



LUNA

EN GASTOS DE FABRICACION Y MANTENIMIENTO

## El ferrocarril reduce el coste de sus trenes

José Luis Ordóñez

**L**a gestión del mantenimiento predictivo se muestra como un nuevo logro en la reducción de costes durante la vida útil de los trenes. Este mantenimiento predictivo, basado en la interpretación del autodiagnóstico proporcionado por los microprocesadores que supervisan y controlan las funciones esenciales del tren, es denominado en los países escandinavos como mantenimiento centrado en la disponibilidad.

**Jon Haugsbak**, miembro del Departamento de Ingeniería de Trenes de Adtranz Suecia, expuso el 18 de marzo de 1998, en Oslo, Noruega, en la primera Conferencia Mundial Ferroviaria de Adtranz, los avances alcanzados en el diseño de

La disponibilidad de los trenes puede crecer al tiempo que disminuyen los costes globales de fabricación, explotación y mantenimiento. Así se interpreta la experiencia adquirida en Suecia con el tren

X 2000, y aplicada ahora en Noruega al Tren Aeropuerto de Gardermoen Exprés. A

los criterios de modularidad, alta calidad de componentes y reducción del consumo energético se suma ahora el mantenimiento predictivo.

vehículos ferroviarios cuando se toma en consideración la relación existente entre la disponibilidad y la fabricación de trenes con el criterio de reducir costes a lo largo de toda la vida útil de los vehículos.

La reciente introducción del



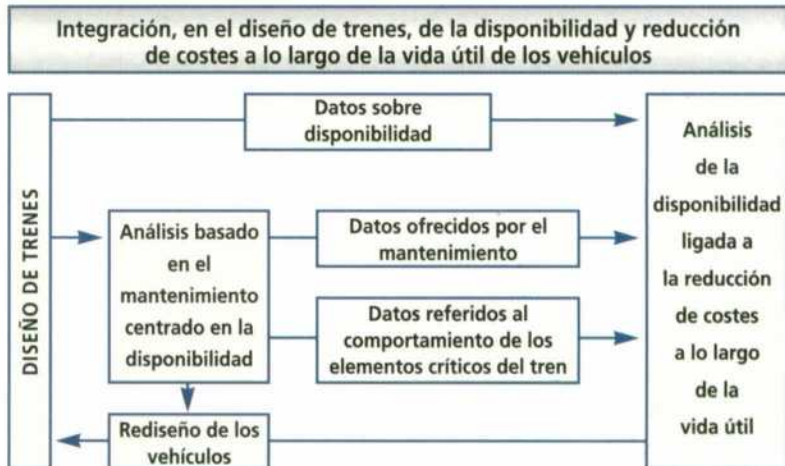
mantenimiento centrado en la disponibilidad ha transformado la concepción y diseño de los vehículos ferroviarios. La primera empresa entre los fabricantes de trenes, Adtranz, estima que se ha incrementado la posibilidad de construir





Tranvía Combino de construcción modular.

Tren noruego Gardermoen para los servicios al aeropuerto.



que la alta disponibilidad de los vehículos durante la explotación no esté reñida con la reducción de costes a lo largo de la vida útil de los trenes, es preciso", según **Jon Haugsbak**, "que se conciben los vehículos realizando una selección pormenorizada de componentes de alta calidad, equipamientos de alta funcionalidad y técnicas de mantenimiento basadas en la predicción más que en la prevención y corrección de averías".

**Costes.** Controlar la reducción de costes y la disponibilidad necesita aplicar tecnologías y metodologías específicas. La concepción, diseño, fabricación, explotación y mantenimiento de los trenes, debe someterse al mejor conocimiento y gestión de los elementos críticos,

factores clave y sistemas esenciales. Estos conocimientos elementales deben ser comprendidos y utilizados desde los niveles más básicos de las organizaciones empresariales implicadas, sean fabricantes de vehículos, transportistas ferroviarios o talleres de mantenimiento. La corresponsabilidad global se debe medir a través de la asunción de las cuentas de resultados por cada una de las partes implicadas en el devenir de la vida útil de los vehículos. En el interior de los fabricantes, según Adtranz, el responsable de la concepción, diseño y fabricación de cada uno de los sistemas que componen el tren, debe asumir las desviaciones en las cuentas de resultados que los referidos sistemas generen.

La integración de disponibilidad

trenes de bajo coste al relacionar disponibilidad y reducción de gastos en de toda la vida útil de los vehículos.

