

La actualización de los trenes de Renfe continuó durante 2009 con la entrada en servicio de los trenes de cercanías Civia III, el avance en la fabricación de los Civia IV y el pedido de fabricación de los Civia V. A ellos se sumaron las series de trenes eléctricos 449 y 121, y el tren diesel de la serie 599. Feve estrenó su tren diesel de la serie 2700, EuskoTren su locomotora dual TD 2000 BB, y FGV introdujo su nueva serie 4300 en la línea 1 del metro de Valencia sustituyendo las singular serie formada por las unidades articuladas UTA 3700. En el metro de Barcelona se pusieron en servicio íntegramente automático las unidades de la serie 9000 y durante 2009 se generó la explosión de las diversas soluciones tecnológicas para lograr el tranvía sin catenaria que probablemente se introducirá en España en Metrocentro de Sevilla.

Nuevos trenes de Renfe

En 2009 terminaron de entrar en servicio los trenes de cercanías Civia III, el tercer lote de unidades de la familia Civia encargado por Renfe. Este lote estuvo formado por 80 trenes en total, 40 comprados a



CAF y Siemens y 40 comprados a Alstom. También en 2009 Renfe adjudicó la fabricación de 32 nuevos Civia, quinto lote o trenes Civia V, que se incorporarán al servicio entre 2011 y 2013. Estas 32 nuevas unidades junto a los 237 trenes comprados con anterioridad generarán una flota de 269 trenes. Los nuevos trenes irán destinados a cubrir las necesidades de Renfe en las doce redes de cercanías que atiende: Madrid, Barcelona, Valencia, Murcia-Alicante, Sevilla, Cádiz, Málaga, Bilbao, Donostia - San Sebastián, Asturias, Santander y Zaragoza, que utilizan cada día cerca de dos millones de personas.

El tren Civia es una unidad de tren eléctrica para transporte fiable y masivo de personas en líneas de cercanías urbanas y periurbanas con gran demanda de transporte, alto número de estaciones y frecuentes paradas.

Los trenes Civia son modulares y permiten formar unidades de tren con diferente número de coches ajustando la oferta a la demanda por núcleos, días y tramos horarios.

La historia de las diferentes generaciones de trenes de la familia Civia comenzó en abril de 2000 con el denominado internamente por Renfe, Civia I, cuyo pedido de 14 trenes se realizó a CAF, Siemens, Alstom y Bombardier (entonces Adtranz) por 54 millones de euros. Durante varios meses antes en Renfe se hablaba de este tren con el nombre de Cercanías 2000. En octubre de 2003 se compraron 80 unidades del Civia II, por 407,5 millones a CAF-Siemens (40) y Alstom (40). En 2005 se aumentó el pedido a un total de 83 unidades. Antes, el 20 de enero de 2004 se efectuaron los primeros servicios comerciales con 6 Civia I tras haber estado 10 meses de pruebas. Más tarde, en agosto de 2006 se efectuó el pedido del tercer lote, esta vez de 80 trenes Civia III, 40 unidades de cinco coches adjudicadas a CAF-Siemens por 259,55 millones y 40 trenes (11 de cinco coches, 28 de cuatro coches y uno de tres coches) a Alstom por 241,72 millones. Dos años después, en octubre de 2008, Renfe realizó el pedido del cuarto lote, denominado Civia IV, de 60 trenes de cinco coches, serie 465, repartidos al 50 por ciento entre CAF-Siemens y Alstom, que entrarán en servicio durante 2010 y 2011. Las 30 unidades fabricadas por CAF-Siemens costaron 220,85 millones y las 30 fabricadas por Alstom, 233,13 millones. Este último contrato incluyó el mantenimiento de los vehículos durante 14 años.

Los trenes Civia, encuadrados en las series 462, 463, 464 y 465, están relevando las series anteriores 440, 446 y 447, y derivan de las tecnologías aplicadas en las unidades de tren de las series 446 y 447. Las personas creadoras del diseño funcional de los Civia, a la cabeza de las cuales puede mencionarse a Rafael Fernández, director de Trenes de la Unidad de Negocio de Cercanías, aprovecharon la amplia experiencia en los servicios de cercanías que había acumulado Renfe. La concepción del tren hizo especial hincapié en la modularidad para adaptarse mejor a las horas puntas y horas valles que tiene la variación diaria de la demanda, así como a las variaciones semanales. También atendió la necesidad de

reducir el consumo energético, así como de obtener alta fiabilidad y por lo tanto puntualidad de las circulaciones, además de garantizar confortabilidad para las personas, incluyendo coches de piso bajo adaptados a quienes disponen de una movilidad reducida.

Plataforma Civia

Basándose en el diseño funcional originado en Renfe la plataforma Civia fue técnicamente desarrollada por CAF y Siemens. Los trenes fabricados por CAF llevan propulsión creada y producida por Siemens y los fabricados por Alstom incorporan el sistema de propulsión concebido por este fabricante francés. En cualquier caso, los tres tipos de coches existentes para los Civia son idénticos en su diseño, y son compatibles y adaptables entre sí, de tal forma que se pueden formar trenes de dos, tres, cuatro o cinco coches, intercambiando los tres tipos de coches sin tomar en consideración quién fue el fabricante y cuando se fabricó.

Con esta concepción, se pueden formar composiciones con muy diferentes capacidades de transporte que van desde las 462 personas, 124 sentadas, en los trenes de dos coches,

hasta las 997 personas, con 277 sentadas, en los de cinco coches. El último dígito de la numeración aplicada a las cuatro series del tren Civia, 462, 463, 464 y 465, indica el número de coches de cada unidad.

Los tres tipos de coches de los trenes Civia se llaman A1 y A2, o coches extremos con cabina de conducción y piso normal, A3 o coche intermedio con piso normal y armarios técnicos, y A4 o coche intermedio con piso bajo y cuarto de aseo habilitado para el uso por personas que se desplacen en silla de ruedas. El coche de tipo A4 tiene la altura de su piso adaptada a la altura de los andenes de las redes de cercanías con objeto de facilitar la entrada a personas con movilidad reducida, coches de criaturas, carros de la compra y bicicletas.

Cualquier tren Civia puede circular acoplado, y con mando múltiple, a cualquier otro tren Civia de igual o diferente número de coches, sin restricciones técnicas de propulsión o frenado. Por ello, más que hablar de un parque de unidades de tren encuadradas en unas series determinadas es más correcto hablar de un conjunto de trenes Civia que se conforman en unidades de tren con diferente número de coches según necesidades basándose en un planificado parque de tres tipos de coches compatibles entre sí.

A su vez, los distintos tipos de coches son soportados por dos tipos de bogies o carretones denominados BER y BCM. El bogie BER es el carretón situado en la parte frontal y libre de los coches A-1 o coches extremos con cabina de conducción y el bogie BCM es el carretón motorizado que es compartido por cada dos coches.



