

# El nuevo túnel Chamartín-Atocha interconecta las líneas al norte y sur de Madrid



# Una única red de alta velocidad

La red española de alta velocidad sumará un nuevo hito con la conexión de las líneas del norte del país con las del este y sur, a través del túnel entre las estaciones de Chamartín y Puerta de Atocha. Esta conexión es el primer paso de un proceso que culminará con la estación pasante de Atocha, que articulará una red única y transversal entre las principales ciudades, evitando transbordos en la capital y potenciando la vertebración territorial. Además, Madrid estrenará nuevo acceso sur para descongestionar el tráfico ante el aumento de circulaciones gracias a la liberalización. La inversión global supera los 1060 M€.

● Texto: Comunicación Adif  
● Fotos: Adif, F. Javier Abad y Alejandro García

**La red española** de alta velocidad se ha desarrollado en dos áreas sin conexión: por una parte, las líneas que unen Madrid con el norte y el noroeste del país, que tienen origen y destino en la estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, y por otra, las líneas de alta velocidad del este, levante y sur, con origen y destino en Madrid Puerta de Atocha. El nuevo túnel de alta velocidad entre las dos principales estaciones de la capital permitirá conectar por fin ambas redes. La puesta en servicio de esta infraestructura clave está prevista una vez finalicen las obras que Adif AV está realizando en la plaza exterior de Chamartín, y que se extenderán hasta finales de junio.

En un primer momento, los trenes con origen o destino Levante y Andalucía podrán partir o llegar a Chamartín-Clara Campoamor y continuar viaje hacia el norte y noroeste peninsular. De esta forma, se podrá articular una red de alta velocidad única y transversal entre las principales ciudades españolas, evitando realizar transbordos en Madrid y potenciando la vertebración territorial. Una vez finalizada la ampliación de Madrid Puerta de Atocha, y con la futura estación pasante en funcionamiento, todos los trenes de alta velocidad que lleguen o partan de la capital podrán efectuar parada tanto en Puerta de Atocha como en Chamartín-Clara Campoamor, que pasarán de ser estaciones terminales (esto es, estaciones origen y destino final de las circulaciones) a ser estaciones pasantes (aquellas intermedias en un trayecto).

Así mismo, se optimizará el modelo de explotación de las dos estaciones madrileñas, inmersas



Instalaciones de telecomunicaciones en Valdemoro.

---

## La duplicación de vía entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco, en la que se han invertido 727 M€, permite descongestionar el tráfico de entrada y salida a Madrid

---

en ambiciosos proyectos de modernización y ampliación, equilibrando los flujos de viajeros entre ellas. El objetivo final es que Madrid cuente con una gran estación ferroviaria con dos terminales: Atocha y Chamartín.

El túnel, que ha supuesto una inversión de más de 337 M€, constituye una ambiciosa obra de ingeniería que representó todo un reto para los profesionales de Adif AV al atravesar las profundidades de Madrid. Durante su construcción llegaron a trabajar de forma conjunta hasta 500 personas y se tuvo que ejecutar manteniendo el servi-

cio del resto de líneas ferroviarias y de metro con las que se cruzaba.

Al mismo tiempo, y con el objetivo de aumentar la capacidad ferroviaria y permitir la circulación de un mayor número de trenes, Adif AV pondrá en servicio la duplicación de vía en el tramo de 28 km entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco, que ha supuesto una inversión de 727 M€.

Hasta ahora, los trenes de alta velocidad de Levante con destino a Madrid, y viceversa, han compartido su acceso a la capital con los trenes con origen o destino Andalucía. Sin embargo, las dos



A la izquierda la LAV Madrid-Sevilla, a la derecha las dos nuevas vías del acceso sur.

vías de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Sevilla no resultaban suficientes para absorber el incremento de los tráficos previstos, especialmente en el marco de la liberalización de los servicios ferroviarios de viajeros. Así, con el fin de evitar cuellos de botella, Adif AV ha construido otro acceso ferroviario al sur de la capital con dos nuevas vías en el tramo Atocha-Torrejón de Velasco, destinado a las circulaciones de Levante.

