

## ACTUACIONES EN FGC PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE ENERGIA

**José Luís Arques Patón**

Director de Tecnología y Gestión. Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya - España

**Resumen:** Aun cuando la liberalización del mercado energético ha permitido a las empresas de transporte ferroviario contener e incluso, en algún caso, reducir su factura de energía, este modelo parece agotado ante la presión de la demanda, las continuas subidas del precio del crudo y la falta de precios de referencia. Se hace, por tanto, necesario desarrollar e impulsar medidas basadas en el ahorro y en la eficiencia energética.

En lo que sigue, se describen las acciones y proyectos que FGC está llevando a cabo en este sector teniendo en cuenta que, además, en Cataluña el Programa de Ahorro y Eficiencia Energética aprobado por el Govern de la Generalitat es obligatorio para los organismos y entes dependientes del mismo<sup>1</sup>.

**Palabras clave:** Energía, eficiencia energética, ahorro de energía.

**Abstract:** Even if the liberalization of the energetic market has allowed to the companies of railway transport to contain and even, in some case, to reduce his invoice of energy, this model seems to be exhausted before the pressure of the demand, the continuous raises of the price of the crude oil and the lack of prices of reference. It becomes, therefore, necessary to develop and to stimulate measures based on the saving and on the energetic efficiency.

Later they are described the actions and projects that FGC is carrying out in this sector bearing in mind that, in addition, in Catalonia the Program of Saving and Energetic Efficiency approved by the Govern of the Autonomous government of Catalonia is obligatory for the organisms dependent on the same one.

**Keywords:** Energy, energetic efficiency, save of power.

---

<sup>1</sup> Este artículo fue presentado en las II Jornadas Técnicas que sobre Estrategias de ahorro y Eficiencia energética en el Transporte Ferroviario se celebraron en Sitges (Barcelona) los días 5 y 6 de junio de 2008, habiéndose actualizado para esta publicación.

## Introducción

Se dice frecuentemente que en las empresas ferroviarias y FGC no es una excepción, la factura energética es la segunda más importante después de la del personal y aun cuando la liberalización de la energía ha permitido mantener y hasta reducir su coste unitario, la falta de un precio de referencia, la presión de la demanda y el aumento de los precios del crudo en los últimos años, ha provocado el agotamiento de este modelo de contención de los gastos de la energía basado únicamente en la mejora de su precio de adquisición. Se hace, por tanto, necesario aplicar modelos más complejos que, sin olvidar las posibilidades de conseguir un buen precio, hagan un énfasis especial en el ahorro y en la eficiencia energética que son socialmente más responsables al reducir las necesidades de combustibles fósiles (cada vez más escasos y de ahí su elevado coste) y las emisiones de CO<sub>2</sub> que tanto contribuyen al cambio climático.

A pesar de lo dicho anteriormente, la sensibilidad por la eficiencia energética ha existido siempre en FGC y así, por ejemplo, la renovación del parque de material rodante por unidades de mayor potencia instalada pero más eficientes le ha permitido reducir en un 25% el consumo específico (en kWh./c\*km) de dichas unidades durante la década de 1900 a 2000, tal y como muestra la **figura 1**<sup>2</sup>.

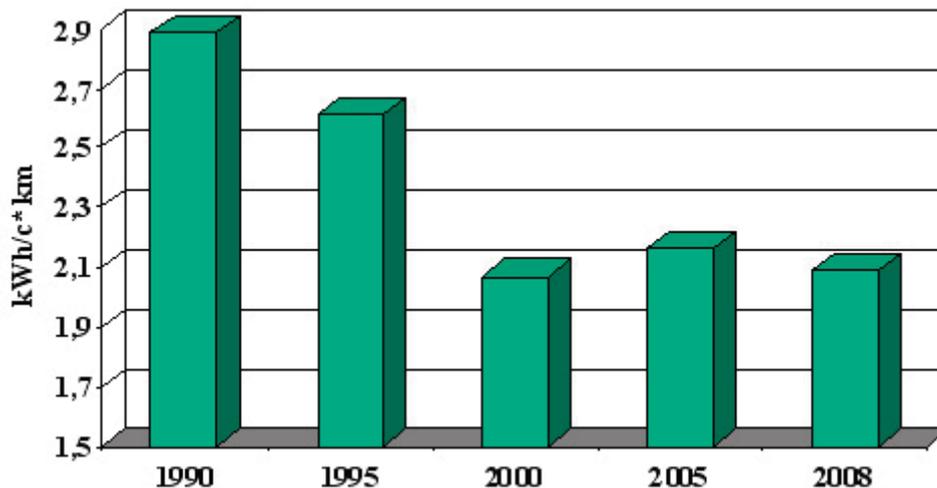


Fig. 1: Evolución del consumo específico del parque de material

En las estaciones, aunque también se han aplicado numerosas medidas, éstas no han tenido el mismo resultado que en el material móvil pues el consumo por estación no ha dejado de aumentar hasta duplicarse durante el mismo período (**figura 2**), lo cual ha sido debido,