En principio parece que alta disponibilidad y bajo coste son conceptos contrapuestos. "Para lograr





Los vehículos del metro de Bilbao van dotados de equipos redundantes.

y reducción de costes influye en cada fase de la fabricación, explotación y mantenimiento de un tren, determinando la elección de soluciones a los problemas planteados, la selección entre diferentes componentes y tecnologías, y el orden de prioridad entre suministradores y subcontratistas.

Los factores clave, con máxima influencia en la reducción de los costes a lo largo de la vida útil de los vehículos ferroviarios, están condicionados por la fiabilidad y disponibilidad de los componentes y sistemas, vida útil de cada componente, inclusión de aparatos detectores y localizadores de averías, facilidad de acceso al interior de los equipos y sistemas, facilidad de mantenimiento, normalización de componentes y modularización de sistemas.

En el desarrollo del tranvía Combino, Siemens ha aplicado los conceptos promotores de la reducción de costes del ciclo de vida de los vehículos ferroviarios, y por eso, han sido diseñados de forma modular y flexible, con módulos que pueden ser elegidos convenientemente por el cliente para configurar tranvías de una longitud y anchura adecuadas para la explotación del momento, o para la ampliación previs-

ta en el futuro, si la demanda de viajeros a transportar crece. Los costes en mantenimiento del Combino

son bajos, la fiabilidad es alta, y también es alta la disponibilidad. La introducción por Adtranz de

## Disponibilidad

La disponibilidad del Tren Aeropuerto de Gardermoen Exprés ha sido fijada entre el fabricante, Adtranz, y la empresa de transporte ferroviario NS, Ferrocarriles Noruegos, como que el máximo número de paradas del tren por incidencias, mayores de cinco minutos, no exceda de 2 por cada millón de kilómetros recorridos. Esta condición es equivalente a dar 12 vueltas al mundo con el tren sin parar por avería.

La disponibilidad de un sistema se define, en general, como la capacidad que presenta de realizar las funciones requeridas, bajo condiciones definidas y en un periodo de tiempo predeterminado. En el caso de los vehículos ferroviarios, la disponibilidad se define como el máximo número de incidencias, con parada superior a un determinado período de tiempo, que son admisibles al recorrer un determinado número de kilómetros.

Las averías, además de definirse por el tiempo de parada que generan, pueden considerarse por la afección en el servicio de transporte del propio tren, por la afección en el conjunto del servicio de transporte de la línea o red implicada, o por la afección en los gastos y en los ingresos de la empresa transportista.

Las incidencias que afectan al servicio del propio tren influyen directamente en los viajeros que traslada el vehículo y requieren, normalmente, una alternativa inmediata de transporte para continuar el viaje.

Todos los requerimientos de disponibilidad enfocados a evitar las incidencias durante el servicio, incrementan la necesidad de establecer redundancias en determinados sistemas y equipamientos del tren, sobre todo en los equipos de ayuda a la conducción y en la tracción o propulsión del tren. En trenes como los utilizados en el metro de Bilbao, fabricados por Adtranz y CAF, cada mitad del vehículo es capaz de mover, en condiciones mínimas de tracción, toda la composición cargada de viajeros en caso de producirse una avería en el sistema global de propulsión. □



## Coste del ciclo de vida

la metodología denominada mantenimiento centrado en la disponibilidad ha sido aplicada al Tren Aeropuerto de Gardermoen Exprés. Esta técnica ha sido importada al mundo ferroviario desde la industria aeronáutica. Hace algunos años, en la década de 1980 comenzó a ser aplicada en la producción de aeronaves, más tarde, hace pocos años, se extendió, en el Reino Unido y Noruega, a la industria extractiva del petróleo realizada en el Mar del Norte. En el mundo ferroviario se comenzó a aplicar en la concepción y diseño de componentes y equipos, pero ha sido con el Tren Aeropuerto de Gardermoen Exprés cuando se ha utilizado como herramienta esencial para el diseño de trenes completos.

El primer objetivo del mantenimiento centrado en la disponibilidad es identificar las funciones críticas y los componentes clave del tren, para así poder determinar si los fallos de dichas funciones y equipos se deben abordar a través del mantenimiento predictivo o si sería aún mejor emprender un rediseño de dichas funciones, componentes y equipos.

