículo Auscultador de Instalaciones (VAI) es consecuencia de la exigencia estratégica de Metro de Madrid de mejorar la eficacia del mantenimiento de las infraestructuras del suburbano ante su espectacular crecimiento en los últimos años -sólo en la actual legislatura autonómica la red de Metro de Madrid se extenderá unos 90 kilómetros más.

El VAI es producto de la necesidad de incorporar sistemas de auscultación de última generación, que junto con la toma en consideración del mantenimiento en los proyectos y la aplicación de nuevas técnicas de mantenimiento, constituye las principales líneas de acción adoptadas por la compañía para mejorar el mantenimiento en su red.

Con el nuevo equipamiento los estándares de inspección de líneas se situarán a la cabeza entre los sistemas de transporte homólogos, al sustituir la práctica tradicional basada en mediciones manuales de una precisión limitada y con una marcada componente subjetiva del operario que realizaba el análisis.

Así, la puesta en servicio del VAI va permitir a Metro de Madrid mejorar la cali-



dad del servicio y la fiabilidad, la disponibilidad y la seguridad de las instalaciones, además de optimizar los recursos humanos y materiales necesarios para el mantenimiento de las instalaciones.

El proyecto del VAI ha sido concebido y dirigido íntegramente por ingenieros de Metro de Madrid, utilizando medios propios para la definición de los requisitos y funcionalidades de los distintos sistemas de auscultación, el proyecto de reacondicionamiento de coches concebidos para el servicio a viajeros para convertirlos en tren auscultador, la dirección de todas las actividades y la recepción final del sistema. Incluso las fuertes exigencias tecnológicas de los equipos de auscultación aplicados han requerido de desarrollos específicos de I+D+i.

**Sistemas y tecnologías.** El nuevo tren está compuesto por un conjunto de sistemas de auscultación que permiten medir los parámetros geométricos de calidad y de desgaste de carriles y dinámicos de la vía, y de geometría y desgaste, calidad eléctrica y fuerzas sobre el pantógrafo de la línea aérea.

El VAI es capaz de medir un total de 39 parámetros de manera simultánea (veintisiete de la infraestructura de vía y doce del sistema de electrificación) algunos con precisiones de medición de hasta 0,2 mm a una velocidad de 105 km/h. Estas exigencias de precisión han obligado a recurrir a los componentes más avanzados tecnológicamente del mercado.

Además, a la hora de definir los sistemas de auscultación era requisito fundamental que toda medición fuera efectuada sin contacto, de modo que se pudiera disponer de mediciones "puras" de los parámetros -no afectadas por los propios equipos de auscultación- y se evitaran problemas de desgaste de componentes, limitación de velocidad de auscultación y posibles agresiones a la infraestructura inspeccionada.

Asimismo se ha desarrollado un software de toma de datos y procesado posterior que permite gestionar todo el gran volumen de datos recogido, de manera que se transforme de una manera automatizada en información realmente útil para el mantenimiento. Con todo ello el VAI de Metro de Madrid es uno de los sistemas de



# Especialistas en equipamiento ferroviario



Dresinas mantenimiento  
vía y catenaria



**FIREMA** Trasporti  
Locomotoras



**DESEC**

Pórticos de vía



Gruas para Intermodal



Tracción Ferroviaria  
en todos los anchos.  
LOK hasta 600 HP.  
[www.locotractor.com](http://www.locotractor.com)



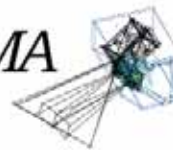
**NEWAG**

Vehículos vía-carretera  
y overhaul de maquinaria



*DMA*

Auscultación óptica  
de vía y catenaria



**HTT**

Harsco Track Technologies  
Harsco

Maquinaria para  
mantenimiento de vía



**CESPA**

Gatos para talleres  
y complementos



## Asistencia técnica integral en toda España

P. de la Castellana, 249. 3ºD • Tel: 91 323 46 29 • Fax: 91 314 17 80 • 28046 Madrid • [www.air-rail.org](http://www.air-rail.org) • [air-rail@air-rail.org](mailto:air-rail@air-rail.org)



auscultación de instalaciones ferroviarias metropolitanas más modernos y eficaces del mundo.

Los distintos subsistemas de medición utilizan tecnologías de triangulación óptica láser, inercial, calidad eléctrica y termográfica. La primera de ellas, se basa en la emisión de un número variable de haces de luz láser y de cámaras digitales de alta velocidad y definición que permiten reconstruir por el principio de triangulación óptica, y mediante software, el perfil y la posición real del elemento a medir, pudiendo determinar, mediante la comparación con valores teóricos, los parámetros geométricos y de desgaste de la vía y del hilo de contacto.

