

Fomento



Granada

- ▶ GRANADA, conectada a la red de alta velocidad
- ▶ Implantación de la metodología BIM en la red aeroportuaria
- ▶ 50 años del Catalán Talgo, el primer tren que nos unió a Europa
- ▶ Proyecto Inframix: ensayo de vehículos autónomos en la AP-7

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza



Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Sumario

taff

Edición y coordinación de contenidos:

Centro de Publicaciones.

Página web:

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Colaboran en este número:

Javier R. Ventosa y Jorge Torrico

Comité de redacción:

Presidencia:

Jesús M. Gómez García.

(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:

Angélica Martínez Ortega

(Secretaria General Técnica).

Vocales:

Alfredo Rodríguez Flores

(Director de Comunicación),

Francisco Ferrer Moreno

(Director del Gabinete de la Secretaría

de Estado de Infraestructuras,

Transporte y Vivienda),

Belén Villar Sánchez

(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),

Mónica Marín Díaz

(Directora del Gabinete Técnico de la

Secretaría General de Infraestructuras),

Roberto Angulo Revilla

(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Transportes)

y María Isabel Badía Gamarra

(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Vivienda).

Dirección:

Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67.

28071 Madrid.

Teléf.: 915 970 000. Fax: 915 978 470.

Suscripciones:

91 597 72 61

Esmeralda Rojo.

E-mail: cpublic@fomento.es

Dep. Legal: M-666-1958.

ISSNe: 1577-4929.

NIPOe: 161-15-006-6

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas.

Esta revista se imprime en papel 100% reciclado a partir de pasta FSC libre de cloro.

2

Conexión Alhambra

Entra en servicio la línea de alta velocidad Antequera-Granada



14

BIM en la digitalización de las infraestructuras aeroportuarias

Metodología Building Information Modelling: plataforma para garantizar el intercambio



22

Rompiendo barreras

Viaje conmemorativo del Catalán Talgo, el primer tren de ancho variable que unió Barcelona con Europa



30

Preparando la convivencia

El proyecto Inframix ensayará el tráfico mixto de vehículos autónomos y convencionales en una autopista española



38

Cuando el tren era correo

Un estudio recuerda los 150 años de historia durante los que el ferrocarril fue pieza clave de la distribución postal



