

# Tranvías en España

Desde que en la primavera de 1994 la ciudad valenciana inaugurara su primera línea de tranvía moderno, éstos y los metros ligeros han registrado en España un continuo crecimiento que ha llevado las vías tranviarias a Alicante [1999], Bilbao [2002], Barcelona [2004], Vélez-Málaga [2006], Santa Cruz de Tenerife, Madrid, Parla, Murcia y Sevilla [2007] y Vitoria [2008].



## Tranvía de Bilbao

El 27 de mayo de 1999 se iniciaron oficialmente las obras de la conocida como Línea A, para inaugurar el primer tramo, Atxuri-Uribitarte, con seis paradas, el 18 de diciembre de 2002. El 30 de abril de 2003 se amplía con la parada Guggenheim. El 24 de julio de 2003 entran en funcionamiento cuatro paradas más, las correspondientes al tramo Guggenheim - San Mamés. Finalmente, en el año 2004, la línea se amplía con la parada Basurto y de este modo se completaba el trazado de la Línea A.

En la actualidad, el tranvía de Bilbao cuenta con un trazado de 4.870 metros y doce paradas: Atxuri, Ribera, Arriaga, Abando, Pio Baroja, Uribitarte, Guggenheim, Abandoibarra, Euskalduna, Sabino Arana, San Mamés y Basurto. Inaugurado el 18 de diciembre de 2002, el servicio de EuskoTran en la capital vizcaína es utilizado por tres millones de personas al año. El pasado mes de julio comenzaron las obras de ampliación del tranvía de Bilbao en el tramo Basurto-La Casilla, un nuevo tramo de setecientos metros, que contará con dos paradas.

El parque de material rodante del tranvía de Bilbao, en su diseño exterior se caracteriza por el color verde manzana, está formado por ocho unidades, construidas por CAF, vehículos bidireccionales de vía métrica formados por tres cajas articuladas que descansan sobre bogies.

Corresponden al modelo Urbos I, pero en dos versiones diferentes: las primeras siete unidades (nº 401-407) tienen

una cabina de conducción en cada extremo y con dos bogies motores, en los coches cabina, y uno portante en el módulo intermedio, mientras que en el tranvía nº 408 los motores están ubicados en uno de los bogies extremos y en el bogie central.

Cada uno de los coches cabina cuenta con dos puertas de accionamiento eléctrico y con aviso luminoso y acústico de cierre, por costado mientras que el módulo intermedio sólo es accesible desde el interior e incorpora el pantógrafo.

El tranvía es de piso bajo, 300 mm en las zonas de acceso desde el exterior y 350 en el 74 por ciento de su superficie, mientras que las zonas de bogies la altura del piso asciende a 560 mm.

Las cajas son de estructura autoportante construida en acero inoxidable en sus costados y techo y en acero al cobre en el bastidor. Los testeros son de poliéster y en ellos se encuentra escamoteado el sistema de enganche para emergencia y mantenimiento y se incluye un indicador de destino, al que se suman otros dos en los laterales.

El tranvía tiene una longitud de 24.405 milímetros y se puede ampliar, hasta los 35.835 con la adición de módulo intermedio sobre un bogie portante y un módulo suspendido con dos puertas, o incluso hasta los 47.265 mm., añadiendo, además, otro módulo intermedio sobre bogie portante y otro suspendido.

El departamento de viajeros es continuo y dispone de 48 asientos dispuestos transversalmente al sentido de la marcha que junto a las 148 plazas que admite de pie dan una capacidad completa de 196 viajeros. Asimismo, dispone de dos plazas para sillas de ruedas. Las ventanas son fijas de vidrio templado

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación:	750 V
Ancho de vía:	1.000mm
Longitud:	24,28 m
Anchura:	2,4 m
Altura:	3,3 m
Altura de acceso:	300 mm
Altura del piso:	350 mm (70 por ciento)
Peso:	33 t
Plazas sentadas:	48
Plazas de pie:	142 (6 pasajeros/m <sup>2</sup> )
Plazas para sillas de ruedas:	2
Total pasajeros:	192
Nº de puertas por costado:	4
Paso libre de las puertas:	1.300 x 2.000 mm
Velocidad máxima:	70 km/h
Potencia total:	400 kw
Fabricante:	CAF

y coloreado y los revestimientos interiores de paneles de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El equipo eléctrico de la unidad cuenta con convertidores IGBT y motores trifásicos asíncronos. Prácticamente todos los equipos van montados sobre el techo de la unidad que cuenta con control de tracción y sistema de diagnóstico de averías mediante microprocesador.