<sup>2</sup> La reducción del consumo específico ha sido especialmente importante en los últimos años con la puesta en servicio de unidades con sistema de tracción trifásica.

fundamentalmente, al incremento y complejidad de las instalaciones necesarias para mejorar la accesibilidad, la venta automática, el control de los accesos y la seguridad subjetiva (figura 3).

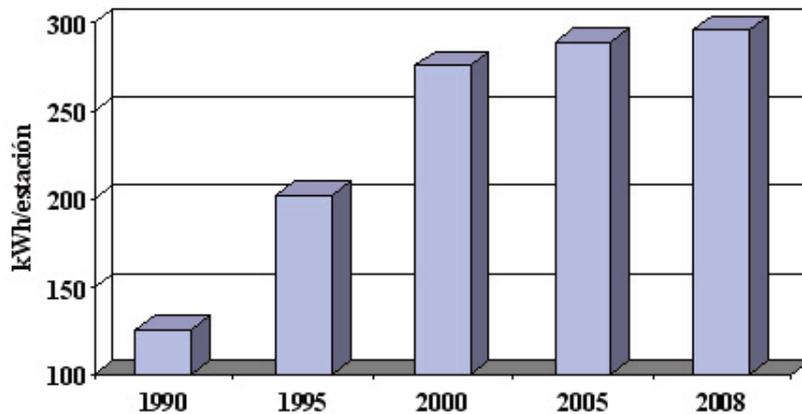


Fig. 2: Evolución del consumo anual medio de energía por estación

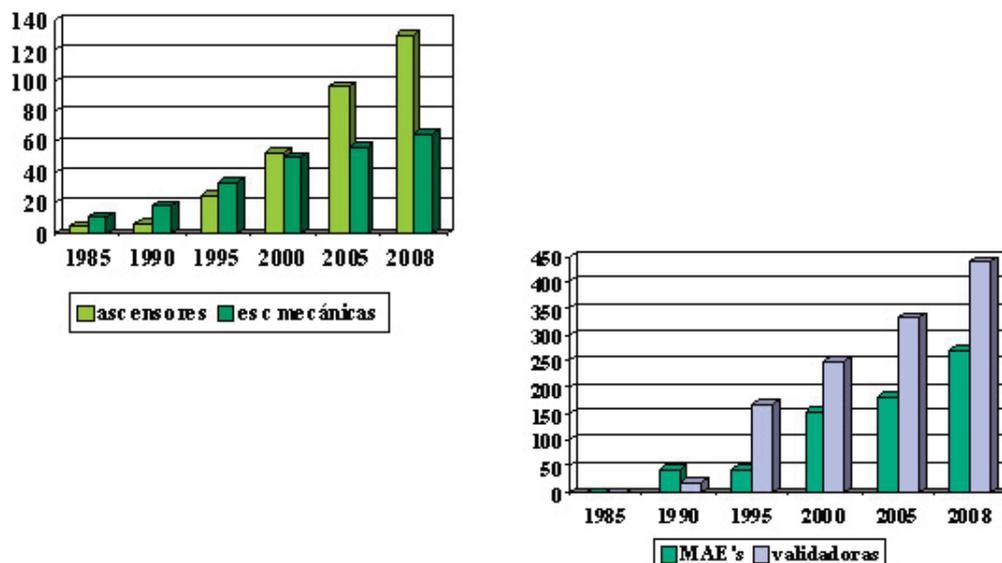


Fig. 3: Evolución anual del número de equipos existentes en las estaciones

Se hacía necesario, por tanto, impulsar nuevas políticas que ahondaran en la reducción global del consumo de la energía y no de forma local o aislada. En lo que sigue, explicaremos el plan adoptado por FGC, el cual ha merecido el apoyo del Institut Català de l'Energia de la Generalitat de Catalunya (ICAEN).