46

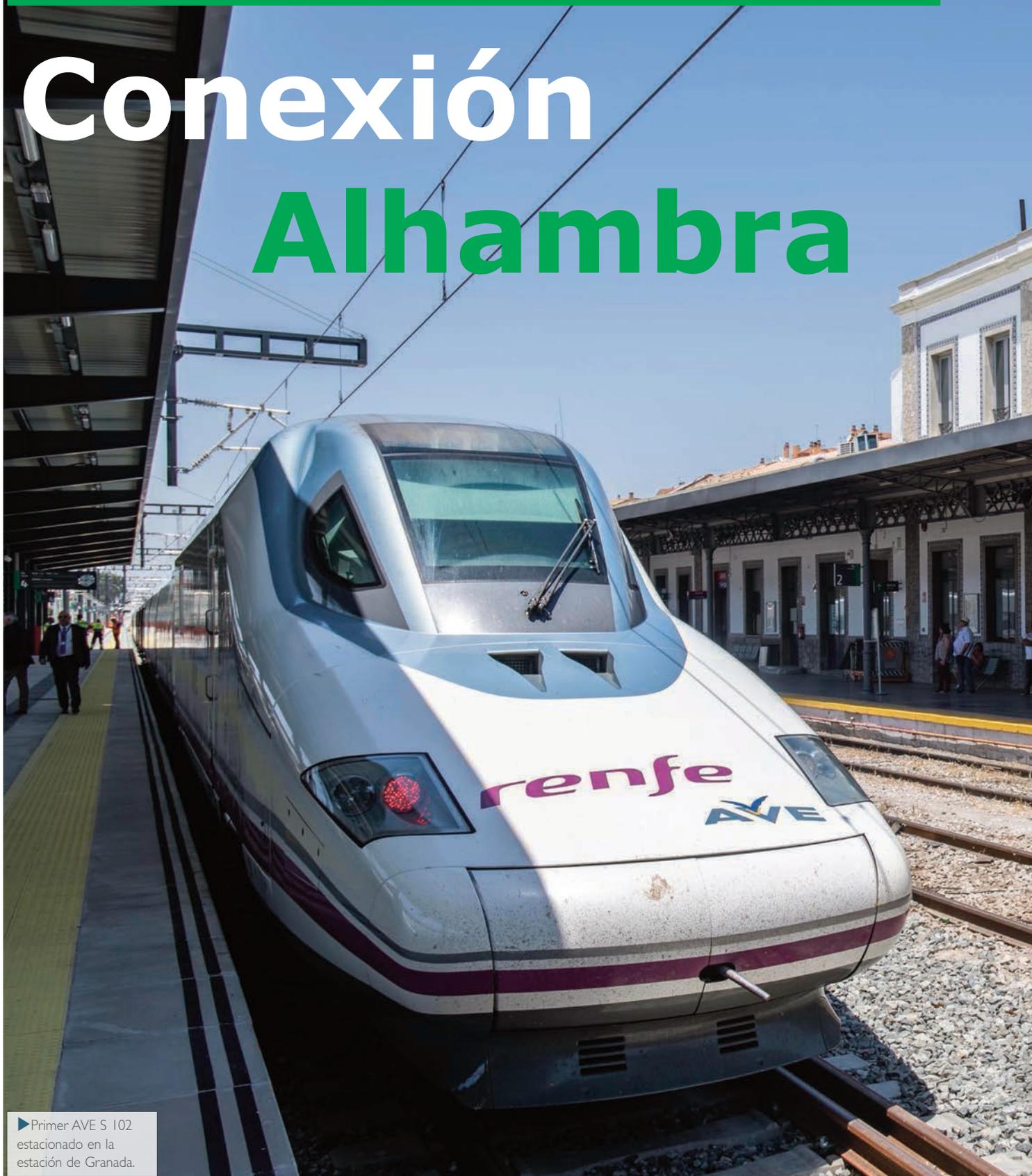
Las voces de un viaje excepcional

La primera vuelta al mundo en el Museo Naval de Madrid



Entra en servicio la línea de alta velocidad Antequera-Granada

Conexión Alhambra



► Primer AVE S 102 estacionado en la estación de Granada.



La línea de alta velocidad Antequera-Granada ya es una realidad tras su puesta en servicio a finales de junio. Esta infraestructura amplía en 122 kilómetros la extensión de la red AVE en Andalucía y conecta Granada en alta velocidad con Córdoba, Málaga, Ciudad Real, Madrid, Zaragoza, Lleida, Tarragona y Barcelona, recortando significativamente los tiempos de viaje y mejorando la seguridad de la circulación. Con la nueva línea, que se perfila como un instrumento de gran valor para potenciar el tirón turístico de la ciudad de la Alhambra (tres millones de visitantes en 2018), Granada se ha incorporado como 27.ª capital española a la red AVE.