Al estar casi todos los bogies motorizados, ya que es un vehículo con motorización distribuida, las prestaciones del tren se mantienen, independientemente del número de coches que forme la unidad.

Todos los carretones o bogies son de dos ejes y está participando en su fabricación la empresa Vossloh. Las ruedas son enterizas, están templadas en la superficie de rodadura y están insonorizadas para reducir la transmisión de ruido. La suspensión primaria es de resortes de caucho y la secundaria es neumática. Los bogies motores portan dos motores asíncronos trifásicos, suspendidos del bastidor, que accionan cada eje por medio de un acoplamiento y un reductor de doble etapa calado en el eje. El freno neumático se aplica sobre los discos de frenado montados en cada rueda.

Perfiles de aluminio

La estructura de las cajas, del cuerpo de los coches, está construida con perfiles de aluminio soldados entre sí, formando con chapas del mismo material la estructura autoportante de cada coche. Los testeros



frontales están realizados en material poliéster reforzado con fibra de vidrio y dispositivos anticabalgamiento y de absorción de energía. El espacio interior está dedicado íntegramente al transporte de personas. Las puertas de acceso presentan un paso libre de 1.300 mm. Los salones de todos los coches se comunican entre sí mediante pasillos diáfanos, amplios y sin puertas.

La longitud de cada unidad de tren es de 44,8 metros la serie 462 de dos coches, de 65,55 metros la serie 463 de tres coches, de 80,30 metros la serie 464 de cuatro coches, y de 98,05 metros la serie 465 de cinco coches. La altura máxima de todos es de 2.940 mm, la anchura de 4.265 mm y el peso de 80 toneladas para la serie 462, de 105,8 t para la 463, de 131,5 t para la 464, y de 157,3 t para la 465.

La parte interior de los coches va revestida con paneles moldeados en resinas fenólicas, aluminio y materiales estratificados. Los asientos son ergonómicos, antivandálicos y sin apoyos directos sobre el suelo para facilitar la limpieza del interior de los coches, y están distribuidos de forma que existe un mayor espacio libre que en las series anteriores favoreciendo la salida y entrada de las personas.

La iluminación está formada por dos líneas longitudinales de luminarias a las que acompañan puntos de luz sobre los maleteros. El sistema de aire acondicionado está atendido por una climatización ambiental, instalada en cada coche, reforzándose la calefacción con calentadores situados a nivel del suelo. Las cabinas de conducción disponen de un equipo de climatización independiente y autónomo controlado a volun-

tad por el maquinista. La información al viajero consta de seis pantallas por coche tipo TFT, dos de ellas de 17 pulgadas y cuatro de 15, donde se facilita información referente a enlaces, mensajes de servicio y publicidad comercial. En el frontal y en los costados exteriores existen teleindicadores para informar sobre el destino del vehículo. En el interior existe megafonía y música ambiental, además de interfonía para comunicarse con la persona que conduce el vehículo. Otro dato relativo a la información al público es que el tren Civia anuncia los mensajes de aviso de parada de forma más clara que sus predecesores de las series 446 y 447, de forma que el viajero percibe cual es la próxima estación con total nitidez. Todos los coches incorporan un sistema de videovigilancia por circuito cerrado de televisión.

Como las cajas se fabrican en aleación de aluminio, se redujo el número de bogies por tren, se ha logrado un mayor grado de control de la propulsión con microprocesadores que ofrecen mayores prestaciones con menos peso y en menos espacio, y existe recuperación de energía en el frenado, el consumo de electricidad el tren Civia es de 4,28 kW/h, algo menos de la mitad de los 8,65 consumidos por una unidad de la serie 446.

Los Civia circulan por líneas de ancho ibérico de 1.668 mm electrificadas en corriente continua de 3.000 voltios, pero en su concepción se previó la posibilidad de que circulen en vías de ancho normal europeo de 1.435 mm electrificadas con corriente alterna de 25.000 voltios con una estancia



El Centro Tecnológico de Vossloh ...



Líderes construyendo y diseñando locomotoras, trenes de pasajeros y servicios de mantenimiento. Estrechamente unidos desde el inicio con la historia del ferrocarril y con el valor de más de un siglo de experiencia, hemos hecho de nuestro negocio, crear soluciones innovadoras para el transporte por ferrocarril. Diseñamos locomotoras de alto rendimiento para las futuras redes de transporte de mercancías, nuevos conceptos de trenes de pasajeros y servicios de mantenimiento.

Vossloh España, S.A.
Polígono Industrial del Mediterráneo
C/ Mitxera nº 6
46550 Albuixech (Valencia), España
www.vossloh-rail-vehicles.com

vossloh
understanding mobility

mínima en taller. La velocidad máxima de circulación con 3.000 voltios es de 120 km/h, y pueden alcanzar los 160 km/h con la electrificación de 25 kV. La potencia de la serie 462 es de 1.270 kW, la de la serie 463 de 1.400 kW, la de la serie 464 de 2.100 kW y la de la serie 465 de 2.200 kW.

El tren examina todos sus equipos y detecta, identifica y aísla las averías lo que favorece la reparación rápida de los equipos dañados, reduciéndose los períodos de inmovilización del tren. Cuenta con sistema de conducción de velocidad prefijada, adaptable a conducción automática. Los equipos de señalización incorporados son el Asfa normal, el Asfa digital 200 y el sistema común europeo ETCS, que junto al sistema de radiotelefonía GSM-R forma el sistema europeo de control del tráfico ferroviario ERTMS.

Serie 449

A mediados del año 2009 comenzaron a prestar servicio comercial las primeras unidades de tren eléctricas de la serie 449, que Renfe recibió de CAF en los primeros días del año con destino a recorridos de medias distancias. Las pruebas dinámicas fueron rea-

lizadas en diferentes zonas geográficas como Pamplona y Sevilla mientras se ofrecía la formación sistemática de las personas que conducen estos nuevos trenes. La entrega de esta serie se extenderá hasta 2011.

En julio de 2006 Renfe adjudicó a CAF la construcción de 57 unidades 449 de cinco coches con bogies compartidos y mando múltiple que permita formar composiciones de hasta tres unidades de tren, es decir quince coches. El contrato original estaba formado por dos lotes de vehículos, uno de 23 trenes que circularían exclusivamente por líneas de ancho ibérico y otro de 34 vehículos que estarían preparados para circular por vías de ancho normal europeo. Posteriormente CAF y Renfe llegaron al acuerdo de realizar los 57 trenes para circular sólo por líneas de ancho ibérico, aunque disponen de preinstalaciones para los equipos de seguridad en la circulación tipo ERTMS y de los elementos necesarios para instalar carretones o bogies de ancho normal europeo o de ancho variable tipo Brava. Redenominación de serie 449 llenó el hueco existente entre los electrotrenes 448 y las unidades de cercanías de dos pisos 450.