### A 45 metros bajo el centro de Madrid

El nuevo túnel de ancho estándar y doble vía tiene una longitud de 7,3 km y su trazado discurre, en sentido norte-sur, desde la estación de Chamartín-Clara Campoamor hasta la plaza de la República Argentina, desde donde sigue el eje longitudinal de las calles Serrano y

Alfonso XII para atravesar después la zona del Jardín Botánico hasta finalizar en la glorieta del Emperador Carlos V, frente a la antigua marquesina de Puerta de Atocha.

En este punto el túnel se bifurca en dos: por una parte, hacia la futura estación pasante que estará situada bajo la actual estación y la calle Méndez Álvaro y, por otra, hacia un túnel baipás, de cerca de 1 km de longitud en vía única, que discurre bajo la propia estación de Puerta de Atocha, y que es el que permitirá en un primer momento la continuidad hacia Chamartín de los trenes procedentes de Levante y Andalucía.

La nueva infraestructura, bautizada como 'Túnel Jardín Botánico', es el tercer túnel ferroviario que atraviesa el corazón de Madrid, además de los dos de ancho convencional que ya unen las dos estaciones de la capital (uno por

Recoletos y otro por Sol) y que son utilizados por trenes de ancho ibérico, fundamentalmente por los que prestan servicios de Cercanías.

El túnel se ejecutó casi en su totalidad bajo tierra, a una profundidad media de 45 m, empleando una tuneladora del tipo EPB (*Earth Pressure Balance* o escudo de presión de tierras) que, en su avance, fue dejando atrás algunos de los puntos más conocidos de la capital, sin que se produjera ni un solo incidente reseñable.

El proyecto contó con informes previos sobre las condiciones del terreno, que ofrecían una completa radiografía de sus características y comportamiento, para poder definir la manera más adecuada de actuar.

A través de la continua toma de datos en superficie por medio de la instrumentación instalada al efecto (3 548 dispositivos a lo largo de todo el trazado), se realizó un pro-

## Protección Medioambiental

Adif AV destina parte del presupuesto de construcción de las líneas de alta velocidad a garantizar su integración ambiental, asegurando el cumplimiento de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y realizando mejoras en el entorno de forma voluntaria.

En concreto, en el tramo Madrid-Torrejón de Velasco, las actuaciones medioambientales han supuesto hasta el 5,25 % del presupuesto. Entre las medidas tomadas destacan la protección del ecosistema de los ríos, la flora y la fauna del espacio por el que discurre la línea, así como minimizar el impacto paisajístico, sonoro y visual.

De este modo, se plantaron cerca de 39 400 árboles, 230 000 arbustos y 1 384 734 m<sup>2</sup> de hidrosiembra. Además, se habilitaron 21 estructuras (entre viaductos y obras de drenaje) como pasos de fauna y se ejecutaron 47 mecanismos de escape para la fauna en el vallado perimetral (rampas o puertas).

En las zonas con restricciones de parada biológica (de marzo a mediados de junio) se realizaron censos de avifauna. Además, se instalaron 7200 metros de pantalla anticolidión para aves.

Durante la ejecución de las obras se realizaron mediciones de ruido diurnas y nocturnas para comprobar el impacto acústico sobre los núcleos urbanos. Además, se ejecutó un caballón de tierras como pantalla acústica a la altura de Perales del Río y se colocaron pantallas acústicas en diversos tramos del recorrido.

Tren circulando por la LAV Madrid-Sevilla junto a las 2 nuevas vías.



fundo seguimiento de los posibles movimientos de las estructuras estudiadas y del terreno. Diariamente técnicos especializados realizaron lecturas manuales y a los datos recogidos se sumaron los recopilados por dispositivos automáticos instalados en las zonas de difícil acceso.

Las lecturas también eran recogidas en un sistema informático en el que se introdujo el estado inicial de las estructuras, para disponer de su situación de partida y apreciar cualquier posible variación.

Así mismo, se realizaron estudios complementarios para determinar la ejecución de aquellos tratamientos que garantizaran la integridad del terreno y de los edificios, consistentes entre otros, en la ejecución de pantallas de pilotes para proteger las estructuras, tratamientos de compensación de asientos y paraguas de micropilotes.