El pantógrafo que es de accionamiento eléctrico y el disyuntor están en el módulo central. Dispone de convertidor auxiliar para la alimentación del aire acondicionado y del resto de los servicios auxiliares. El sistema de frenado es de recuperación y el freno de estacionamiento es por muelle acumulador.

Los dos bogies motores son de diseño convencional, con bastidor y traviesa bailadora en chapa de acero soldada, y cuentan con un reductor, árbol hueco y disco de freno por cada eje. La suspensión primaria es de resortes de caucho acero y la secundaria de muelles helicoidales y amortiguador. Las ruedas son

elásticas y la unión a la caja es por pivote y arrastre mediante bielás.

El bogie portante no tiene traviesa bailadora ni ejes, de modo que las ruedas son independientes elásticas y cada una de ellas tiene un disco de freno montado. El bastidor es también de chapa de acero soldado y la suspensión primaria de resortes de caucho-acero. La suspensión secundaria es de muelles helicoidales y elementos elásticos.

Los vehículos del tranvía bilbaíno cuentan con sistemas antipatinaje y antideslizamiento, areneros y engrasadores de pestaña, hombre muerto de doble seguridad, registrador de velocidad e incidencias, tren-tierra y sistema de intercomunicación entre cabinas.

El aire acondicionado es independiente para las cabinas y los departamentos de pasajeros, en los que hay sistema de alarma e intercomunicación con el conductor, dos indicadores de destino, música ambiental y megafonía para el anuncio de estaciones y otros mensajes. Los retrovisores son por cámara de televisión y existe también videovigilancia, con diez cámaras por unidad, en el interior con posibilidad de grabación.

## Tranvía de Vitoria

Inaugurado el 23 de diciembre de 2008, el tranvía de Vitoria tienen una longitud total de 7,163 kilómetros y diseño en "Y". Consta de un tramo central común (Angulema-Honduras) y dos ramales (Lakua: Honduras-Ibaiondo y Abetxuko:



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación:	750 V
Ancho de vía:	1.000mm.
Longitud:	31,38 m
Anchura:	2,4 m
Altura:	3,3 m
Altura de acceso:	300 mm
Altura del piso:	300 mm
Peso:	40 t
Plazas sentadas:	52
Plazas de pie:	240 (6 pasajeros/m <sup>2</sup> )
Plazas para sillas de ruedas:	2
Total pasajeros:	292
Nº de puertas por costado:	6
Paso libre puerta sencilla:	800 mm
Paso libre puerta doble:	1.300 mm
Velocidad máxima:	50 km/h
Potencia total:	480 kw
Fabricante:	CAF

Honduras-Abetxuko), con un total de 18 paradas. En primer lugar entraron en servicio los ramales Central y Lakua y, unos meses más tarde, en julio de 2009, se inauguró el de Abetxuko.

La flota completa del tranvía de Vitoria consta de once unidades fabricadas por CAF del modelo Urbos II, un modelo mejorado sobre el que circula en Bilbao, y del mismo color verde. Se trata de unidades cien por cien de piso bajo, cada una de las cuales tiene capacidad para 244 personas –de ellas, 52 sentadas– y existen cuatro plazas reservadas para las personas con movilidad reducida (dos para personas en silla de ruedas).

El tranvía circula a una velocidad máxima de 50 km/h, aunque en las zonas urbanas no rebasa los 30 km/h. Las unidades incorporan un sistema especial que engrasa sus ruedas delanteras para mitigar el ruido de los convoyes al trazar una curva cerrada.

Se trata de un tranvía de vía métrica, bidireccional con dos cabinas de conducción, constituido por cinco cajas articuladas que se apoyan en dos bogies motores en sus extremos, y en un bogie portante en la caja central.

Además de las características que comparten con el tranvía de Bilbao, las unidades del tranvía de Vitoria tienen mayor longitud, exactamente, 31,38 metros. En cuanto a la seguridad, las unidades disponen de un sistema de videovigilancia que consiste en cinco cámaras interiores y seis exteriores, sistema antiatrapamiento frontal y luces estroboscópicas.

Respecto a la accesibilidad de las unidades, en cada costado hay dos puertas de hoja simple que ofrecen un paso libre de 800 mm, y cuatro puertas de hoja doble, con un paso

libre de 1.300 mm. Además, hay otras puertas reservadas a personas con movilidad reducida y un área específica para ellas.

