

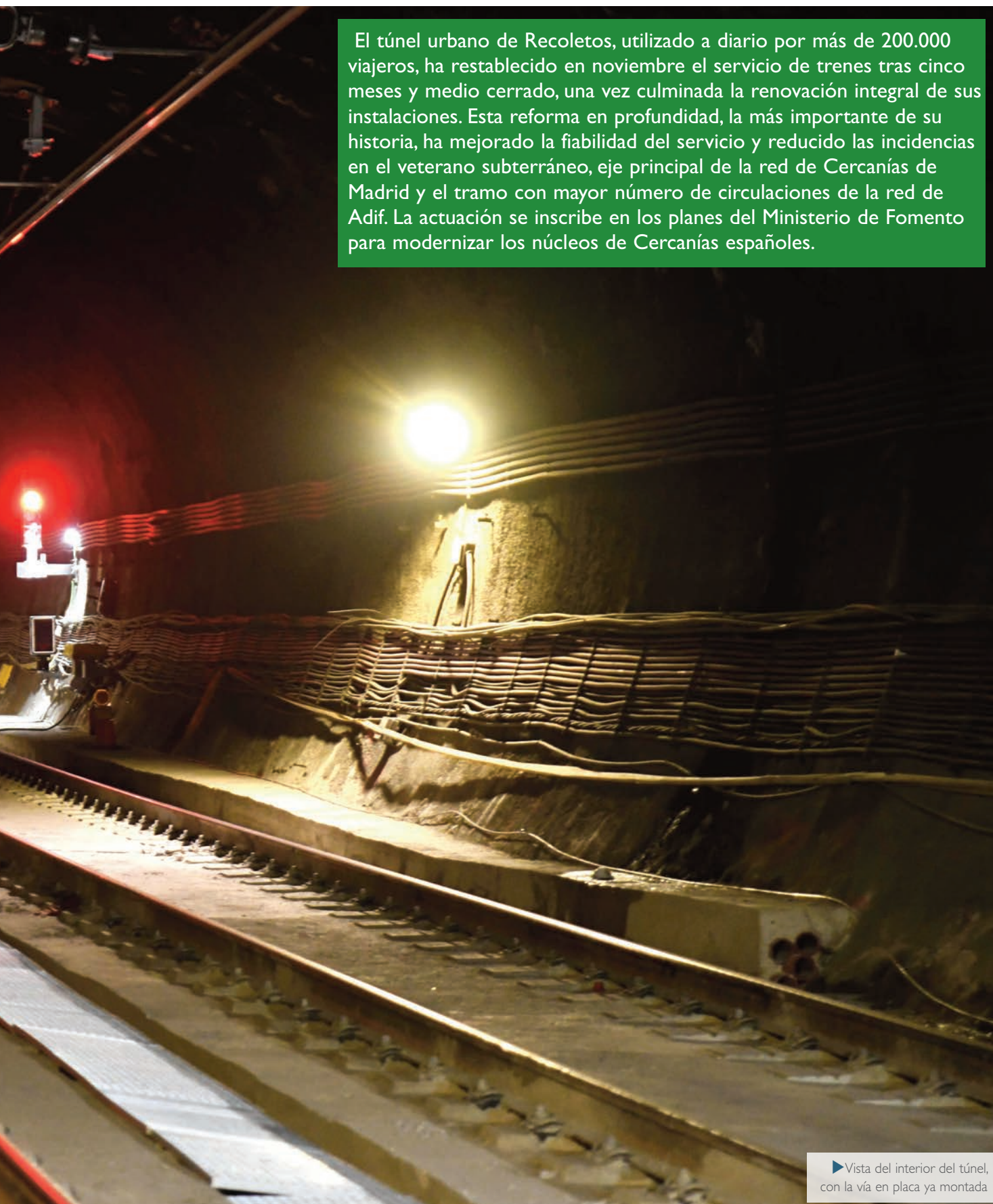
El renovado túnel de Recoletos, clave para las Cercanías de Madrid, gana fiabilidad