## Actuaciones en el material móvil

La reducción del consumo de energía destinada a la tracción del material, mediante la renovación del parque más antiguo por material nuevo más eficiente, es un modelo cuyo ciclo es largo (los 30 o 40 años que dura cada serie de material) y por tanto, no es de aplicación inmediata. Sin embargo, FGC como cualquier otro ferrocarril suburbano, tiene un parque de material que está dimensionado para dar servicio con preferencia en las horas punta; quiere esto decir, que en las horas valle existe un material sobrante que no presta servicio lo cual se aprovecha para efectuar la revisión de algunos trenes mientras que el resto se estaciona en diferentes puntos de la línea y aun cuando durante este período el material estacionado debería estar desconectado, no siempre lo está, por diversas razones. La posibilidad de incorporar al material dispositivos que automáticamente cierren las puertas en el caso de estar abiertas y desconecten los equipos de alumbrado y de climatización cuando la unidad esté estacionada un tiempo determinado, parece de gran utilidad para reducir un consumo de energía que no tiene ninguna utilidad para el cliente.

Otro hecho importante es que desde el punto de vista energético el equipo de tracción es una caja negra; es decir, funciona o está averiado pero nada sabemos si cuando funciona lo hace de modo energéticamente eficiente. En estas condiciones, nos hemos planteado estudiar si la evolución de la energía consumida y de la energía regenerada en cada unidad y su comparación con el resto de unidades puede servir para diagnosticar la eficiencia del equipo de tracción de la unidad durante su funcionamiento. En definitiva, deseamos investigar además, si el análisis de los consumos puede ser utilizado como predictor de posibles fallos de ciertos componentes del sistema de tracción.

En el 2006 se instaló un primer dispositivo en una unidad de tres coches (dos de ellos motorizados con motores cc y equipos chopper) y después de un período de prueba y validación se extendió a la totalidad de la serie a lo largo de 2007. En 2008, se adoptó y mejoró el dispositivo para las unidades más modernas de cuatro coches (tres coches motorizados con motores trifásicos asíncronos y onduladores directos de tensión) y actualmente, está en curso de instalación dichos equipos para nuevas unidades, con lo que a primeros de 2010 FGC tendrá equipado con este dispositivo el 39% de su parque.

Los valores obtenidos hasta la fecha con las UT-111 nos permiten afirmar que el consumo horario de una unidad estacionada con el dispositivo de ahorro de energía activado es un tercio del consumo de una unidad estacionada sin dispositivo de ahorro o si éste está inactivo. El ahorro de energía directamente obtenido durante los meses de funcionamiento es próximo al 3% en relación a la energía consumida en pantógrafos<sup>3</sup> y con posibilidades de alcanzar el 6%.

Este dispositivo permite, además, conocer con detalle y para cada coche el consumo de sus equipos auxiliares, así como la energía consumida por los motores de tracción y la energía de freno enviada a la red o consumida en las resistencias, lo que es de extraordinario interés para establecer balances globales de energía o para analizar el comportamiento de cada

---

<sup>3</sup> Contabilizada en contadores de las subestaciones, este ahorro representa un 1,5% de la energía total consumida en la línea para la tracción con sólo el 24% del parque.

elemento del sistema de tracción (**figura 4**). Sobre este tema, todavía es pronto para llegar a conclusiones; no obstante, se observa que los consumos específicos medios mensuales de las distintas unidades muestran una elevada dispersión y que ésta diferencia permanece cuando se comparan los valores mensuales de unidades con valores extremos (**figura 5**), aunque por el momento, no podemos confirmar si esta dispersión es la natural del equipo de tracción o se debe al diferente estado de algún componente determinado<sup>4</sup>.