De este modo, se inspeccionaron todos los edificios próximos al recorrido del túnel con carácter previo al inicio de la excavación. Adif realizó reconocimientos a las fachadas de 479 edificios y zonas comunes, así como a 1 400 viviendas. Entre las construcciones inspeccionadas se encuentran algunas edificaciones singulares, como la Puerta de Alcalá, el Casón del Buen Retiro o el Museo Arqueológico, entre otras.

Adif llevó a cabo de forma permanente tareas de auscultación para controlar el comportamiento del terreno durante la fase de construcción del túnel, garantizando la correcta ejecución de las obras.

El nuevo túnel para trenes de alta velocidad discurre por debajo de los dos túneles ferroviarios de ancho convencional y de ocho líneas de metro y cruza por encima de otra línea de metro.

En el tramo inicial del túnel, en el cruce de la calle Mateo Inurria, se ejecutó un falso túnel de 110 m de longitud, mediante pantallas de pilotes y losa, al abrigo del cual pasó la tuneladora, denominada *Gran Vía* en honor de la popular calle madrileña, que perforó los siguientes 6,8 km del túnel.

La tuneladora fue construida en Alemania por el fabricante Herrenknecht expresamente para esta obra. Se transportó hasta Madrid desmontada, primero a través de transporte fluvial, posteriormente por vía marítima hasta el puerto de Alicante y, finalmente, por carretera en transportes especiales.

Una vez en la capital, la *Gran Vía* se montó en la cabecera sur de Chamartín, en el punto de arranque de la excavación. La enorme máquina contaba con un peso de 2 200 toneladas, una longitud de 125,6 m y un diámetro de excava-

ción de 11,5 m. Disponía de 3 escudos: delantero, intermedio y cola.

Su cabeza de corte, el elemento encargado de girar para perforar y extraer la tierra, rotaba mediante 18 motores que desarrollaban una potencia total de 6 300 kilovatios. A través de aberturas existentes en la superficie de esta pieza, el material excavado pasaba hasta la cámara de presurización, desde donde se extraía a través de un tornillo sinfín hasta la cinta que transportaba la tierra al exterior.

La tuneladora avanzaba mediante unos cilindros hidráulicos que, apoyados en la estructura ya construida, empujaban la cabeza giratoria contra el terreno. Asimismo, la propia máquina iba colocando las dovelas prefabricadas de hormigón armado (piezas que encajadas entre sí forman la estructura circular de hormigón del túnel) a medida que se desplazaba.

Un sistema computarizado permitía el guiado de la tuneladora. Además, se ejecutaba una medición mediante un sistema láser que permitía conocer en todo momento su ubicación.

A pesar de la envergadura del túnel y el lugar en que se construyó, la excavación se ejecutó en solo nueve meses, un plazo inferior al inicialmente previsto. Durante este periodo, la tuneladora avanzó una media de 25 m al día, si bien en algunas jornadas llegó a alcanzar rendimientos superiores a los 57 m, lográndose un acumulado de 1 167,6 m de excavación y revestimiento del túnel en un acumulado de 31 días.

Una vez finalizada la fase de excavación, la máquina se desmontó y se extrajo del túnel por piezas a través de un pozo en Puerta de Atocha, en la plaza del Embarcadero. A continuación, se ejecutó el

Boca norte del nuevo túnel Jardín Botánico.





Interior del túnel con la estación de Chamartín-Clara Campoamor al fondo.

relleno de parte de la contrabóveda del túnel, a fin de obtener el ancho requerido para el montaje de las vías. Para ello se utilizó la propia cinta transportadora de extracción del material excavado por la tuneladora para introducir el material de relleno.

La altura de relleno necesaria era de 2,1 m a partir de la cara superior de la dovela base. Para alcanzar esta cota, se vertieron unos 104 000 m<sup>3</sup> de hormigón que sirvieron de base para el posterior montaje de la vía en placa. También se instalaron los distintos sistemas, tanto ferroviarios (electrificación, señalización y telecomunicaciones), como no ferroviarios (seguridad y protección civil).

Al tratarse de un túnel urbano está dotado de vía en placa con el carril embebido en un elastómero, que constituye uno de los mejores sistemas para la absorción de vibraciones y ruidos. Está provisto de diez salidas de emergencia dis-

tribuidas a lo largo de su trazado, cinco pozos de bombeo y tres pozos de ventilación.