# Reforma en profundidad



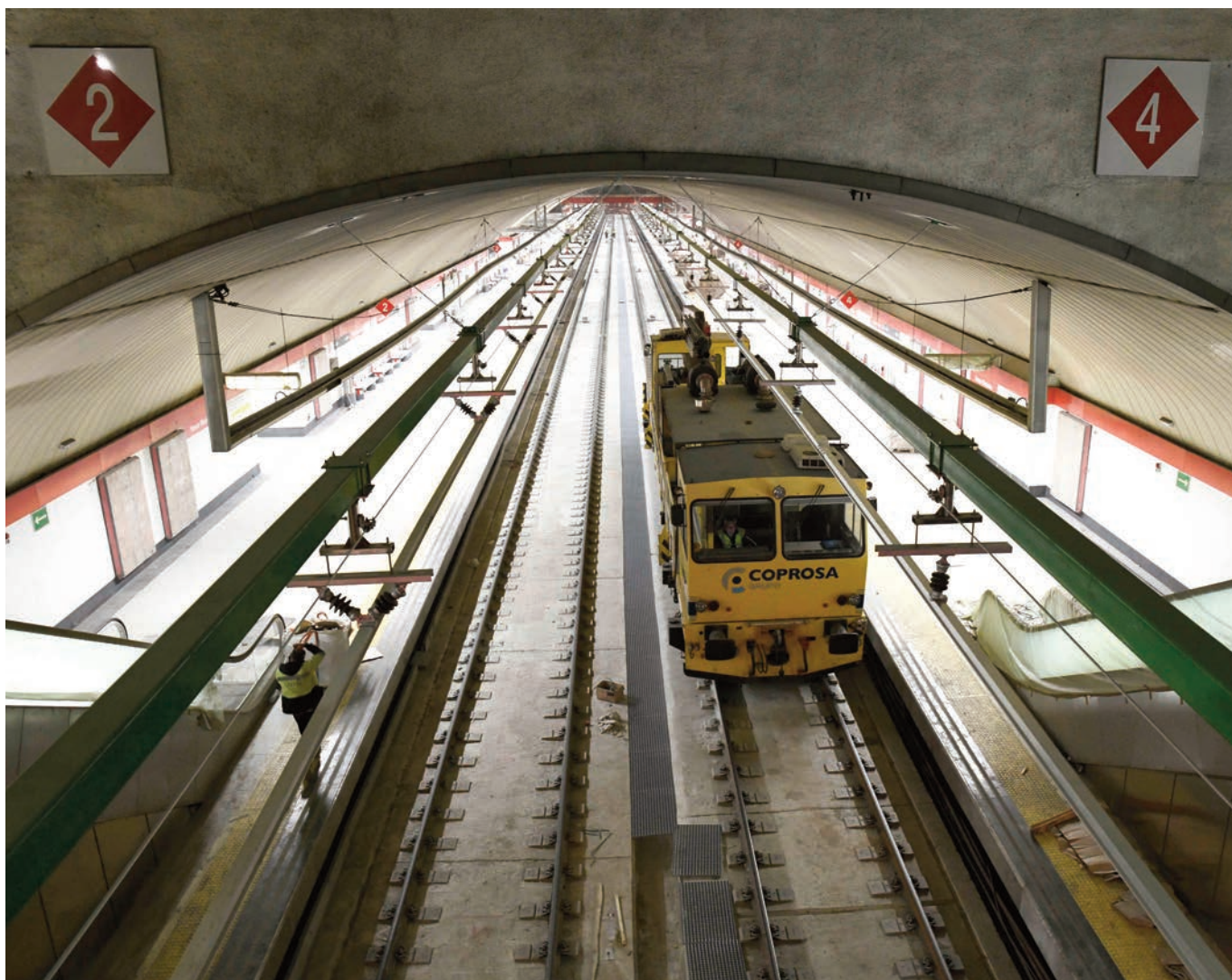


El túnel urbano de Recoletos, utilizado a diario por más de 200.000 viajeros, ha restablecido en noviembre el servicio de trenes tras cinco meses y medio cerrado, una vez culminada la renovación integral de sus instalaciones. Esta reforma en profundidad, la más importante de su historia, ha mejorado la fiabilidad del servicio y reducido las incidencias en el veterano subterráneo, eje principal de la red de Cercanías de Madrid y el tramo con mayor número de circulaciones de la red de Adif. La actuación se inscribe en los planes del Ministerio de Fomento para modernizar los núcleos de Cercanías españoles.