La metodología basada en el mantenimiento centrado en la disponibilidad trata de identificar las incidencias más abundantes y típicas. Con esta identificación busca

Según GEC Alsthom Transporte, el coste del ciclo de vida de una locomotora eléctrica explotada durante 30 años por Ferrovie dello Stato, FS, de Italia, se distribuye en un 55 por ciento en coste de adquisición del vehículo, un 28 por ciento en mantenimiento y un 17 por ciento en costes de explotación. Estos mismos datos para un frigorífico doméstico se cifran en un 41 por ciento de coste de adquisición, un 5 por ciento de mantenimiento y un 54 por ciento de costes de explotación (consumo de energía). Para un coche, o automóvil privado, la distribución de estos costes es diferente, un 36 por ciento alcanza la adquisición, un 10 por ciento el mantenimiento y un 54 por ciento la explotación (gastos en combustible).

El coste del ciclo de vida de un tren se define como el conjunto de gastos generados por el diseño, fabricación, puesta en servicio, explotación, mantenimiento, requerimiento de nuevas instalaciones y retirada del servicio. A estos gastos se deben añadir los inducidos por la falta de disponibilidad.

Los fabricantes de trenes incluían los gastos de concepción, diseño, fabricación, puesta en servicio y garantía, en el precio de venta de los trenes, que visto desde los operadores de transporte se traduce en el coste de adquisición de los vehículos. Luego, los demás costes relacionados con la vida útil de los trenes, como costes de explotación y mantenimiento, nuevas instalaciones requeridas por las características del tren, costes de indisponibilidad y costes de retirada del servicio, eran asumidos por la empresa de transporte ferroviario.

En estos momentos, la situación económica general fuerza a un entendimiento entre fabricantes de trenes, transportistas ferroviarios y responsables de los talleres de mantenimiento, para alcanzar una alta disponibilidad de los vehículos ligada a una reducción general de los costes a lo largo de toda la vida útil de los trenes.

Los trenes de dos pisos que construye GEC Alsthom Transporte en Santa Perpètua de Mogoda (Cataluña) para la travesía del Tajo en Lisboa, formados por dos coches motores y dos coches remolque, tienen prevista una distribución de los costes del ciclo de vida con un 51 por ciento de los gastos destinados a la adquisición, un 39 por ciento para la energía consumida durante la explotación, 9 por ciento para el mantenimiento preventivo y 1 por ciento para el mantenimiento correctivo. □



El coste del ciclo de vida de los trenes se calcula al máximo detalle.

LUNA



# En Portada



El gráfico representa el número de averías comprobadas, con parada del tren suficientemente prolongada como para generar falta de disponibilidad, en el caso de los trenes X 2000 explotados por los ferrocarriles suecos SJ, así como la disponibilidad prevista para el Tren Aeropuerto de Gardermoen Expres que explotarán los ferrocarriles noruegos NS, y que está siendo fabricado por Adtranz. (La disponibilidad garantizada por Adtranz para el X 2000 exige no superar 12 paradas, de más de cinco minutos, por avería, cada millón de kilómetros recorridos)

— X 2000  
- - - Tren Aeropuerto de Gardermoen Expres

seleccionar las funciones y componentes más críticos y procura evaluar su grado de influencia en la seguridad de la circulación del tren, confortabilidad de los viajeros, facilidad de explotación, fiabilidad, disponibilidad y costes generados.

Basándose en los datos propor-

cionados por el mantenimiento centrado en la disponibilidad se puede definir si las alternativas a tomar corresponden al campo del rediseño, mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, condiciones de explotación u otras formas de abordar la eliminación o superación de

los fallos más típicos y comunes. Cuando un fallo se puede considerar poco crítico es posible incluirlo en la programación del mantenimiento correctivo que se realiza al final de determinados periodos de tiempo, como revisiones generales o grandes reparaciones. □

## CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA FERROVIARIA

LA CORUÑA, DEL 3 AL 5 DE JUNIO DE 1998

### DIRIGIDO A:

- Administraciones ferroviarias.
- Fabricantes de material ferroviario.
- Ingenierías y empresas constructoras.
- Administraciones Públicas.
- Clientes del Ferrocarril.
- Especialistas en transporte, medio ambiente o planificación del territorio.

### TEMÁTICA DE LAS PONENCIAS

- Infraestructura.
- Electrificación y señalización.
- Material motor y remolcado.
- Medio ambiente.
- Control de costes. Financiación. Privatización.
- Planificación. Mejora de la calidad.
- Explotación

### ORGANIZA:

UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA

E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Secretaría del Congreso Ferroviaria '98  
E.T.S. de Ing. de Caminos, Canales y Puertos  
Campus de Elviña, s/n - 15071 La Coruña  
Tel.: 981 16 70 00 Ext. 1421 Fax.: 981 16 71 70  
E-mail: ferro98@iccp.udc.es