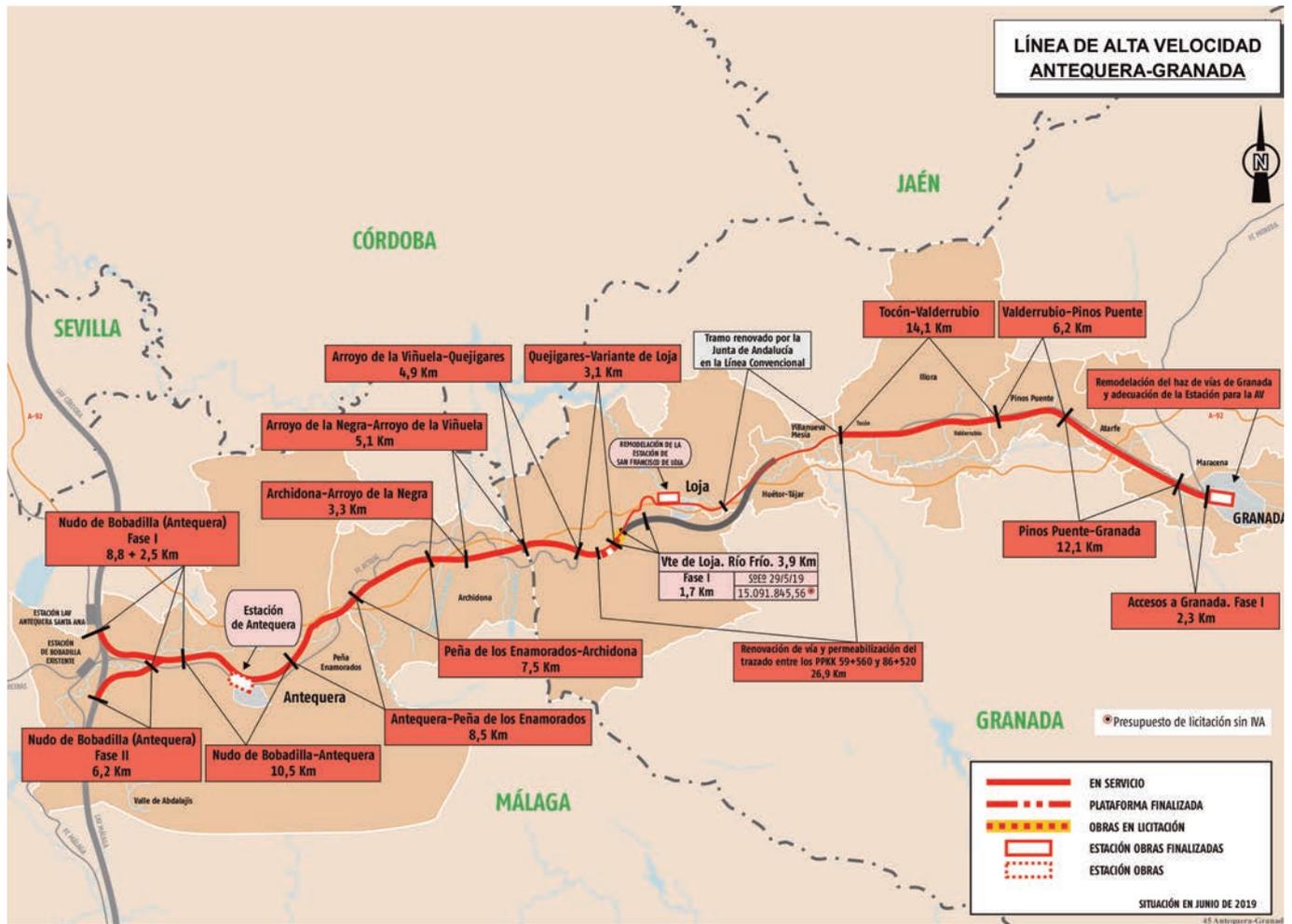
El viaje inaugural en la nueva línea fue realizado el 25 de junio por un tren AVE S 102, que cubrió el trayecto Madrid-Granada trasladando al presidente del Gobierno en funciones, al ministro de

Fomento en funciones y a los presidentes de Adif y Renfe, entre otras autoridades, con parada intermedia en la estación de Antequera-Santa Ana para recoger al presidente de la Junta andaluza. A su llegada a la estación término, el presidente del Gobierno subrayó que la nueva conexión de alta velocidad, que une Granada con varias capitales españolas en tiempos muy competitivos respecto a la carretera (Madrid queda ahora a poco más de 3 horas), será “un acelerador histórico para el progreso de la ciudad”, ya que supondrá “más empleo, más turismo y más desarrollo económico no solo para Granada, sino también para la provincia, para Andalucía y para el conjunto del país”. Agregó que, como parte integrante del Corredor Mediterráneo, la línea Antequera-Granada «es una apuesta por la integración europea».