▶ Vista del interior del túnel, con la vía en placa ya montada





**El túnel Atocha-Chamartín** vía Recoletos, conocido desde sus orígenes como “túnel de la risa”, es una infraestructura de 7,3 kilómetros que cruza el centro de Madrid de sur a norte y que comunica, mediante una línea de ferrocarril convencional, las dos mayores terminales de la capital a través de las estaciones intermedias de Recoletos y Nuevos Ministerios. Su trazado, que salva un desnivel de 110 metros entre el origen y el final, es recorrido por los trenes a 60-70 km/h. Este enlace subterráneo, operativo desde 1967, presta servicio a cinco de las 11 líneas de Cercanías (C1, C2, C7, C8 y C10) – además de a una veintena diaria de trenes de Media y Larga Distancia–, por lo que es el eje principal de esta red suburbana y una infraestructura básica del sistema del movilidad de los madrileños. Se trata del tramo con mayor número de circulaciones de la red ferroviaria española, casi 3.300 a la semana (el 98% de Cercanías), con una media de 470 trenes y más de 200.000 viajeros en un día laborable.

En este túnel, aquejado por el paso del tiempo y el uso exhaustivo, Adif ha realizado en los últimos años varias intervenciones para mejorar su funcionamiento: modernización de catenaria (2004), sustitución de desvíos en Nuevos Ministerios y Recoletos (2008), obras de mantenimiento (2009), arreglo de filtraciones en la plataforma y corrección del gálibo de la catenaria (2012), renovación de ventilación y eliminación de marquesina en Recoletos (2016), además de otras reparaciones puntuales, que han supuesto su cierre durante breves periodos. Pese a estas reformas parciales, las incidencias en el tramo no han dejado de crecer, y cada una de ellas ha supuesto retrasos para miles de viajeros. Solo entre 2014 y 2018, Adif ha contabilizado 225 incidencias, con una media de 28 trenes afectados y 316 minutos de retraso por suceso. La mayor parte se ha debido a las instalaciones de control y gestión de tráfico y a la vía (estas últimas causan los mayores retrasos), según datos de Adif.

► Tren en fase de pruebas en los andenes abovedados de la estación de Nuevos Ministerios.





► Trazado del túnel Atocha-Chamartín vía Recoletos.

Entre 2017 y 2018, un equipo multidisciplinar de técnicos del Ministerio de Fomento, Adif y Renfe analizó, en el marco de un estudio sobre la red de Cercanías de Madrid, el caso del túnel de Recoletos y sus singulares características de antigüedad (su construcción se inició en 1933), elevada demanda de movilidad (con grados de saturación cercanos al 100% en varias bandas horarias) e importancia para las Cercanías (cualquier afectación en el tramo repercute en la red). Como conclusión, el estudio determinó la necesidad de acometer una reforma integral de las instalaciones para modernizar y mejorar el servicio que el túnel presta a la ciudad. Para ello se proyectaron tres actuaciones: la sustitución de vía en balasto y traviesas de madera por vía en placa, la sustitución de la catenaria flexible por catenaria rígida y la modernización de la señalización ferroviaria. Dada la incompatibilidad de la actuación propuesta con el mantenimiento del tráfico ferroviario, el túnel debería cerrar durante varios meses.

La reforma integral del túnel, la obra más importante de su historia y estratégica para la red de Cercanías, se incluyó en un plan de acción urgente del Ministerio de Fomento, a ejecutar entre 2018 y 2019, comprendido a su vez en el Plan Integral de Mejora de Cercanías de Madrid (2018-2025). De hecho, según los responsables ministeriales, “es una de las obras más importantes” de ese Plan. Licitada en diciembre de 2018, la obra se adjudicó a principios de 2019 a media docena de empresas del sector, por un importe superior a 45 M€ (IVA incluido), desglosado en varios contratos. Los más importantes son los de renovación de vía y electrificación (24,1 M€) y de modernización de la señalización (10,1 M€), a los que se suman los relativos al suministro de material, como aparatos de vía (4,8 M€), traviesas (3,9 M€) y carril (1,9 M€). El plazo fijado para la obra ha sido de seis meses, entre junio y noviembre, periodo que ha permitido hacer coincidir lo máximo posible el cierre del túnel con el periodo estival y minimizar así las afecciones.

## Cierre y condicionantes

Con carácter previo al inicio de los trabajos, Renfe interrumpió el tráfico por el túnel y procedió a su cierre. Para mantener el servicio, la operadora desvió los trenes al vecino túnel de Sol, reforzando en horas punta los servicios de las líneas C3 y C4 que lo recorren al crecer la demanda de viajeros en Atocha, Nuevos Ministerios y Chamartín. Paralelamente, en coordinación con el Consorcio



Regional de Transportes, estableció un plan alternativo de transporte con autobuses de la EMT para cubrir el recorrido Atocha-Nuevos Ministerios, con parada en Recoletos, y retorno para hacer trasbordos de tren a autobús. En este periodo, además, Renfe implantó un servicio especial de trenes en el Corredor del Henares, entre Guadalajara y Chamartín por la vía de contorno de O'Donnell, que se ha mantenido tras la reapertura del túnel.