Las puertas disponen de un contraste cromático e indicadores de cierre, señalización acústica, señalización luminosa estroboscópica, pulsadores en hoja de puerta y protección por célula fotoeléctrica.

Para las personas con problemas de audición, se ha instalado interfonía y megafonía en "Modo T" y un teleindicador y anunciador acústico de próxima parada y correspondencias.

## Metros ligeros de Sevilla

La línea I del Metro de Sevilla, inaugurada el 2 de abril de 2009, tiene una longitud de 18,5 kilómetros y cuenta con 22 estaciones. El trazado está configurado de oeste a sudeste a través del centro de Sevilla, con las estaciones repartidas entre cuatro municipios. Diez de ellas son subterráneas, seis en superficie y seis semisoterradas.

El proyecto de la Red de Metro de Sevilla contempla el desarrollo de las líneas 2, 3 y 4.

El parque está integrado por diecisiete tranvías articu-

lados fabricados por CAF en su fábrica de Linares. Se trata de vehículos de cinco módulos y seis ejes, apoyadas en tres bogies, en los dos módulos extremos, ambos motores, y otro portador en el central, con piso bajo integral y similares a los del resto de redes tranviarias andaluzas.

Son capaces para transportar 201 viajeros, 146 de pie, 54 sentados y una silla de ruedas. La decoración exterior de los mismos se basa en los colores plata y verde. La configuración de la unidad permite su ampliación con nuevos módulos intermedios.

Los motores, cerrados, trifásicos y asíncronos con rotor cortocircuitado en jaula de ardilla, tienen una potencia continua de 61 kW. La unidad cuenta con dos onduladores de tracción doble y dos convertidores auxiliares de tecnología IGBT, refrige-



Metro ligero de Sevilla.

rados por convección forzada.

La tensión de alimentación de las unidades es de 750 voltios y la corriente es tomada de la catenaria por un pantógrafo situado en el módulo central de la unidad. El freno es reostático de recuperación con dos resistencias situadas en el techo de las unidades y también cuenta con freno hidráulico.

Las unidades pueden desarrollar una velocidad máxima de 70 kilómetros por hora y tiene una aceleración media de 0 a 35 kilómetros por hora de  $1,2 \text{ m/s}^2$ . La deceleración de servicio es de  $1,25 \text{ m/s}^2$  y la de urgencia de  $2,5$  a  $3,5 \text{ m/s}^2$ . Su radio mínimo de inscripción en curva es de 18 metros y la rampa máxima que pueden superar del seis por ciento.

La unidad tiene una longitud de 31 metros, una anchura de 2.650 milímetros y una altura máxima de 3.385. Los vehículos, bidireccionales, incorporarán sistema de aire acondicionado, independiente para el compartimento de viajeros y las dos cabinas de conducción.

Cuenta con piso bajo en el cien por cien de su superficie, con una altura de 350 sobre el carril en toda su longitud lo que permite el acceso directo sin escalones desde la acera, facilitando la subida y bajada de sillas de ruedas, carritos de niños y personas mayores. Los vehículos son continuos en su interior, con amplios pasillos de intercurrencia.

Cada unidad cuenta con

puertas de tipo encajable-deslizante de accionamiento eléctrico. En cada costado hay dos puertas sencillas con un paso libre de 800 milímetros y cuatro dobles con un paso libre de 1.300.

En cuanto a los sistemas de control, los vehículos cuentan con equipos informáticos de mando y vigilancia, ayuda a la conducción, e información al viajero, además de un sistema de diagnóstico de averías y ayuda al mantenimiento. En los túneles y en las zonas de plataforma segregada de la circulación de automóviles, la conducción es supervisada por un sistema de protección automática (ATP), que conmuta a un sistema de marcha a la vista con priorización semafórica en los tramos en los que el metro ligero comparte plataforma con la circulación rodada.

El vehículo incorpora también un sistema Tren-tierra que, mediante telefonía digital Tetra de última generación, permite la comunicación entre el puesto de mando central y el conductor. Ante cualquier incidencia, el conductor puede ser auxiliado desde el puesto de control central.

Las unidades disponen de indicadores de destino exteriores e interiores y anunciador óptico y acústico de próxima estación que pueden ser controlado automáticamente o de modo manual por el conductor.