La serie 449 comparte muchos elementos con el tren Civia de la serie 465 con dimensiones de los coches y construcción de los carretones o bogies muy similares, conformación del tren con bogies compartidos o motorización distribuida, aunque presenta diferencias importantes cambiando la estética del frontal para asemejarlo al de la serie de automotores diesel 599 con la que comparte también muchas características de seguridad, sistemas de comunicación, preinstalaciones para circular en el futuro por las nuevas líneas, el interiorismo y el concepto de única puerta de acceso por coche. La serie 449 admite, como el tren Civia 465, composiciones múltiples de hasta tres unidades de tren, es decir se pueden formar trenes de 15 coches.

La longitud de estas unidades es de 98 metros, con una anchura de 2.940 mm y una altura de 4.265 mm. El peso es de 171,3 toneladas. Captan la energía con pantógrafo desde catenaria en corriente continua de 3.000 voltios, pero el equipamiento está preparado para circular bajo catenaria de 25 kV en corriente alterna. La potencia unitaria de los motores asíncronos trifásicos, fabricados por Mitsubishi, es de 400 kW, bajo catenaria de 3 kV, y como dispone de seis motores la potencia de la unidad de tren es de 2.400 kW. La velocidad máxima con catenaria de 3 kV es de 160 km/h, pero circulará a 200 km/h bajo catenaria de 25 kV al incrementarse la potencia de los motores. La capacidad de transporte es de 263 plazas sentadas y 288 plazas de pie, lo que supone una capacidad máxima de 551 personas. Cuenta con zona para el viaje de personas con movilidad reducida, portabicicletas y máquina de venta automática de restauración.



Tensión inversa

Dispone de dos equipos trifásicos de propulsión y frenado sirviéndose de convertidores con semiconductores IPM de 6,5 kV de tensión inversa, capaces de efectuar el frenado eléctrico regenerativo que recupera energía para transmitirla a la catenaria, y controlando tres motores cada equipo. El tren también posee resistencias para la transformación en calor de la energía de frenado, o proceso de disipación, cuando la catenaria no puede admitir la energía recuperada durante el frenado eléctrico, de igual modo que el resto de trenes eléctricos. Dos motores de propulsión están incorporados en el bogie compartido entre los coches extremos y los coches intermedios adyacentes que llevan instalados los pantógrafos, el tercer motor de cada equipo de propulsión está instalado en los bogies compartidos entre los coches con pantógrafo y el conche central del tren.

El contrato original entre Renfe y CAF estaba formado por dos lotes, uno de 23 trenes que circularían exclusivamente por líneas de ancho ibérico y otro de 34 vehículos que estarían preparados para circular por vías de ancho normal europeo, bien con bogies fijos de ancho normal o de ancho variable tipo Brava. Posteriormente, y a pedido de Renfe, se modificó el contrato para construir 57 vehículos idénticos. Todas las unidades se fabrican para ancho ibérico pero disponen de

preinstalaciones para los equipos de seguridad en la circulación y los elementos necesarios para instalar los otros tipos de bogies.

Las cajas de todos los cinco coches que forman el tren son autoportantes, fabricadas en aluminio. La estructura de las cajas está construida en perfiles de aluminio extruido soldados entre sí. Cada tren cuenta con diez puertas, una puerta por cada coche y costado. Por razones de estanqueidad las puertas son de una hoja con junta hinchable, y son especialmente amplias, de 1.200 mm, las más espaciosas de una hoja que se han instalado en trenes de Renfe.

Todos los elementos estructurales del tren estén pensados para soportar la circulación por vías de alta velocidad con el correspondiente cruce con trenes que circulan a velocidades muy altas. Por ejemplo, el cristal frontal supera la prueba de recibir un proyectil lanzado a una velocidad superior a los 350 km/h.

La seguridad pasiva de este tren serie 449 cumple los requisitos de la norma NTC-MA 001, que, por ejemplo, indica que el tren debe absorber la energía de una colisión a 110 km/h con un vehículo de 15 t, sin deformación de la cabina y dejando espacio de supervivencia para la persona encargada de la conducción.

El tren lleva instalado un sistema de protección antiincendios bastante completo. Dispone de sistemas de detección en los motores y en el interior de los coches y dispone de extintores que actúan automáticamente o pueden ser accionados por el conductor en la extinción de cualquier incendio.



Para la alimentación eléctrica de los equipos auxiliares, cada tren dispone de dos convertidores auxiliares con sus propios cargadores de batería. Cada convertidor estático es capaz de alimentar el 100 por ciento de las cargas a máximas prestaciones, lo que permite una redundancia total del sistema. En caso de fallo de un convertidor, el otro, de forma automática, pasa a alimentar las cargas atendidas por el averiado, sin pérdida de prestaciones del tren. El control del tren se realiza por una red tipo "TCN" gestionada por el sistema "Cosmos" de CAF.

El sistema de climatización del tren está constituido por un

equipo de climatización por coche de doble circuito de refrigeración. Cada equipo es compacto y está ensamblado en un solo bloque. Con esta configuración, se consiguen 43 kW por coche de potencia frigorífica y 20 kW/coche de potencia calorífica.

El tren dispone de un sistema integral de videovigilancia y de información al público, suministrado por Sepsa, basado en tecnología digital y apoyado en una red de comunicaciones que recorre toda la composición. Se trata de un sistema similar en funcionalidad al instalado en los trenes Civia. También dispone de un sistema de video de entretenimiento, y los asientos tienen toma de corriente eléctrica y lámpara de lectura

La entrada en servicio de los primeros trenes eléctricos 449, en julio de 2009, fue el punto de partida de la intensa renovación que Renfe está llevando a cabo de los servicios de medias distancias. La meta culminará a finales de 2010, momento en el que prestarán servicio un total de 107 nuevos trenes, 57 eléctricos 449 y 50 diesel 599.

Serie 599

Renfe estrenó en julio de 2009 los trenes de la serie 599 en la conexión de Madrid con Ávila y Salamanca. Estos trenes de propulsión diesel están formados por tres coches, dos coches motores y uno remolque, con dos bogies cada coche. Estas unidades pueden acoplarse formando composiciones de hasta tres trenes, nueve coches, con mando desde una única cabina de conducción. La longitud total del tren es de 76 metros, pesa 157 toneladas y tres puertas de acceso por cada costado.

Los trenes 599 comenzaron a prestar servicio en los corredores Madrid-Salamanca, León-Vigo y Coruña-Vigo. Estos vehículos incorporan significativas mejoras por adaptación a las personas de movilidad reducida, eficiencia energética, propulsión y frenado. Los citados nuevos trenes diesel que circulan entre A Coruña y Vigo lograron con 32 circulaciones diarias alcanzar en 2009 las 100.000 personas transportadas.

Aunque la explotación inicial de la serie 599 se realiza en líneas de ancho ibérico, los vehículos disponen de preinstalación para circular en infraestructuras de ancho normal europeo y con la posibilidad de la instalación del bogie de ancho variable Brava que permite la circulación tanto por ambos anchos.

