



## Automotor eléctrico S-100



El 23 de diciembre de 1988, y ante la perspectiva que se consideraba casi segura de un cambio a ancho UIC generalizado para todas las líneas ferroviarias españolas, el Consejo de Administración de Renfe adjudicó a Gec Alsthom (actual Alstom) la construcción de 24 trenes de alta velocidad. Posteriormente, al desistir el gobierno de este cambio de ancho generalizado, Renfe se vio obligada a reconsiderar sus necesidades de material de alta velocidad y en octubre de 1991, a punto de que las primeras composiciones fueran entregadas, decidió aplazar "sine die" la entrega de los últimos ocho trenes.

Finalmente, y atrás dos años de duras negociaciones, en noviembre de 1993 se modificó el contrato y se aprobó la construcción de dos unidades más de ancho UIC (con lo que la serie 100 completó 18 composiciones) y seis en ancho ibérico, que constituyeron la serie 101 y con la que se realiza el servicio Euromed.

Alstom construyó en Francia los primeros 4 trenes y las 8 cabezas tractoras correspondientes a los siguientes 4 trenes, cuyos remolques se fabricaron en España. El resto de los trenes fueron construidos en España por MTM, Ateinsa (que habían pasado a formar parte GEC Alsthom como parte de los compromisos contraídos por Alsthom en la adjudicación), Caf, Sepsa y Stone Ibérica.

El 19 de octubre de 1991 se hizo entrega del primer tren de la serie 100 en la factoría que Alstom tiene en Belfort (Francia), llegando la primera composición a España el 28 de noviembre, y comenzando su explotación comercial a 250 km/h en la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla el 21 de abril de 1992. El tiempo de viaje entre ambas ciudades en 1992 era de 2,55 horas, habiéndose reducido hasta los actuales 2 horas y 15 minutos.

El primer tren de alta velocidad español constituyó una evolución del TGV-Atlántico, al que se incorporaron numerosas modificaciones para adaptarlo a las condiciones de explotación y particularidades del mercado español, destacando un nuevo sistema de estanqueidad para disminuir los efectos de las ondas de presión en los oídos al pasar por los diecisiete túneles que jalonan la línea, el refuerzo de la potencia de los equipos auxiliares de climatización, para paliar las altas temperaturas exteriores, y la incorporación de equipos de control y señalización LZB y Asfa en vez de TVM.

A finales de 2006 se inició la modernización técnica y estética de los 18 trenes Ave de la serie 100. Esta operación supondrá una inversión total de 41,3 millones de euros y que estará completada para el año 2009. En esta transformación se han tenido en cuenta las sugerencias de los clientes expresadas a través de las encuestas de calidad. Además se han incorporado los seis trenes de la serie 101 que realizaban los servicios de Euromed, después de un proceso de modernización y adaptación.

## EQUIPOS

### Caja

Las diez cajas que forman el tren corresponden a dos cabezas tractoras, a dos remolques extremos y a seis remolques intermedios.

La caja de la cabeza tractora es autoportante de acero en construcción soldada. El bastidor apoya sobre los dos bogies motores. Contiene en su interior la cabina de conducción y la sala de máquinas. El extremo delantero lleva un carenado aerodinámico en poliéster y en el cabecero está instalado el enganche automático tipo Scharfenberg. El testero trasero monta dos topes y un gancho de tracción convencionales, así como una puerta de intercomunicación para el acceso al resto de los coches de la rama.

Delante de la cabina se sitúa un escudo protector antichoque capaz de absorber la energía y amortiguar un impacto a 180 km/h sin que se deteriore la estructura de la cabeza.

Las cajas de los remolques extremos son cajas autoportantes de acero en chapa plegada o embutida y soldada. El bastidor apoya, en el extremo más próximo a la cabeza tractora, en un bogie y en el otro extremo, por medio de un anillo de intercircularción, sobre un bogie portador intermedio que comparte con el siguiente remolque. En cada remolque extremo, encima de los bogies portadores próximos a las cabezas tractoras, existen en el interior de las cajas de cada remolque dos zonas sobreelevadas, una dedicada a sala de reuniones (remolque 1) y otra a furgón (remolque 8).

Las cajas de los remolques intermedios son también autoportantes de acero y de menor longitud que las anteriores y van compartiendo bogies realizando el apoyo por medio del anillo de intercircularción entre coches.