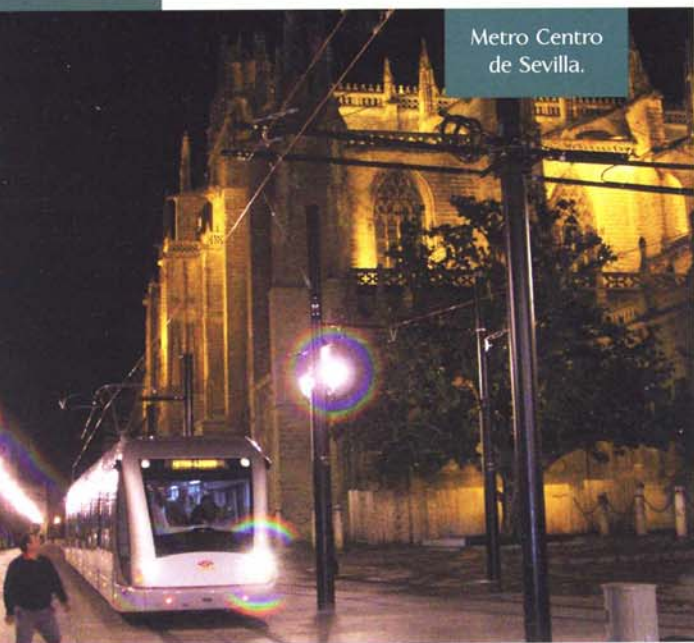
Además el tren incorporará sistemas de megafonía para comunicar las cabinas de conducción con el compartimento de viajeros, y mediante un sistema de fibra óptica en toda la red se podrán establecer comunicaciones, a través del puesto de control central, con policía, bomberos o protección civil.

## Metro Centro

Metro Centro es una línea de metro ligero en superficie de 1,317 kilómetros que une zonas del Prado de San Sebastián y la Puerta Osario, en el centro histórico de Sevilla.

Las obras se iniciaron en abril de 2006 y se prolongaron durante poco más de un año. La primera sección de la línea, entre Prado de San Sebastián y la Plaza Nueva fue inaugurada el 28 de octubre de 2007.

Actualmente se trabaja en su prolongación hasta la estación Adif de San Bernardo, que añadirá 885 metros de



Metro Centro de Sevilla.

línea aérea en la parte central del trazado, desde Archivo de Indias a la Plaza Nueva, de 450 metros de longitud, y utilizar los nuevos tranvías con baterías sistema ARC. El tranvía 105 de Metrocentro ha sido adaptado por el fabricante CAF en Zaragoza para este tipo de explotación sin catenaria.

El servicio se efectúa normalmente con cuatro unidades, la dotación actual. Son tranvías articulados de seis ejes y cinco módulos de piso bajo integral. Fabricados por CAF, estaban adscritos originalmente a la red del Metro de Sevilla, pero al final fueron destinados al Metro Centro. En 2009 comenzó la instalación para proveer de señal inalámbrica a los vehículos para facilitar el acceso a Internet de los viajeros.

longitud y una nueva parada. La distancia media entre paradas es de 456 metros.

El Metro Centro sevillano ha desmontado en los últimos años la catenaria durante la Semana Santa para permitir el montaje de los palcos y facilitar el tránsito de los pasos. Próximamente será suprimida la



Tranvía de Vélez-Málaga.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (TRANVÍAS METRO CENTRO, METRO DE SEVILLA Y VÉLEZ-MÁLAGA)

Número de unidades	4 Metro Centro/ 17 Metro de Sevilla/ 3 Vélez-Málaga
Piso bajo integral	350 mm
Número de ejes	6
Tensión	750+B /750
Potencia	488 Kw
Tracción	Eléctrica
Número de motores	8, modelo TMR-36-19-4
Longitud	31,26 m
Anchura	2,65 m
Altura	3,390 m
Velocidad máxima	20 km/h Metro Centro/ 70 km/hora Metro Sevilla y Vélez-Málaga
Capacidad	275 viajeros (54 asientos)
Accesos	6 puertas (4 dobles y 2 sencillas)
Composiciones múltiples	Sí
Freno	3 sistemas (eléctrico con recuperación energía, electromagnético y mecánico)
Fabricante	CAF

## Tranvía de Vélez-Málaga

El tranvía de Vélez-Málaga fue el primer sistema tranviario moderno de Andalucía, inaugurado en octubre de 2006. Este tranvía da servicio al municipio malagueño y lo enlaza con la localidad costera de Torre del Mar. Consta de una línea de 6,070 kilómetros de longitud, de los cuales están en servicio 4,760, y cuenta con doce paradas (nueve en servicio).

El parque de material consta de tres tranvías articulados de seis ejes y cinco módulos, idénticos técnicamente a los del Metro de Sevilla. La decoración exterior se basa en los colores plata, verde, azul y negro.