Las obras, iniciadas el 2 de junio, se han llevado a cabo durante 5,5 meses. El ajustado plazo ha sido uno de los retos de la obra, dado que el objetivo era minimizar el tiempo de interrupción del servicio. Para ello, la dirección de obra, ejercida por Adif, y las empresas han destinado un equipo de más de 120 profesionales, que han trabajado 24 horas diarias los siete días de la semana, en tres turnos, tanto en las tareas asignadas como en la resolución de imprevistos (filtraciones de agua, etc.), para terminar en plazo, lo que han conseguido. Otro condicionante ha sido la propia estructura del túnel, construido con técnicas de los años 30 del pasado siglo, con secciones cambiantes e irregulares, bóvedas de ladrillo y un gálibo reducido, que los ingenieros han tenido que encajar en el proyecto y en la obra, adaptando en la medida de



► Infografía de situación inicial y final del túnel. Izquierda, plataforma de los andenes 2 y 4 de la estación de Nuevos Ministerios con las vías levantadas.

## Un cincuentón con pasado

El túnel Atocha-Chamartín vía Recoletos es uno de los tres enlaces ferroviarios subterráneos que atraviesan Madrid de sur a norte conectando ambas estaciones (los otros dos son el túnel oeste de Sol y el túnel este de alta velocidad, de próxima puesta en servicio). Es el más antiguo de los tres, con 52 años de actividad cumplidos, aunque el proyecto se remonta a la Segunda República. Su origen está en el Plan de Enlaces Ferroviarios de Madrid (1932) propuesto por el ministro de Obras Públicas, Indalecio Prieto, que preveía una conexión pasante de sur a norte para resolver el problema de la falta de conexión de las líneas confluyentes en Madrid, condenadas a *morir* en alguna de las estaciones término situadas en el sur (Norte, Delicias y Atocha, incomunicadas entre sí), sin posibilidad de enlazar con otras líneas. La solución elegida fue un túnel bajo el eje de los paseos del Prado, Recoletos y Castellana que conectara Atocha (en el sur) con la futura estación de Chamartín (en el norte), prolongando luego la vía hasta Fuencarral, y que además impulsaría el crecimiento planificado de Madrid hacia el norte. Las obras de este túnel, bautizado como "tubo de la risa" por la prensa contraria al proyecto, arrancaron en abril de 1933, pero fueron interrumpidas por la Guerra Civil.

Tras la contienda, con nuevos planes que priorizaban el enlace con entrada por el norte de Madrid, y en vista de los avances de la obra (varios tramos estaban finalizados), se retomó la excavación y la construcción de las estaciones. El túnel se inauguró en julio de 1967 con dos nuevas estaciones (Chamartín y Nuevos Ministerios) y dos apeaderos (Recoletos y Atocha), y servicios cada 15 minutos entre Atocha Apeadero y Chamartín, además de dar paso a los trenes de la línea Madrid-Cercedilla-Segovia. En las décadas siguientes, con el auge de la movilidad, el túnel cobró importancia para las conexiones norte-sur y se consolidó —ya con la estación de Atocha-Cercanías (1992)— como eje estratégico de la red de Cercanías. La falta de capacidad mostrada a principios de siglo se resolvió en 2008 con el nuevo túnel de Sol, que absorbió parte del tráfico. La reforma de 2019 ha revitalizado a este túnel cincuentón, que hoy acoge con renovada eficacia el tránsito de 470 trenes diarios, con frecuencias de paso similares a las del metro.

► Carril y traviesas a la espera del hormigonado definitivo para constituir la vía en placa.



lo posible la normativa del siglo XXI a un túnel de estas características. Finalmente, la coordinación y sincronización de trabajos de naturaleza muy dispar, a cargo de distintas empresas, ha sido otro factor que ha habido que gestionar para cumplir el cronograma de obras.