El enganche entre cabezas tractoras y remolques extremos se hace por medio de un gancho de tracción y topes, mientras que el enganche entre los demás coches remolques es por medio del anillo de intercircularción.



## Automotor eléctrico S-100

### Sistemas de tracción y auxiliar

La composición tiene ocho motores de tracción síncronos y autopilotados. Todos los equipos eléctricos de potencia se encuentran alojados en las cabezas tractoras. Cada una cuenta con dos bloques motores idénticos, uno para cada bogie, un bloque auxiliar, un bloque común, y un transformador.

La regulación de tensión de los motores de tracción de cada bogie, se efectúa en 25 kV, mediante dos puentes rectificadores mixtos con tiristores y diodos, mientras que a 3.000 voltios se realiza mediante un chopper con tiristores GTO.

El ajuste del esfuerzo de tracción se logra variando la intensidad en el estator y en el rotor, ajustando los tiempos de desbloqueo de los elementos electrónicos de control. La intensidad en el rotor (alimentado desde una línea de 500 Vcc por medio de un chopper de excitación) es proporcional a la intensidad que recorre el estator, lo cual permite obtener características cercanas a las de un motor deserie.

Para la captación de corriente de la catenaria, cada cabeza tractora dispone de dos pantógrafos, uno de 25 kV y otro de 3.000 V, que se sitúan encima del bogie motor más próximo a los remolques.

La alimentación de los equipos eléctricos auxiliares se realiza a partir de un arrollamiento secundario auxiliar del transformador principal y de un puente rectificador (alimentación a 25 kV) o a partir directamente de la catenaria (alimentación a 3.000 V) y por medio de choppers auxiliares reductores que suministran tensión continua de 500 voltios. Todos los auxiliares de la rama están acoplados a dos líneas de 500 V por medio de una puerta de diodos, lo que permite que su funcionamiento no se vea afectado si desaparece una de las dos líneas.

Los sistemas automáticos informatizados son fundamentales, funcionando en tres campos diferentes. Uno está directamente relacionado con la atención a los viajeros, regulando, entre otros aspectos, la megafonía y la climatización. Otro aspecto automatizado está relacionado con la seguridad y controla múltiples equipos que van desde la apertura de puertas hasta la vigilancia del frenado. Por último, el tercer campo automatizado corresponde al propio autocontrol del tren, que actúa sobre los aspectos de máximo interés para el mantenimiento, con el autodiagnóstico, la detección de averías y el registro de actuaciones. Este tren también incluye señalización en las cabinas con LZB y ASFA.





## Automotor eléctrico S-100

### Bogies y freno

El tren dispone de trece bogies, cuatro motores y nueve portadores, diseñados para lograr una gran estabilidad durante la marcha. La distancia entre ejes de todos los bogies es de 3.000 mm. Esta base rígida grande permite que la velocidad crítica del bogie sea muy alta. Los motores de tracción y sus reductores de engranajes están fijados al bastidor de la cabeza tractora correspondiente con lo cual los bogies motores y portadores son de análogas características en cuanto a masa y estabilidad.

La suspensión primaria de los bogies de las cabezas tractoras consta de resortes helicoidales concéntricos que están apoyados en el centro de cada caja de grasa, y de amortiguadores situados al lado para atenuar los movimientos verticales. La suspensión secundaria dispone de resortes helicoidales y amortiguadores hidráulicos verticales, situados entre la caja y el bastidor del bogie, que atenúan los movimientos verticales de la caja y limitan el movimiento de galope.

En los remolques la suspensión primaria consta de resortes helicoidales concéntricos, situados entre cada caja de grasa, el bastidor del bogie, y de un amortiguador vertical por cada caja de grasa. La suspensión secundaria de los bogies portadores extremos es neumática y dispone de dos amortiguadores verticales. La suspensión secundaria de los bogies portadores intermedios es así mismo neumática. La amortiguación de los bogies está constituida también por amortiguadores hidráulicos transversales (bogies motores y bogies portadores extremos) y antilazo (todos los bogies). El diseño articulado del tren permite introducir amortiguadores caja-caja (superiores e inferiores) y un amortiguador antiinclinación.