El túnel se ha electrificado a 25kVc.c. y se ha dotado de catenaria rígida, alimentada desde un centro de autotransformación construido en la cabecera sur de Chamartín.

Por su parte, el túnel baipás fue excavado por métodos tradicionales bajo la propia estación de Puerta de Atocha, con un tramo final de unos 130 m entre pantallas al sur de la estación. Gracias a este túnel los trenes podrán continuar su recorrido hacia Levante a través del nuevo tramo de alta velocidad construido por Adif AV al sur de la capital.

### Nuevo acceso sur de alta velocidad

Las dos nuevas vías entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco configuran el nuevo acceso sur

de alta velocidad a la capital y se enmarcan en la línea de alta velocidad que une Madrid con Levante. El nuevo acceso consta de 28 km, repartidos en 4 tramos de plataforma y uno de vía.

El primero de los tramos de plataforma, de 800 m de longitud, discurre entre la cabecera sur de la estación Madrid Puerta de Atocha y la calle Pedro Bosch y en él destaca el viaducto que salva la calle del Comercio y la línea de cercanías C-5. El viaducto, de 129,5 m, es una estructura mixta formada por celosías de acero corten, unidas por vigas transversales, y losa de hormigón armado. Consta de cuatro vanos, con luces que oscilan entre los 17,5 y los 45,5 m, con una altura máxima de las pilas de 11 m.

El siguiente tramo enlaza la calle Pedro Bosch (Madrid) con la ciudad de Getafe. A lo largo de sus 8,7 km de longitud atraviesa una compleja zona plagada de infraestructuras ferroviarias y viarias que obligaron

a levantar tres viaductos: Abroñigal, Santa Catalina y viaducto sobre la M-40. Estas estructuras destacan por la complejidad técnica de su construcción y su difícil ubicación, que obligó a adoptar diferentes soluciones constructivas y a trabajar con muy cortos márgenes de tiempo (durante los cortes programados de carreteras, líneas férreas y eléctricas).

El viaducto de Abroñigal, de 145,6 m de longitud, es del tipo estructura metálica con tablero de hormigón armado sobre prelasas, formado por piezas metálicas unidas por medio de soldadura. Consta de tres vanos de 45,5 m, 53,5 m y 45,5 m. La estructura metálica está formada por sendas

viaductos formados por dos vigas artesa prefabricadas de hormigón pretensado, mientras que el segundo tramo es una estructura tipo pérgola de vigas tipo doble T.

El viaducto sobre la M-40, de 651,2 m, es una estructura prefabricada de hormigón armado de canto variable, postesado, tanto en vigas como en tablero, montado con grúas. El objetivo principal de esta estructura es reducir la afección a los ramales y las vías sobre las que se sitúa (Nudo Super-Sur de la M-40).

La cimentación del viaducto es profunda y se realizó mediante pilotes, de un diámetro 1,80 m. Los estribos y pilas son de hormigón armado. El punto fijo está en el es-

un núcleo de viviendas a la traza, cuenta con una longitud de 390 m, una sección libre de 85,9 m<sup>2</sup> y un radio interior 6,9 m. La sección tipo consiste en una contrabóveda en forma de losa plana de canto 1,15 m y anchura total 14,6 m. Desde la losa arrancan sendos hastiales sobre los que apoya la bóveda ejecutada 'in situ' con hormigón, con un espesor variable entre 0,44 m en la zona de apoyo de los hastiales y 0,40 m en la parte superior de la misma.

Tras este falso túnel la traza discurre en una trinchera para cuya construcción hubo que desplazar la carretera Perales del Río-Getafe y un tramo de carril ciclista de la Comunidad de Madrid.

---

## El túnel, que ha supuesto una inversión de 337 M€, atraviesa la capital de norte a sur.

---

vigas metálicas de 1,2 x 3,1 m con mamparos reforzadores interiores. Dispone de mástiles sobre cada pila y dos tirantes entre éstos y las vigas. Los estribos son de hormigón armado y tienen cimentación profunda mediante pilotes. El viaducto tiene el punto fijo en el estribo 1. Se ejecutó con 2 pilas intermedias de hormigón armado. Las pilas 1 se cimentaron por medio de pilotes y las pilas 2 por medio de micropilotes, debido a las afecciones con las vías de mercancías cercanas.