## Desarrollo de las obras

La primera actuación de la reforma ha sido la renovación de vías y catenaria. El ámbito de esta obra civil, según el proyecto, ha abarcado desde el inicio de la vía en placa existente en la estación de Atocha-Cercanías sentido Chamartín (vías 1, 2, 3, 4 y 5) hasta la salida del túnel junto a la terminal de Chamartín, incluyendo las transiciones entre la nueva vía en placa a ejecutar y la vía sobre balasto existente. En el tramo se ha sustituido la superestructura de vía en balasto y traviesa de madera por vía en placa, y se ha cambiado la catenaria flexible existente por catenaria rígida, salvo en la cabecera





de Atocha, donde se han renovado los elementos de electrificación por otros similares. Los nuevos elementos instalados ofrecen mayor solidez y fiabilidad que los desmontados.

Secuencialmente, esta obra se ha iniciado con el levante de las vías existentes (primero una y después la otra, siempre en sentido Atocha-Chamartín), la retirada de la capa de balasto que las soportaba y el saneamiento del solado a lo largo de más de 7 kilómetros. En total, se han levantado mediante grúas 15 kilómetros de vía (carril y traviesas) en parejas de 18 metros, que se depositaron en un tren formado por 13 plataformas para su traslado y tratamiento a una zona de acopio en la antigua estación de O'Donnell. A continuación, el equipo de obra ha retirado más de 35.000 metros cúbicos de balasto silíceo, con el apoyo de trenes de 12 tolvas cada uno (con una capacidad de 35 metros cúbicos cada uno). Una vez liberada la plataforma, el siguiente paso ha sido la construcción de la vía en placa, consistente en un hormigonado previo de limpieza, el tendido de traviesas, carril y aparatos

de vía, y el posterior hormigonado definitivo. Por debajo de estos elementos se ha colocado en algunos puntos manta antivibratoria, para amortiguar las vibraciones y proteger estructuras sensibles. En total, para ejecutar la vía en placa en todo el túnel se han empleado 30.000 metros de carril de 60 kg/m, 24.500 traviesas bibloque y 16 aparatos de vía, que han quedado embebidos en hormigón tras el vertido de 23.000 metros cúbicos de este material.

► Trabajos con máquina en la plataforma de la estación de Nuevos Ministerios.

### Unidades de obra

Vía en placa	15.700 m
Carril 60 kg/m	29.345 m
Traviesas bibloque	24.464 ud
Aparatos de vía	16 ud
Catenaria	17.000 m
Hormigón	27.000 m <sup>3</sup>
Manta antivibratoria	9.758 m <sup>2</sup>



► Vista de la inacabada estación de Recoletos desde la cabina de un tren en pruebas.

En paralelo a estos trabajos en la plataforma inferior del túnel, en la parte superior se ha procedido al desmantelamiento de más de 15 kilómetros de la línea aérea de contacto que pro-

### La reforma del túnel ha incluido la instalación de la versión digital del sistema de mando, control y señalización

porciona energía a los trenes, de tipo flexible a base de cobre, y a su posterior sustitución por otra catenaria de tipo rígido, en una longitud de casi 17.000 metros. Esta operación ha requerido el montaje previo de más de 2.400 soportes en la bóveda del túnel para sustentar la nueva catenaria.

Con la fase de vía y electrificación ya avanzada, se han simultaneado los trabajos iniciales de instalación de los nuevos sistemas de control del túnel, que han

supuesto la completa renovación de los sistemas de señalización y protección del tren, además de nuevas comunicaciones fijas tren-tierra. En concreto, se ha sustituido el enclavamiento eléctrico de la estación de Nuevos Ministerios por otro electrónico (como en las estaciones de Atocha-Cercanías y Chamartín) y se han implementado los bloqueos necesarios con estas dos estaciones colaterales. También se ha adaptado la señalización, configurándose una redistribución de los cantones existentes (tramos de vía protegidos por una señal, para evitar colisiones) para maximizar así la capacidad de circulaciones que transitan por el túnel. Asimismo, se ha sustituido el sistema de control, mando y señalización ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) existente por el ASFA Digital, con mayores prestaciones, lo que ha requerido el despliegue de nuevas balizas en el túnel. Todo el cableado de señalización y telecomunicaciones, antes perchado, se ha renovado y reubicado en canalizaciones hormigonadas.