La serie 599 está formada por 50 trenes que fueron fabricados por CAF en su factoría de Zaragoza. La velocidad máxima del tren es de 160 km/h, la capacidad de transporte es de 185 plazas sentadas. La potencia la aportan cuatro motores diesel de 382 kW, cuyas transmisiones oleodinámicas accionan los cuatro bogies motores a través de árboles cardan. La potencia total de la unidad de tres es de 1.528 kW.

La motorización es distribuida en cuatro cadenas de propulsión y el tren dispone de potencia suficiente para ofrecer unas prestaciones aceptables incluso en el caso de fallo simultáneo de dos cadenas de propulsión, caso muy improbable pero atendido en la concepción del vehículo. En servicio normal, funcionará sólo uno de los grupos de dos cadenas de propulsión, estando el otro en espera. Si se produjese un fallo en el grupo en funcionamiento arrancarían automáticamente el otro grupo, sin pérdida de prestaciones del tren. Al arrancar el tren comenzará normalmente a servirse del grupo que menos horas tenga de funcionamiento.

Para la alimentación eléctrica de los equipos auxiliares, cada unidad de tren dispone de dos grupos motor-alternador independientes de la propulsión. Cada grupo electrógeno es capaz de alimentar el 100 por ciento de las cargas a máximas prestaciones, lo que permite una redundancia total del sistema.

El sistema de climatización de los coches del tren está constituido por un equipo de climatización para cada coche con doble circuito de refrigeración. Cada equipo es compacto y está ensamblado en un solo

bloque. Con esta configuración, se consiguen 47 kW/coche de potencia frigorífica, 31 kW/coche de potencia calorífica.

El tren dispone de dos aseos, uno normal y otro preparado para ser utilizado por personas que se desplacen en sillas de ruedas, y una zona multifuncional con portabicicletas, máquinas de venta automática de productos de restauración y zona de descanso. Existen asientos fijos reclinables, monitores de 17 pulgadas, enchufes individuales en cada asiento e iluminación para la lectura. Entre las mejoras que ofrecen estos trenes destaca el diseño accesible de su coche intermedio que está totalmente adaptado para personas con movilidad reducida, con señalización, plaza específica y gran facilidad de acceso.

Las cajas de todos los coches que forman el tren son autoportantes, construidas en aluminio con objeto de reducir al mínimo posible el peso del tren y su consumo energético, además de dotarlas de una alta resistencia a la corrosión.

Cada unidad dispone de seis bogies, cuatro motores y dos remolques. Ambos tipos de carretones están constituidos por un bastidor, dos ejes con sus correspondientes cajas de grasa, suspensión primaria, suspensión secundaria neumática, dispositivo de unión caja-bogie y equipo de frenado compuesto por dos discos de freno en eje.

La seguridad pasiva del tren cumple los requisitos de la norma NTC-MA 001, que ya citamos más arriba en el caso de la serie de trenes eléctricos 499.

Serie 121

A finales de enero de 2009 se pusieron en servicio los trenes eléctricos de la serie 121, que deriva de la serie anterior 120, y que llegará a contar con 29 unidades. Pero mientras que la serie 120 presta los servicios de Renfe denominados Alvia de grandes distancias y con circulación tanto por líneas de ancho normal como por líneas de ancho ibérico, la nueva serie 121 se destina a recorridos de medias distancias con uso también de ambos anchos de vía. Los trenes son de cuatro coches y la entrega de la serie terminará en 2011.

Ambos trenes incorporan el sistema Brava de cambio automático de ancho de CAF en los ocho bogies o carretones, que son todos motores, llevando cada bogie un eje motor y otro remolque. Pero los bogies de la nueva serie 121 no son exactamente iguales a los de la serie de la que derivan y pesan 10.125 kg, superando en 225 kg a los de la serie 120.

Ambos trenes tienen una longitud de 107,4 metros, con dos coches de 27,9 m y otros dos de 25,75 m, y su estética exterior es también muy semejante sobre todo en los testeros. El peso de cada unidad de tren de las dos series difiere, mientras que los trenes de la nueva serie pesan 251,3 toneladas los de la serie anterior registran 251,5. A su vez otra gran semejanza es que ambos trenes están motorizados por Alstom y confían su propulsión a



cuatro equipos, uno por coche, montados bajo bastidor. Cada uno de los equipos de propulsión dispone de dos motores eléctricos por lo que cada tren incorpora ocho motores.

Dichos equipos de propulsión, que se alimentan tanto desde catenaria de 25kV en corriente alterna como desde catenaria de 3.000 V en corriente continua, aseguran la energía aplicada al desplazamiento del tren, al sistema de frenado eléctrico de recuperación y reostático, y a la alimentación de los equipos auxiliares. Pero mientras que los motores de la serie 120 tienen una potencia de 512 kW los de la nueva serie 121 son más potentes y alcanzan los 575 kW.

Las dos series cuentan con el sistema "Cosmos" de CAF para gestionar la comunicación entre los distintos coches del tren y hacerse cargo de la supervisión y registro de todo lo que sucede durante la marcha del vehículo. Además en el campo de la señalización ferroviaria las dos series disponen de equipos ERTMS, para el control del tráfico de las líneas por las que circulan, formado por el sistema de señalización común europeo ETCS y el sistema de comunicaciones por radiotelefonía GSM-R. También cuentan con el sistema Asfa de anuncio de señales y frenado automático que utiliza la habitualmente la señalización de las líneas españolas de ancho ibérico y cuya versión Asfa 200 está instalada también en las nuevas líneas de ancho normal europeo.

Debido al cambio de cometido desde la serie 120 a la serie 121, esta última es de una sola clase, la turista y dispone de una capacidad mayor de transporte alcanzando las 280 plazas sentadas más dos para



personas con movilidad reducida. Además los trenes 120 disponen de cafetería y los 121 de máquinas automáticas de autoventa de productos de restauración. La serie 121 tiene espacio y anclajes portabicicletas cosa que no existía en la serie 120

Feve

En junio de 2009 se puso en servicio la primera unidad del tren diesel de la serie 2700 de Feve con ancho de vía métrico. Este vehículo forma parte de las 23 nuevas unidades que forman la serie. Ha sido fabricado por CAF, con la colaboración de Sunsundegui en el acabado exterior. Rompe la tradicional imagen de los trenes de Feve de morro plano y baja velocidad, el nuevo tren dispone de frontal aerodinámico y alcanza la velocidad de 120 km/h. La serie se terminará de entregar durante 2010.

Estos trenes, de dos coches, miden 35 metros de longitud y 2,5 m de anchura y están destinados a servicios directos entre poblaciones de gran demanda con vías que permiten velocidades de explotación de 100 km/h. Los vehículos han sido dotados de altos valores de aceleración, 0,80 m/s², y frenada. Los dos coches son motores con un único bogie o carretón motor por coche. Se pueden constituir composiciones múltiples de hasta cuatro unidades, es decir formando trenes de ocho coches.