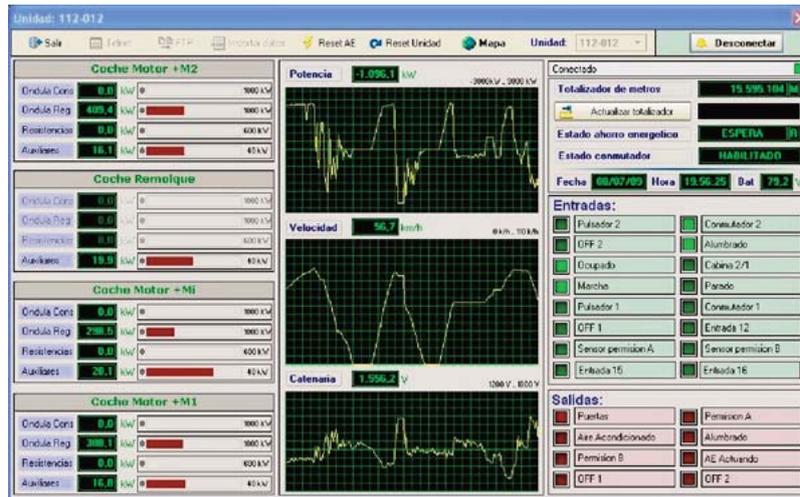


Fig. 4: Monitorización de los consumos de las unidades de tren

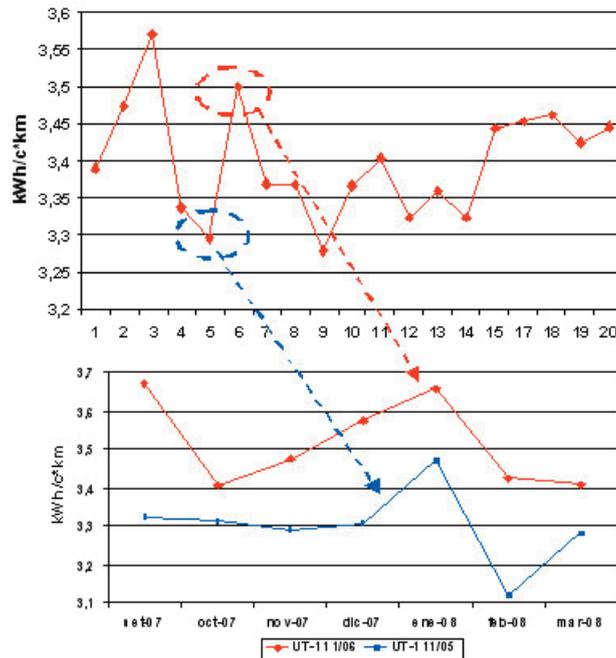


Fig. 5: Diferencias de consumo de energía de tracción en diferentes unidades

<sup>4</sup> En cuanto al balance energético, los primeros cálculos permiten asegurar que en la línea Barcelona – Vallès el envío de energía a la red (catenaria) es aprovechado para la tracción de la cuarta parte del parque de material en servicio, lo que supone una elevada eficiencia del sistema.

## Actuaciones en las estaciones y dependencias

Las acciones realizadas hasta la fecha en las estaciones y dependencias han consistido principalmente en instalar equipos de corrección del factor de potencia (energía reactiva), difusores de alto rendimiento, cebadores electrónicos en fluorescentes e iluminación de bajo consumo en exteriores, así como generalizar dispositivos de encendido y apagado accionables a distancia y automáticamente. También, se ha favorecido la instalación de ascensores electromecánicos frente a los ascensores hidráulicos por su menor consumo, así como la renovación de las antiguas escaleras mecánicas de accionamiento continuado por nuevas escaleras con arranque automático a dos velocidades, más eficientes.

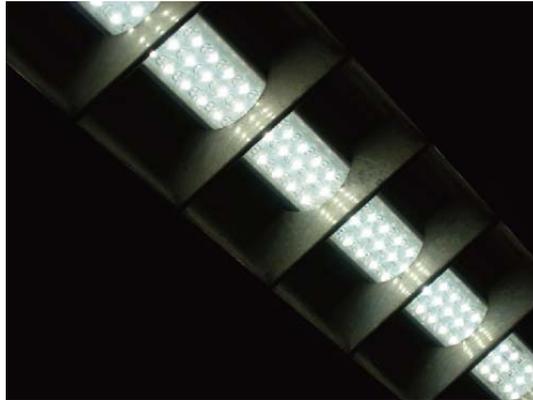
En 2007 se realizó la primera instalación de un sistema estabilizador-reductor de tensión en el sistema de alumbrado con lámparas de vapor de sodio de nuestro taller general de Rubí. Los resultados han confirmado la reducción del 36% de su consumo, por lo que en 2009 se han instalado estos mismos dispositivos en otras dependencias cuyo consumo global es de 1,26 millones de kWh /año, lo que supondrá un ahorro anual próximo al medio millón de kWh..

Sin embargo, la diversidad y el número de equipamientos e instalaciones en las estaciones es tan grande que se hace necesario conocer cual es su impacto en el consumo global de cada estación y concretar las medidas que faciliten su reducción, sin olvidar la rentabilidad de las mismas. Por ello, se firmó un convenio de colaboración con el ICAEN para el estudio de la mejora energética de las estaciones con el objetivo de establecer los criterios y los materiales que deberán instalarse en las estaciones para tener consumo de energía eficiente. Este estudio, ya finalizado, servirá tanto para el diseño de las nuevas estaciones como para la adecuación de las estaciones existentes.