En la fase final, una vez terminados todos los trabajos, los técnicos de Adif y Renfe han compro-



## Obras complementarias

En paralelo a la reforma del túnel, Adif ha realizado en verano intervenciones complementarias en tres estaciones del tramo (Recoletos, Chamartín y Atocha-Cercanías). En Recoletos se han llevado a cabo mejoras de la accesibilidad y del sistema de evacuación (nuevos ascensores y accesos al exterior), además de otras actuaciones (refuerzo de bóvedas y galerías, impermeabilización, nueva señalética), algunas aún en ejecución. En Chamartín, las obras, en curso, comprenden una nueva configuración de la cabecera sur para adaptarla a la gran reforma a ejecutar en próximos años y la reforma del vestíbulo soterrado de Cercanías. Y en Atocha-Cercanías se ha renovado parte de las escaleras mecánicas del andén vías 1 y 2, primer paso para sustituir todos los equipos elevadores de la estación. La inversión en estas mejoras supera los 30 M€.



Las intervenciones estivales de Adif se han extendido a dos estaciones de Cercanías más. En Méndez Álvaro se ha completado la mejora estructural de la estación en superficie. La obra ha consistido en la consolidación del terreno sobre el que se asienta con inyecciones de impregnación para resolver las patologías existentes en vías y andenes, operación que ha interrumpido durante dos meses el servicio entre Delicias y Atocha-Cercanías, obligando a establecer un plan alternativo de transporte con autobuses entre ambas estaciones. Y en Príncipe Pío se ha aumentado la capacidad de vías para servicios comerciales mediante un nuevo andén.

bado que los nuevos sistemas e instalaciones cumplen con los parámetros de seguridad, homogeneidad, fiabilidad y estabilidad exigibles por la normativa para túneles ferroviarios. En esta fase, el protagonismo ha recaído en los trenes y maquinistas de la operadora pública, que han realizado un número no determinado de viajes por el trazado renovado para verificar el funcionamiento

de la nueva superestructura en situaciones estándar y extraordinarias, así como su interacción con el tren. Concluidas con éxito las pruebas, Renfe restableció el servicio el domingo 17 de noviembre con las frecuencias de un festivo, aunque la prueba de fuego llegaría al día siguiente, cuando las frecuencias de una jornada laboral crecen hasta acercarse a las que registra el metro.





► Un automotor de la serie 447 de Renfe hace su entrada en la renovada estación de Nuevos Ministerios.

## Beneficios de la reforma

La reforma del túnel se ha traducido, desde su reapertura, en la prestación de un servicio de mayor calidad, con importantes beneficios para los usuarios, para el gestor de la infraestructura y para la operadora. Por un lado, se ha mejorado la fiabilidad de la línea y de sus instalaciones, asegurando la regularidad de las circulaciones en un tramo de elevado tráfico y reduciendo la posibilidad de incidencias que afecten al servicio entre las estaciones de Atocha-Cercanías y Chamartín (las dos más concurridas de Madrid), precisamente una de las principales razones que ha impulsado las actuaciones.

Por otro, se ha reforzado de forma importante la seguridad de la circulación al disponer de enclavamientos electrónicos en todas las estaciones del trazado, así como de nuevos bloqueos y de un sistema de acantonamiento de vías más ágil. Especialmente relevante para incrementar la seguridad es el despliegue en vías y trenes del sistema de protección automático ASFA Digital, más avanzado que el analógico, que supervisa continuamente la velocidad y aporta mayor información al maquinista, frenando de forma automática ante determinadas señales y minimizando la posibilidad de fallo humano. Otro elemento que eleva el nivel de

seguridad del túnel es la vía en placa, más estable que la vía en balasto y que facilita la evacuación en caso de emergencia.

La menor necesidad de mantenimiento, y por tanto la reducción de los costes, es otra ventaja adicional de la nueva superestructura, concretamente para el gestor de las vías. En el caso de la catenaria rígida, por ejemplo, el nivel de desgaste es menor que la flexible, algo fundamental en una línea con tráfico diario, y además la sustitución de elementos la hace de forma automática una máquina especializada.

Por último, los usuarios que han viajado por el túnel renovado tienen la sensación de que la circulación de los trenes es ahora más suave y silenciosa que antes, comparándola con la del túnel de Sol, construido 40 años después. A esta mejora en el confort contribuye la nueva vía en placa, que limita las vibraciones del tren, pero también la catenaria rígida, cuya interacción con el pantógrafo (mecanismo sobre el techo del tren que lo conecta con la línea aérea de contacto y le suministra la fuerza de tracción para moverse) mejora el deslizamiento, evitando saltos e interrupciones.

Javier R. Ventosa / Fotos: Adif