Los motores de propulsión son diesel fabricados por MTU, de 390 kW de potencia a 1.800 revoluciones por minuto. La transmisión es oleodinámica y suministrada por Voith. Para la alimentación eléctrica de los equipos auxiliares del tren el motor diesel incorpora un generador de 70 kVA. La relación peso/potencia de esta unidad es la menor entre cualquiera de los trenes diesel existentes en España.

El sistema de frenado fue aportado por Faiveley. Este equipamiento cuenta con un compresor capaz de suministrar 900 litros por minuto de aire comprimido con destino tanto al propio frenado como a la suspensión neumática, más dos cilindros de freno, uno destinado al freno de servicio y el otro al freno de estacionamiento, y más un freno de emergencia electromagnético capaz de alcanzar una deceleración de 1,2 m/s², con patines que se adhieren a la cabeza de los carriles y que van situados en los carretones o bogies remolques.

El tren tiene una capacidad de transporte de 89 plazas sentadas más una destinada a silla de ruedas

para personas con movilidad reducida. Cada coche dispone de una puerta de doble hoja para el acceso a su interior. Los asientos son orientables según el sentido de marcha del tren, ignífugos y con reposacabezas y reposabrazos. La confortabilidad se refuerza con el sistema de climatización, ventilación, calefacción y refrigeración, pantallas para la emisión de películas, megafonía, paneles de información visual al público y aseos con tratamiento químico de los residuos.

EuskoTren

En el primer semestre de 2009 entraron en servicio las dos primeras locomotoras de propulsión dual, diesel-eléctrica y eléctrica, para los servicios de mercancías de EuskoKargo, con ancho de vía de 1.000 mm. Estas máquinas son conocidas como locomotoras duales TD 2000 BB formando la serie 2000. La última del conjunto de 12 máquinas que constituyen la serie, fabricadas por Ingeteam en la parte propulsora y de control y por la francesa CFD en la parte mecánica será entregada

en 2011. La primera locomotora de la serie ha sido llamada Bidasoa, y todas las demás serán denominadas también con nombres de ríos vascos.

Los trenes de mercancías de EuskoTren se sirven de estas locomotoras y de los 42 vagones polivalentes que encargó a Tafesa, capaces de transportar bobinas de acero, contenedores, perfiles siderúrgicos, tubos, madera en rollo, madera elaborada, etc.

La locomotora tiene un peso máximo de 62 toneladas y puede circular en composición múltiple con un único puesto de conducción. El cambio de sistema de propulsión desde el eléctrico al diesel-eléctrico o viceversa se puede efectuar estando la máquina en marcha cumpliendo con la señalización y el control del tráfico ferroviarios.

El sistema de tracción que fue concebido, desarrollado y suministrado por Ingeteam permite alcanzar un par de fuerzas de arranque de 260 kilonewtons y puede alcanzar velocidades de 80 km/h tanto cuando funciona en modo eléctrico como cuando lo hace en diesel-eléctrico. Es decir, tanto en el caso de que capte la electricidad desde la catenaria de 1.500 voltios en corriente continua como cuando la reciba desde el grupo generador, de 1.500 kW de potencia, activado por el motor diesel.

El sistema de propulsión está formado por dos convertidores y dos motores eléctricos situados bajo bastidor, para el modo eléctrico, y por un grupo generador activado por el motor diesel, para el modo diesel-eléctrico.

El motor diesel turboautoalimentado mueve un alternador síncrono que funciona como grupo electrógeno con un rectificador en la salida para alimentar de energía eléctrica al convertidor cuando la locomotora circula por líneas no electrificadas. Este convertidor basado en semiconductores IGBT fue diseñado de forma modular e incorporando avanzados sistemas de diagnóstico, logrando ambos conceptos facilitar en sumo grado el mantenimiento.

Cada convertidor incorpora un inversor de frecuencia y de tensión de salida variables, siendo refrigerados por aire y alimentando de energía a los dos motores eléctricos de tracción asíncronos trifásicos. Y, a su vez, cada convertidor de tracción incorpora un convertidor auxiliar en solución redundante y compacta. Junto a los convertidores se sitúan dos cargadores de baterías de alta frecuencia. El sistema de frenado es regenerativo y reostático.

La locomotora tiene una longitud de 17 metros y una anchura de 2.600 mm. El radio mínimo de inscripción en curva es de 70 metros. El diámetro de rueda nueva es de 920 mm. La caja está construida en acero mecanosoldado. El techo de la máquina es desmontable para facilitar la extracción de equipos y componentes durante las operaciones de mantenimiento.



Industria Ferroviaria Española

¿Necesita una experiencia probada?

tren emoción


MAFEX
Spanish Railway Association
www.mafex.es


españa,
technology
for life.

FGV

En febrero de 2009 la nueva serie de trenes de Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana, FGV, las unidades de tren 4300, comenzaron a sustituir las unidades de tren articuladas de la serie 3700. La nueva serie es de fabricación Vossloh, en la factoría que posee esta empresa alemana en Albuixec, Valencia, y la que se retira fue fabricada por CAF. Los trenes de la nueva serie terminarán de entregarse en 2010 y comenzaron a circular en 2008 sustituyendo a las viejas unidades Babcock Wilcox. Las nuevas unidades 4300 son de cuatro coches y además de prestar servicio en la línea 1 también circulan por las líneas 3 y 5 del metro de Valencia.

Mientras que las unidades Babcock Wilcox fueron desguazadas al retirarlas de la circulación, las UTA 3700 fueron adquiridas por Vossloh y están siendo remodeladas para venderlas en América Latina o Europa del Este.

Metro de Barcelona

La nueva línea doble, líneas 9 y 10, del metro de Barcelona, íntegramente automática, y que dispone de un gran tramo común en la zona de central y de ramales independientes en cada extremo de dicho tramo central, fue inaugurada a finales de 2009. Los trenes de estas líneas corresponden a la serie 9000 y fueron contratados por la Autoritat del Transport Metropolità a Alstom a finales de 2002, colaborando AnsaldoBreda en el suministro de los carretones o bogies y de los convertidores auxiliares. La serie 9000 está formada por 250 coches conformados en 50 unidades de tren de cinco coches.

Las líneas 9 y 10 tendrán, cuando estén terminadas, una longitud de 44 kilómetros y 47 estaciones. Será la mayor infraestructura del metro de Barcelona y unirá el norte y el sur del área metropolitana de la ciudad. Presenta una bifurcación en el norte, en la cuenca del Besós, atendiendo las poblaciones de Santa Coloma de Gramenet y de Badalona, y otra en el sur, en la cuenca del Llobregat, atendiendo a Zona Franca y el Aeropuerto de Barcelona – El Prat. Las previsiones apuntan a unos 90 millones de viajes anuales en esta línea doble.