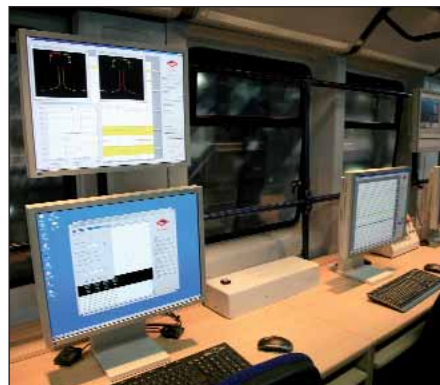
La tecnología inercial dispone de transductores tales como acelerómetros, inclinómetros y giróscopos, que permiten cuantificar la interacción dinámica entre el tren y la instalación. Por su parte, la calidad eléctrica viene determinada por la medición de parámetros tales como intensidad, voltaje, video inspección mediante cámaras digitales de alta sensibilidad y cámaras sensibles a la radiación ultravioleta para la detección de arcos eléctricos.

Por último, la tecnología termográfica, esta basada en el uso de cámaras sensibles a la temperatura, capaces de medir los gradientes térmicos de los componentes de la instalación. La auscultación termográfica a elevadas velocidades de auscultación, es uno de los sistemas de medición que han sido desarrollados específicamente para este proyecto.

El procedimiento operativo del Vehículo Auscultador de Instalaciones se inicia con su toma de datos en la línea que genera un primer informe a bordo sobre los puntos que se encuentran fuera de tolerancia. En función de ese informe se define la necesidad o no de una intervención urgente que en caso de que fuera necesaria determina actuaciones correctivas inmediatas.

Si del informe a bordo no se deduce una intervención urgente, los datos recogidos son analizados en el gabinete de mantenimiento y se definen con ellos las actividades de mantenimiento futuras. Tanto si se requiere una intervención urgente como si no, los datos recogidos pasan, en última instancia, a un archivo que conserva el histórico del mantenimiento de las instalaciones.

**El vehículo.** El vehículo ferroviario que se ha instrumentado es una unidad -dos coches, Mc-Rc- de gálibo estrecho de la serie 2000, capaz de albergar todos los



sistemas de auscultación y de circular por toda la red. Todas las modificaciones y dotaciones de nuevos equipamientos a este vehículo han sido diseñadas y dirigidas por la Dirección de Ingeniería, mantenimiento e I+D de material Móvil e Instalaciones de Metro de Madrid.

En la unidad 2000 ha sido necesario reubicar los equipos originales del tren para permitir albergar los subsistemas de auscultación, desmontar y renovar totalmente el interiorismo, montar un convertidor bitensión y otro nuevo para equipos auxiliares, instalar un segundo pantógrafo, instalar un nuevo sistema de ventilación de equipos y montar los equipos de radiotelefonía Tetra.

La instalación del segundo pantógrafo permite al VAI circulara también por las líneas de gálibo ancho ya que la unidad 2000 de la que deriva era una unidad destinada a circular únicamente por líneas de gálibo estrecho. El nuevo pantógrafo compatible con el gálibo ancho se sitúa en el coche motor a la altura del bogie delantero.

El nuevo convertidor bitensión permite que el vehículo pueda circular tanto por las líneas de gálibo estrecho electrificadas a 600 Vcc., como por el resto de la red de Metro que está electrificado a 1.500 Vcc.

Esta adaptación ha exigido, pues, instalar un convertidor 1.500 Vcc a 600 Vcc que funciona de forma completamente automática detectando la tensión a la que se encuentra la catenaria de forma que si se detectan 600 Vcc el sistema dejará pasar la corriente en ambos sentidos y si se detectan 1.500 Vcc, el sistema realizará un "troceado" de forma que a la salida de dicho convertidor se tengan 600 Vcc.

Asimismo para que el vehículo pudiera circular por toda la red, se le ha dotado con un equipo fijo de radio Tetra en cada una de las dos cabinas de conducción. Igualmente, se ha adaptado el actual sistema de megafonía para permitir que, desde los puestos de operadores situados en el coche remolque, se pueda establecer comunicación con cada una de las cabinas.

También ha sido necesario instalar un nuevo convertidor de refuerzo para alimentar los sistemas embarcados. Así, se ha dispuesto un convertidor de 600 Vcc a 380 Vca y 110 Vcc., con una potencia aproximada de 75 kVA, para la alimentación de los equipos de auscultación y de los elementos de aire acondicionado.

Además se ha dotado a la unidad de dos barrones de acople manual con las unidades de las series 5000, 6000, 7000 y 8000 que circulan por las líneas de gálibo ancho, y se ha realizado una reforma interior integral y exterior parcial, a fin de poder albergar los sistemas de medición y realizar una zona de operación con sala de reuniones.

El proyecto VAI es una de las más de 45 iniciativas de investigación y desarrollo que Metro de Madrid desarrolla en colaboración con empresas o universidades o individualmente, entre las que destacan el simulador de conducción, la detección precoz y extinción automática de incendios y la escalera semiautomática de evacuación en los túneles. **A.R.** □