El viaducto de Santa Catalina tiene 427,3 m de longitud y está formado por un viaducto de 86,3 m, una pérgola de 130 m y otro viaducto de 211 m. Las vigas de cada uno de los tres tramos son prefabricadas y montadas con grúas. El primer y el tercer tramo son

tribo 1. Las pilas son rectangulares de 5 x 3,5 m, achaflanadas (0,45 m). El tablero hiperestático está formado por dos vigas artesa de 2,6 m de canto. En las pilas llegan a tener 4,4 m de canto (vigas martillo). El tablero es postesado en las zonas de pilas.

Las dos nuevas vías continúan su recorrido entre Getafe y Pinto, en un tramo de 10,7 km en el que destacan como principales elementos singulares un túnel y tres viaductos sobre el río Manzanares (69 m), sobre la autovía A-4 (93 m) y sobre la línea convencional de ferrocarril Madrid-Alicante (78 m). Además de tres pasos superiores y cinco inferiores.

El túnel artificial de Perales del Río, ejecutado para evitar molestias a los vecinos dada la proximidad de

El cuarto y último tramo, Pinto-Torrejón de Velasco, tiene una longitud de 7 km y discurre por los términos municipales de Pinto, Parla y Torrejón de Velasco. El elemento más significativo de este tramo es la pérgola sobre la LAV Madrid-Andalucía.

Esta estructura tiene una longitud total de 448,9 m distribuidos en un tramo central de pérgola y dos viaductos de acceso. La pérgola tiene 246,6 m de longitud y 23 m de luz. Las vigas son prefabricadas de tipo doble T, de 1,5 m de canto y la cimentación es profunda.

El viaducto del lado Madrid consta de 4 vanos, con una longitud de 111,2 m, y el viaducto del lado Levante tiene 3 vanos y una longitud de 91,1 m. Ambos viaductos son hiperestáticos sobre artesa prefabricadas de 1,8 m de canto, con





Vista interior del túnel  
en ancho estándar.



El nuevo acceso sur permitirá agilizar el tráfico de salida y llegada a la capital.

apoyos sobre las pilas palmera y cimentaciones profundas. El ancho de los tableros es de 9 m.

En cuanto al montaje de vía, el tramo se ha montado en balasto en su totalidad, con carril de tipo 60 E1 y traviesa monobloque AI-04. La electrificación del nuevo tramo se ha realizado a 25kVc.c. y se ha instalado catenaria flexible de tipo C-350 entre la salida del túnel y Torrejón de Velasco.

### Reto tecnológico

Por lo que respecta a la señalización, se ha realizado una ampliación de los enclavamientos existentes y se ha generado el nuevo enclavamiento electrónico (Jardín Botánico) para proteger el tráfico

en el nuevo tramo. Igualmente se han actualizado los sistemas de los Puestos de Mando de Atocha y Albacete para incluir el nuevo trazado, que está dotado de GSM-R.

Todo el tramo, se ha equipado con el sistema de protección de tren ERTMS en nivel 1 como sistema nominal, así como con ASFA como sistema de respaldo. El importante reto tecnológico de este nuevo tramo era interconectar los sistemas de señalización de tres líneas de alta velocidad de épocas y tecnologías diferentes: la Madrid-Sevilla, de 1992 y equipada con LZB, y las LAV Madrid-Valladolid de 2007 y Madrid-Levante de 2010, equipadas con ERTMS nivel 1 y nivel 2 de tecnologías Thales y Siemens, respectivamente.

Se han desarrollado, por tanto, transiciones de ERTMS nivel 1 del nuevo tramo con el sistema LZB (hacia el sur) y con ERTMS nivel 2 (hacia el norte y hacia Levante), así como extensiones de ERTMS nivel 1 con los tramos norte y Levante.

Las pruebas de campo se llevaron a cabo íntegramente por las noches ya que requerían de carga y marcha atrás de numerosos sistemas pertenecientes a las distintas líneas interconectadas. Este diseño se probó con trenes de diferentes tecnologías para confirmar la interoperabilidad y asegurar el fluido tránsito de trenes entre las líneas que se conectan, sin afectar a la normal circulación de trenes en los tramos en explotación. ■