Debido al retraso que sufrió la línea doble en su construcción, en octubre de 2006 los primeros trenes de la serie 9000 entregados por el fabricante al metro de Barcelona, se destinaron a la línea 2 donde circulan con conductor, mientras que en las nuevas líneas 9 y 10 circulan sin conductor al estar dotadas tanto la infraestructura como las unidades de

metro de las tecnologías necesarias para efectuar la conducción íntegramente automática con el sistema de señalización ATCS que se suma a los habituales ATP y ATO. También hay trenes de la serie 9000 circulando con conductor en la línea 4.

Los trenes automáticos de la serie 9000 forman parte de la familia "Metropolis" de Alstom. De los cinco coches de cada unidad cuatro son coches motores y uno, el central, es un coche remolque. Los coches de los extremos llevan cabina de conducción escamoteable en el testero. Los cuatro coches motores incorporan pantógrafo que captan la electricidad de la catenaria a 1.500 voltios en corriente continua.

Los nuevos trenes incorporan equipos y sistemas que permiten ahorrar significativamente energía como su reducido peso al estar fabricados en aluminio, o como su sistema de frenado de doble carácter, por un lado regenerativo para poder devolver energía a la catenaria y por otro lado reostático para disiparla cuando la red no admite más intensidad eléctrica.

La velocidad máxima de estos trenes es de 80 km/h con una aceleración máxima de 1 m/s² y una aceleración media de 0,65 m/s². La deceleración máxima de un tren cargado con ocho personas por metro cuadrado utilizando el freno reostático es de 1,2 metros por segundo cada segundo, es decir 1,2 m/s².

Las características técnicas permiten a los trenes de la serie 9000 incrementar la fiabilidad y disponibilidad del servicio y reducir los costes de mantenimiento. Incorporan innovadores sistemas de seguri-

dad en la circulación y un sistema informático embarcado de control distribuido altamente fiable.

Estas unidades se caracterizan por su estructura de caja realizada con perfiles normales de aluminio, utilizando el acero en partes de la estructura sujetas a prestaciones superiores como suelos y testeros. Cada coche cuenta con cuatro puertas por lateral, equidistantes para facilitar tanto el flujo de personas como la implantación de las puertas del andén que son imprescindibles en la explotación de un sistema de metro íntegramente automático. Cada tren puede transportar 959 personas, 156 sentadas y 804 de pie. El ancho de vía de la doble líneas, 9 y 10, es el normal europeo de 1.435 mm.

Los trenes tienen pasillos de circulación entre coches, aire acondicionado, sistemas audiovisuales de información al público, indicadores luminosos de línea, aire acondicionado, videovigilancia y pantallas de televisión visibles desde todos los puntos del interior de cada unidad. Aislamiento acústico con ventanas de doble vidrio, piso flotante y optimización acústica del sistema de propulsión. Los asientos están distribuidos en línea junto a las paredes de los coches para permitir mayor capacidad de personas de pie. Las unidades están dotadas de plazas para personas con movilidad reducida y espacios reservados para bicicletas.



Metro Bilbao

En mayo de 2009, el Consorcio de Transportes de Bizkaia puso en servicio en el metro de Bilbao la primera unidad de la serie 600. Esta nueva serie, de nueve trenes, fue adquirida a CAF ante la extensión de la infraestructura hasta Santurtzi, primero, y hasta Basauri y Kabiezes, después.

Estéticamente, los trenes no difieren mucho de las unidades existentes en la actualidad, las conocidas como UT 500 y UT 550. En apariencia son iguales a las otras 37 unidades de Metro Bilbao, aunque se han incorporado las últimas novedades en el ámbito del transporte por ferrocarril alcanzando una mejor insonorización y más capacidad de informar al público.

Las nuevas unidades se componen de cuatro coches, todos motores. Esta circunstancia confiere unas prestaciones técnicas extraordinariamente eficaces en potencia, aceleración y frenado. En este aspecto destaca la incorporación de un nuevo sistema de propulsión más fiable que la de las dos series anteriores al desarrollar mayor potencia y aceleración. Incorporan los sistemas de señalización ATP y ATO. Llevan ruedas elásticas en todos los carretones o bogies, lo que reduce considerablemente el nivel de ruido, y el ancho de vía es el métrico de 1.000 mm.

La captación de la energía se efectúa utilizando pantógrafos que deslizan sobre la catenaria de 1.500 voltios en corriente continua. La velocidad máxima es de 80 km/h con 16 motores de 180 kW. Hay dos

motores por cada carretón o bogie de los cuatro coches y cuatro convertidores de tracción. La aceleración es de $1,15 \text{ m/s}^2$, la deceleración del frenado de servicio es de $1,2 \text{ m/s}^2$ y la deceleración del frenado de emergencia es de $1,3 \text{ m/s}^2$

Con la incorporación de las nueve unidades UT 600, el parque móvil de Metro Bilbao se compondrá de 46 trenes, a la espera de que a mediados de este año comiencen a llegar los 22 quintos coches para las UT 500 y UT 550, que se irán acoplando a otros tantos trenes para aumentar la capacidad de transporte del metro un 25 por ciento. El parque está formado por 24 unidades UT 500, 13 UT 550 y 9 UT 600.

Innovaciones de los fabricantes de trenes

Alstom

Para atender la demanda de numerosos cascos históricos de ciudades europeas, los fabricantes de tranvías, como Alstom, Ansaldo, Bombardier y CAF, desarrollaron en

Compra de trenes

Renfe

En 2009 Renfe adjudicó la fabricación de 32 nuevos Civia, quinto lote o trenes Civia V, que se incorporarán al servicio entre 2011 y 2013. Entre estas nuevas 32 unidades y las 237 adquiridas con anterioridad se reunirá una flota de 269 trenes Civia.

FGC

En noviembre de 2009 Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, FGC, aprobó la compra de veinticuatro nuevas unidades eléctricas de la serie 113 para la línea Barcelona-Vallès. Infraestructura que es utilizada por las líneas urbanas, L6 y L7, y las suburbanas, S1, S2, S5 y S55. FGC adjudicó la fabricación de las unidades UT-113 a Alstom y CAF. Los nuevos trenes circularán en la línea Barcelona-Vallès a partir del segundo semestre de 2013.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de nuevas infraestructuras y la evolución de la demanda futura, FGC ha previsto un incremento de oferta

sucesivo que tiene como objetivo llegar a cuarenta trenes a la hora en el 2015. Para esa cantidad requerirá un parque de 66 unidades y teniendo en cuenta la obsolescencia tecnológica de las unidades de la serie UT-111, se prevé dicho parque se componga de los 22 trenes de la serie UT-112, formados por cuatro coches, y de 44 nuevos de la serie UT-113.