Una de las iniciativas recogidas en este estudio ha sido la posibilidad de sustituir los fluorescentes convencionales por un conjunto de leds de alta luminiscencia instalados en un tubo de idéntico tamaño, lo que facilita su sustitución (**figura 6**). Tales dispositivos llevan funcionando en el vestíbulo de una estación durante un año con resultado totalmente satisfactorio. Lo que se convertirá en el punto de partida para la renovación sistemática de los fluorescentes tradicionales que iluminan nuestras estaciones especialmente en aquellas áreas donde los valores de eficiencia energética (VEE) sean más desfavorables<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> La sustitución de fluorescentes por tubos de leds ha permitido reducir el VEE de 10,1 a 5,1, valor éste inferior al máximo permitido por el Código Técnico de Edificación.



**Fig. 6: Tubo de leds de alta luminiscencia que sustituye al fluorescente tradicional**

Asimismo y como complemento a todo lo anterior, FGC realizó en 2008 una auditoría energética del taller general de Rubí con resultado totalmente favorable. En base a esta experiencia están en curso nuevas auditorías energéticas para todas las estaciones y dependencias cuyo consumo es superior a los 200.000 kWh/año, de acuerdo con lo exigido por el Govern de la Generalitat de Catalunya en su Programa de Ahorro y Eficiencia Energética de julio de 2007.

No obstante, la máxima eficiencia sólo se conseguirá si el número de equipamientos e instalaciones de la estación es el estrictamente necesario para el volumen de viajeros que accederán a la misma; por ello, paralelamente, se ha iniciado un debate interno para determinar que tipología de estación es la estrictamente imprescindible para dar el servicio necesario a un volumen previsto de viajeros, ya que, por ejemplo, la decisión de construir uno o más andenes y uno o más accesos con sus correspondientes vestíbulos, influirá en el número de equipamientos e instalaciones y en definitiva, en el consumo de energía de la estación una vez en servicio.

Mención especial merece nuestro edificio corporativo que, en el aspecto energético, ha tenido el asesoramiento del ICAEN. Su configuración arquitectónica y la calidad de los materiales constructivos utilizados juntamente con el sistema de gestión y control (automático y totalmente parametrizable) han permitido reducir la demanda de iluminación y de climatización haciéndolo más eficiente energéticamente.

### **Responsabilidad Social Corporativa**

En la medida que un mayor consumo de energía incide en el cambio climático y en el coste del servicio ferroviario, las empresas que, como FGC, deben una parte de sus presupuestos a las aportaciones de la Administración tienen la responsabilidad social de impulsar las acciones de mejora necesarias y es por ello que FGC está orientando su actuación hacia los principios de Responsabilidad Social Empresarial y así, el Plan de Acción en Responsabilidad Social Empresarial elaborado por FGC, en su línea estratégica de acción ambiental, recoge las medidas de ahorro y de eficiencia anteriormente mencionadas, pero además, impulsa la

implantación de sistemas que, como el de generación fotovoltaica, están basados en energías renovables más limpias, las cuales ayudarán a paliar (aunque sea modestamente) las necesidades de combustibles fósiles, más contaminantes.

Es por ello, que FGC ha sido pionera al instalar en 2006 un primer equipo en sus dependencias de Rubí con una capacidad de 30 kW, que funciona a pleno rendimiento (**figura 7**) y además, tiene en estudio la implementación de cuatro instalaciones más con una potencia adicional total de 840 kW.



Fig. 7: Instalación fotovoltaica en el techo de las oficinas de los talleres de Rubí de FGC

Pero, sin duda, lo más importante ha sido el plan de formación que se ha realizado a todo el personal de FGC entre los años 2008 y 2009, junto con campañas de sensibilización personalizadas en materia de consumo de energía, agua y papel, una muestra de las cuales se ha recogido en la **figura 8** juntamente a las que realiza el ICAEN con carácter más general.

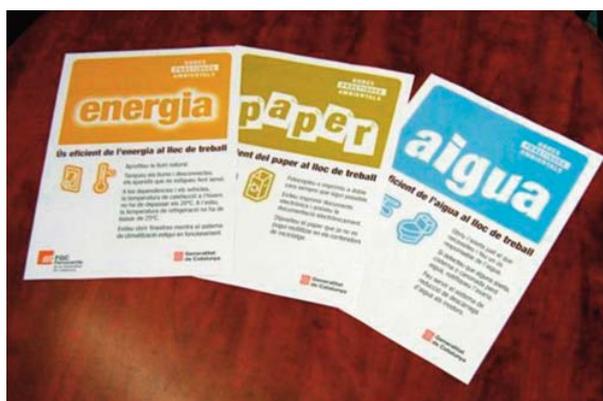


Fig. 8: Folletos de la campaña de sensibilización