El sistema de frenos de los trenes de la serie 100 comprende los frenos eléctrico reostático, automático, de inmovilización y de estacionamiento. De ellos, el eléctrico es el prioritario del tren y puede ser utilizado sólo o conjuntamente con el neumático. El mando del freno automático es de tipo electroneumático y se acciona desde la cabina de conducción. Cuanta también con un manipulador de freno de socorro que produce directamente el vaciado de la tubería general.

En el equipo neumático de cada uno de los bogies motores existen cuatro bloques de freno, con freno de estacionamiento. Estos bloques van provistos de zapatas sintetizadas que actúan sobre las llantas de las ruedas. El freno de cada bogie motor es controlado por el microprocesador del bloque motor correspondiente. Un relé suministra dos niveles de presión a los circuitos de freno, según sea la velocidad mayor o menor de 200 km/h, a la vez que permite el frenado de urgencia cuando se encuentre anulado el freno reostático del bloque motor o aislado todo el bloque motor. El freno de estacionamiento permite la inmovilización de la rama en rampas de 30 mm/m en vacío y con vientos de hasta 100 km/h.



## Automotor eléctrico S-100

### DISTRIBUCIÓN INTERIOR Y PRESTACIONES A LOS CLIENTES



El tren tiene una composición invariable y está formado por dos cabezas motrices extremas e idénticas y ocho remolques intermedios articulados, de forma que puede circular en cualquier sentido de marcha. También es posible la circulación de dos trenes acoplados en mando múltiple.

De los ocho coches, el primero acoge la clase Club con capacidad para 30 personas y una sala de reuniones con 8 plazas. El segundo y el tercero se han destinado a clase Preferente, con un total de 78 asientos, mientras que el cuarto se ha acondicionado como cafetería y los restantes para clase Turista, de los cuales en el coche extremo se ha habilitado un área para familias.

Entre otras prestaciones, el tren incorpora un sistema de audio-vídeo con escucha en el asiento y posibilidad de emisión de música ambiental, aire acondicionado, información puntual sobre el viaje a través de megafonía y paneles digitales, cabina telefónica y mesa con tableros de juegos.

Con asientos ergonómicos dotados de apoyabrazos abatibles para permitir un fácil acceso a personas con movilidad reducida, el coche primero ofrece pequeños departamentos semiabiertos con asientos reclinables de forma automática y continua mediante un dispositivo neumático. Los asientos de tipo Preferente son individuales y reclinables, con dos posiciones y los de clase Turista son dobles no reclinables pero con almohadillas de asiento y de respaldo individualizados y separados por un apoyabrazos central abatible.

El tren introduce también varias formas de iluminación. Una principal dispuesta en los frisos de costado sobre las ventanas y otra central indirecta. Además, se han instalado lámparas de lectura individual orientadas hacia cada asiento y lámparas de sobremesa en las mesas situadas entre los asientos enfrentados.

## Automotor eléctrico S-100

Con amplios maleteros en cada uno de los coches, en las plataformas se han colocado los aseos, entre los que destaca especialmente el lavabo-tocador del coche tres, otro adaptado específicamente para minusválidos, que permite el acceso en silla de ruedas, y un aseo especial para bebés con servicio de calienta-biberones y cambia-pañales.

Desde finales de 2006 se está procediendo a una remodelación integral de los 18 trenes, que supondrán una inversión de 41,3 millones de euros y que se prologará a lo largo de 28 meses.

Los trabajos de la remodelación se han llevado a cabo teniendo en cuenta, entre otros aspectos, encuestas de calidad que Renfe realiza con periodicidad y que revelan los aspectos más valorados por los clientes como son la distribución y el confort de los asientos, los aseos, la facilidad para acceder al tren y el espacio para equipajes.

Las preferencias de los clientes habituales se han recogido en relación con cada una de las tres clases del tren, ya que el grado de conocimiento que aporta la utilización frecuente del servicio provoca que los viajeros manifiesten con mayor concreción los elementos susceptibles de ser modificados.

En la reforma, Renfe ha incorporado tecnologías de última generación y nuevos materiales, se han instalado tomas de electricidad de 220 V en todos los asientos para facilitar la conexión de ordenadores y teléfonos móviles; se han incorporado pantallas TFT para vídeo en todos los coches; y se ha establecido un nuevo sistema de información al viajero, tanto dinámico como estático.