La fabricación de las 44 unidades de tren de la serie 113 se realizará en dos etapas. En una primera fase se adquieren los veinticuatro trenes antes referidos, que permitirán mejorar la calidad con la renovación del parque y que se recibirán entre el tercer trimestre del 2013 y el tercer trimestre de 2014. En una segunda fase se efectuará la fabricación y suministro de los otros veinte trenes de la serie.

En la infraestructura de la línea Barcelona-Vallès está construyéndose la nueva estación de Volpelleres, la prolongación de los ramales de Tarrasa y Sabadell y la nueva cola de maniobras en Plaça de Catalunya. Según el plan de transporte de personas de la Generalitat de Catalunya la demanda podría llegar a crecer más de un 30 por ciento en los próximos diez años.

Recientemente FGC, entre las siete y las nueve de la mañana ofrece un tren cada 112 segundos, frente a los 120 segundos anteriores, lo

estos últimos meses acumuladores de energía para circular en diversos tramos urbanos sin necesidad de catenaria o línea aérea de contacto.

La primera realización de Alstom se aplicó en la ciudad francesa de Niza en tranvías de la familia Citadis durante 2007. Un sistema de baterías permite que el tranvía funcione autónomamente sin alimentación energética externa en tramos inferiores al kilómetro y a una velocidad máxima de 30 km/h.

El paso de la alimentación de catenaria a la de baterías es ordenada por el conductor pulsando el botón que activa la conmutación. Entonces

el pantógrafo desciende separándose de la catenaria y comienza la alimentación eléctrica desde los acumuladores de energía situados sobre techo en la parte central del vehículo. Una vez superada la zona sin catenaria el conductor vuelve a pulsar el botón de conmutación y el pantógrafo sube hasta contactar con el hilo alimentador de la catenaria para recibir la energía eléctrica desde el sistema de electrificación tranviaria habitual.

La alimentación sin catenaria de Alstom se denomina Sistema de Autonomía de Tracción, y está conectado a los equipos de energía, conducción, propulsión, apertura y cierre de puertas, climatización, seguridad en la circulación, etc. Dicho sistema asegura el almacenamiento de la energía, la carga de las baterías, el control y gestión de la descarga, la conmutación entre ambos sistemas de alimentación energética, las reducciones de potencia en los momentos de congestión del tráfico, la ayuda a la conducción y las alarmas de explotación y mantenimiento.

Las baterías son de níquel-cadmio de 34 amperios de capacidad y 200 kW de potencia, con una energía disponible garantizada de 13,6 kWh y un rango de funcionamiento situado entre el 80 y el 33 por ciento de la capacidad.

que significa la circulación de dos nuevos trenes cada hora en el tramo urbano de Barcelona, teniendo previsto reducir la frecuencia en este período punta a un tren cada 90 segundos, para lo que se han tenido que modificar los enclavamientos de las estaciones de Plaça de Catalunya, Gràcia y Sant Cugat, y se han cambiado los cantones de los tramos Sant Cugat - Mirasol y Sant Cugat - Valpelleres, habiendo puesto en servicio una nueva subestación eléctrica con vagón plataforma en Plaça de Catalunya.

Las nuevas unidades UT-113 serán de aluminio con una longitud de 80 metros, interior diáfano y continuo de extremo a extremo del tren, con gran amplitud de paso en los pasillos de intercomunicación de coche a coche, una distribución de asientos similar a las de las unidades de las series 112 y 213 con asientos dispuestos en modo "tertulia" de cuatro en cuatro y de otros adosados lateralmente. La capacidad de transporte será de ochocientos personas sumando las que viajen sentadas con las que lo hagan de pie. Cada unidad dispondrá de seis puertas de acceso de doble hoja en cada costado. La climatización interior, junto con un aislamiento acústico óptimo, aportará un ambiente de alta calidad y confortabilidad.

La alimentación eléctrica desde catenaria será de 1.500 V en corriente continua. Las prestaciones de velocidad y aceleración serán las mismas que las de los trenes actuales, de acuerdo con las condicionantes del trazado de la línea, con motores de corriente alterna controlados electrónicamente y que permiten grandes tasas de recuperación de energía durante el frenado.

En señalización y control del tráfico utilizarán el sistemas de protección tipo ATP, Automatic Train Protection, y serán preparados para la conducción asistida tipo ATO, Automatic Train Operation, además de servirse de la localización de los vehículos por el sistema GPS. Las telecomunicaciones utilizarán la radio radiotelefonía GSM y la telefonía UMTS. Para la información al público habrá megafonía, pantallas planas, paneles informativos y megafonía. Para la seguridad civil se utilizará la videovigilancia con circuito cerrado de televisión, grabación y transmisión instantánea al puesto de mando integrado, y la interfonía entre otros equipamientos.

Uno de los aspectos importantes de la valoración técnica para la adjudicación de la fabricación de la serie UT-113 ha sido la inclusión de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación, I+D+i, en las ofertas presentadas.



Ansaldo

A finales de 2009 Ansaldo STS probó su sistema de alimentación energética de tranvías sin catenaria, en circulación comercial, que ha denominado Tram Wave y está basado en una línea de alimentación situada en tierra entre los carriles de la vía tranviaria. Esta línea terrestre electrificada, que sustituye a la línea aérea de la catenaria, sólo entra en tensión al paso del tranvía por atracción magnética, y solamente en el tramo que se encuentra bajo el vehículo.

La línea terrestre de alimentación está formada por módulos de tres a cinco metros de longitud, treinta centímetros de anchura y doce de altura que se instala embebida en el suelo, proporcionando energía de propulsión a los tranvías a 750 voltios en corriente continua. Los módulos están aislados eléctricamente entre sí de forma que sólo entra en tensión uno de ellos al paso del vehículo.

La captación de corriente por el vehículo se efectúa por medio de un conjunto de patines frotadores de grafito y cobre que se mantienen centrados y alineados en la línea de contacto gracias a la atracción magnética con la línea terrestre de alimentación. Este captador con patines va situado en el centro del carretón o bogie motorizado y está equipado con electroimanes permanentes de alta inducción residual que atraen el conductor eléctrico situado en el fondo del módulo de la línea terrestre. Este conductor flexible puede alzarse en el interior del módulo y al contacto con la parte superior de dicho módulo pone en tensión los segmentos de 50 cm que hacen contacto con el patín captador de la energía para el tranvía. En ausencia del tranvía la línea terrestre de alimentación queda en reposo y

sin corriente eléctrica en la parte superior situada en la superficie del pavimento.

Bombardier

En enero de 2009 Bombardier presentó su sistema de tranvía sin catenaria llamado Primove, basado en la tecnología de inducción magnética. Al basarse en el principio físico de la transferencia de energía inductiva, es decir sin contacto, los componentes están bajo tierra y bajo el tranvía, induciendo la energía desde la vía al vehículo. El componente bajo tierra, en la infraestructura, hace de circuito eléctrico primario, o inductor, y el otro, el equipo instalado bajo el suelo del tranvía, hace de circuito secundario, o colector. El campo magnético creado acumula energía en el circuito primario y el circuito secundario, bajo el vehículo, transforma el campo de energía en electricidad para la propulsión del tranvía.