Asimismo, en los suelos de todo el tren ha sido sustituida la moqueta por pavimento que imita madera de haya, y que facilita su mantenimiento y las operaciones del servicio a bordo; se ha aumentado la capacidad y la accesibilidad de los espacios del equipaje de mano; se han instalado equipamientos de colores alegres para mejorar la iluminación; se han reformado los cuartos de baño y se han instalado plataformas cambia-bebés.

Las preferencias de los viajeros habituales también se han recogido en relación con cada una de las tres clases del tren. En la clase Club se van a eliminar las mamparas que compartimentaban el coche, que quedará diáfano (disposición de plazas 2 + 1 en salón corrido), lo que va a permitir ampliar en 3 el





## Automotor eléctrico S-100

número de plazas. Asimismo los reposacabezas se convierten en adaptables y las mesas se adecuan también para poderlas “escamotear” en los asientos, cuya tapicería también se cambia. Los nuevos asientos son de mayor confort y están tapizados en cuero negro, como en las composiciones de las series 102 y 103.

En Preferente se instalan asimismo nuevos reposacabezas, las mesas se hacen con alas plegables y las papeleras se incorporan a los laterales de los asientos, que se tapizan en tejidos de colores claros.

Por lo que respecta a la clase Turista, se eliminarán también las mamparas, las papeleras se reubicarán entre los asientos, que cambian asimismo su tapicería. En uno de los coches de turista se incorpora una nueva plaza para personas de movilidad reducida.

También se han modificado los revestimientos del coche cafetería, con materiales de madera clara y metal; se ha incorporado fibra óptica a la iluminación del techo; la forma de la barra se ha redondeado para hacerla más cómoda y se han centrado las mesas para facilitar la movilidad de los viajeros. Por último, en las cabinas, el accionamiento de apertura de las puertas en el interior ha cambiado por un dispositivo automático accionado por sensores de presencia y se ha mejorado la insonorización.



Ver video de la remodelación de la serie  
100



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Composición mínima	8 coches (M1+R1+R2+R3+R4+R5+R6+R7+R8+M2)
Composición múltiple	16 coches (dos composiciones)
Ancho de vía	1.435 mm
Tensión	25 kv – 50 hz y 3 kv cc
Estructura de caja	Cabezas tractora en acero, remolques extremos en chapa soldada y remolques intermedios en acero.
Velocidad máxima (Km/h)	300 km/h
Plazas sentadas por unidad de tren	329 (332 tras la reforma al aumentar 3 asientos en Clase Club)
Motores de tracción	8 motores trifásicos síncronos autopilotados
Potencia total a 25 kv – 50 hz	8.800 kW
Potencia total a 3 kv cc	5.400 kW
Potencia por motor en régimen continuo	1.100 kW
Velocidad máxima del motor	4.000 rpm
Tensión eficaz entre fases	1.246 V
Esfuerzo en llanta en el arranque (ca)	22.000 daN
Esfuerzo en llanta a velocidad máxima (300 km/h)	10.560 daN
Frenado	Eléctrico, reostático, automático, de inmovilización y de estacionamiento.
Freno de Estacionamiento	Inmovilización de la rama en rampa de 30 mm/m en vacío orden de marcha y con viento fuerte (100 km/h)
Freno eléctrico	Reostático
Freno neumático	Bloques de freno en los bogies motores y discos de freno en los bogies portadores
Sistemas de señalización	LZB y Asfa
Aparatos de tracción y choque	Scharfenberg
Unidades en servicio	18 + 6 de la serie 101
Constructor principal	Alstom

## PESOS Y DIMENSIONES

Longitud total del tren	200,150 m
Longitud máxima de cabezas tractoras	22,130 m
Longitud de las cajas de remolques extremos	21,845 m
Longitud de las cajas de remolques intermedios	18,700 m
Ancho máximo caja cabeza tractora	2,814 m
Ancho máximo caja remolques	2,904 m
Distancia entre bogies portadores	18,700 m
Distancia entre ejes de bogies portadores	3 m
Carga por eje	17,2 t
Masa sin carga en orden de marcha	392,6 t
Masa del tren con carga normal	421,5 t





ESQUEMA DE LA SERIE 100 REFORMADA