El circuito primario está formado por segmentos que sólo están completamente cargados de electricidad cuando el tranvía los cubre totalmente, permitiendo el paso de peatones, bicicletas y demás vehículos sobre las vías del tranvía sin peligro alguno. El sistema es de fácil instalación y no se ve afectado por las condiciones meteorológicas.

Con una potencia continua de 250 kW el sistema permite velocidades de 40 km/h con pendientes de hasta el 6 por ciento. La potencia ofrecida puede variar entre los 100 y los 1.000 kW en función de las exi-

gencias de los vehículos, de la longitud del trazado, del número de tranvías circulando a la vez, de las condiciones geométricas de la traza y del modo de explotación.

Los equipos Mitrac Energy Saver, instalados en el techo de los tranvías permiten almacenar la energía del frenado mediante ultracondensadores de doble capa generando centenares de acumuladores conectados en serie. Esa energía acumulada se utiliza en las fases de aclaración de la velocidad del tranvía o para aumentar el rendimiento de los motores añadiendo energía extra en los momentos de mayor consumo.

CAF

El sistema Acumulador de Carga Rápida, ACR, es el desarrollo de CAF para el tranvía sin catenaria. Se trata de un equipamiento embarcado que permite el almacenamiento de energía a bordo del vehículo y la eliminación entre paradas donde la catenaria podría tener un impacto visual y paisajístico indeseado, o complicar la explotación de una línea tranviaria.

El sistema está basado en ultracondensadores que son capaces de cargarse en las paradas, en detenciones de alrededor de medio minuto, y emplear la energía almacenada en los recorridos situados entre paradas, sin necesidad de alimentación suplementaria. Se trata de un sistema sencillo y seguro, compatible y aplicable a cualquier material ferroviario independiente-

mente de su origen o antigüedad e independientemente de la infraestructura por la que circula.

El equipo básico del ACR integra los ultracondensadores y un convertidor, estando controlado por el inversor de tracción y conectado a la red informática de la unidad. Es escalable, tanto en serie como en paralelo, en distintos niveles de demanda energética. También permite aprovechar la energía de frenada en todos los casos, independientemente de si la catenaria puede admitirla o no.

La autonomía del sistema entre una carga y otra se sitúa entre los 1.200 y los 1.400 metros, en función de las condiciones del trazado, las prestaciones exigidas al vehículo y la capacidad de los ultracondensadores instalados a bordo. El ACR suministra una energía útil de 4,8 kWh con tensiones máxima y mínima de 490 y 254 voltios en corriente continua.

El sistema ha sido probado en uno de los tranvías de Metrocentro de Sevilla, que será, previsiblemente, la primera empresa ferroviaria que los explote en servicio comercial para eliminar la catenaria en el tramo que transcurre al lado de la fachada de la catedral sevillana.

En 2009 CAF ha lanzado una nueva generación, la tercera, de sus tranvías, el Urbos 3, como plataforma en la que se pueden aplicar diferentes soluciones para lograr la máxima adaptación del vehículo a cada tipo de explotación. En esta tercera versión el tranvía presenta un mayor grado de accesibilidad a los componentes y equipos para facilitar el mantenimiento reparador y la sustitución. Se ha incrementado la ergonomía y visibilidad de las cabinas de conducción y se han introducido nuevas técnicas y materiales que reducen peso, aumentan resistencia, reducen consumo energético, y mejoran la adaptación al medio ambiente reduciendo impactos ambientales tanto durante su fabricación como durante su explotación y desguazado con reutilización y reciclado de materiales al final de su vida útil.

MAN

Los motores MAN de los nuevos trenes de Renfe serie 599 incorporan el sistema de inyección de combustible "Common Rail" con gestión electrónica y el sistema AGR de recirculación interna de los gases de escape. El sistema Common Rail consta de una bomba de alta presión con regulación del caudal que pueden presurizar el combustible con una presión de hasta 1.600 bar. Los inyectores, controlados por electroválvulas, inyectan una cantidad determinada de gasóleo a las cámaras de combustión de los cilindros pudiendo realizarse inyecciones múltiples si es necesario.

Este sistema de inyección permite al motor evitar el trabajo en



situaciones forzadas, haciéndolo en todo momento de forma holgada y si tener irregularidades en la alimentación de combustible. Estas circunstancias consiguen además concluir el proceso de combustión con gases de escape situados en los valores admitidos por la legislación ambiental europea. Esa composición admisible de los gases de emisión a la atmósfera se refuerza con el sistema AGR antes citado que introduce la recirculación interna de esos gases. Este sistema contribuye además a reducir el consumo de los motores mediante el retorno de los gases de escape a los cilindros. La presencia de estos gases en las cámaras de combustión genera un encendido del gasóleo pulverizado a menor temperatura reduciendo la generación de los contaminantes óxidos de nitrógeno.

Siemens

En 2009 Siemens presentó su nueva plataforma tranviaria denominada Avenio. Evolución del clásico Combino que incorpora piso bajo integral, un nuevo concepto de rodadura y la posibilidad de equipar el vehículo con el sistema de alimentación eléctrica sin catenaria llamado Sitras.

Avenio permite longitudes de hasta 73 metros y la instalación de dos puertas dobles por coche alcanzando un 30 por ciento de aperturas

en los costados de cada vehículo. Es producto de la colaboración de Siemens con Thyssen Krupp y la Universidad Friedrich-Alexander de Erlangen-Nürnberg.

Cada coche de este tranvía cuenta con su propio carretón o bogie sin que existan módulos suspendidos, reduciendo así el peso y mejorando la estructura de los vehículos, además de lograr una considerable reducción de las fuerzas laterales de guiado que actúan entre las ruedas y los carriles, especialmente en las curvas. Todos los coches son iguales, salvo los extremos con cabina de conducción. Las cajas de los coches son monocasco de acero inoxidable y con un peso por eje en carga máxima de 10 toneladas.

La nueva plataforma Avenio puede incorporar el nuevo sistema híbrido, con baterías de níquel-cadmio y con ultracondensadores, de almacenamiento de energía Sitras HES, Hybrid Energy Storage, capaz de ofrecer autonomía al vehículo para poder circular sin catenaria. La actuación conjunta de las baterías de carga estática y de los ultracondensadores permite a los tranvías, según Siemens, circular sin catenaria durante 2.500 metros.

Este sistema de Siemens de tranvía sin catenaria se está ensayando en servicio comercial en un tramo sin catenaria de aproximadamente un kilómetro, en Portugal, en un tranvía Combino de la flota de Metro Transporte do Sul, en la margen "sul do Tejo", en el área metropolitana de Lisboa, y que presta servicio entre Almada y Seixal.