Por su parte, el ministro de Fomento en funciones resaltó que con la nueva infraestructura de alta velocidad “comienza la mejora del transporte y la movilidad global en el sur peninsular”. Y es que la línea Antequera-Granada es un relevante paso

► Dos trenes AVE en la terminal de la nueva línea de alta velocidad, con la Alhambra y el Albaicín de fondo.





para extender la red de alta velocidad española en el sur de la Península, al establecer nuevas conexiones desde Andalucía con el centro y el noreste peninsular (Madrid, Barcelona y cuatro capitales de provincia más). Pero también es fundamental para mejorar las conexiones interprovinciales en Andalucía, al establecer una serie de nuevas relaciones ferroviarias de alta velocidad entre Granada y varias capitales andaluzas (Córdoba, Málaga, Cádiz y próximamente Sevilla), además de mejorar las conexiones con Almería y con otras ciudades de esta comunidad. En este sentido, la nueva línea es un instrumento destacado al servicio de la vertebración territorial. La apertura de la línea, por otra parte, ha puesto fin a las dificultades de la conexión ferroviaria entre Madrid y Granada, interrumpida durante meses precisamente por las obras de la nueva infraestructura.

Renfe inició la explotación comercial de la línea al día siguiente de la inauguración mediante el establecimiento de tres servicios AVE por sentido entre Madrid y Granada, con una oferta diaria de

unas 2.000 plazas, así como un servicio diario por sentido entre Granada y Barcelona, con otras 730 plazas. Los trenes S 102 y S 112 destinados a esta línea emplean entre 3 horas y 5 minutos y 3 horas y 19 minutos en recorrer los 568 kilómetros del trazado de alta velocidad Granada-Madrid, con una mejora de los tiempos de viaje de 1 hora y 20 minutos respecto al servicio Altaria, y de 50 minutos respecto al servicio combinado AVE+bus hasta ahora existente. En el caso de Barcelona, el trayecto de 1.240 kilómetros que lo separan de Granada se cubre ahora en 6 horas y 25 minutos. A los beneficios que aporta la nueva línea en términos de rapidez se suman las mejoras en seguridad (con trenes y tecnologías de última generación), comodidad (mejores trenes con más prestaciones y servicios), capacidad (aumento del número de plazas disponibles) y fiabilidad (la puntualidad de los trenes AVE supera el 95%).

La construcción de la línea Antequera-Granada, que forma parte del Corredor Mediterráneo de la Red Básica de las Redes Transeuropeas de Transporte



(RTE-T), fue encomendada por el Ministerio de Fomento a Adif y, posteriormente, a Adif Alta Velocidad. En la ejecución se han invertido 1.675 M€ (IVA incluido), de los cuales 724,9 M€ (el 43% del total) proceden de fondos europeos. El proyecto puesto en servicio ha consistido en la ejecución de

una nueva plataforma de alta velocidad en la mayor parte del trazado, y su equipamiento con superestructura de alta velocidad, más el acondicionamiento de la plataforma convencional en Loja para acoger trenes de alta velocidad y convencionales, solución habitual en otros países europeos para este tipo de

Actuaciones en marcha

La línea de alta velocidad Antequera-Granada ya está operativa, pero están en marcha diversas actuaciones, tanto en la propia línea –nueva estación de Antequera– como en líneas contiguas, así como otras en estudio –fase II de la integración en Granada–, que optimizarán su funcionalidad. Son estas:

- ✓ **Variante de Loja.** Nuevo trazado de alta velocidad en la parte central de la línea que evitará el paso por Loja y que acortará los tiempos de viaje. Adif Alta Velocidad licitó en junio la primera actuación de la futura variante, consistente en la conclusión del tramo Quejigares-Variante de Loja (incluido un viaducto no finalizado) y la construcción de la plataforma del tramo inicial de la propia variante, afectando a un tramo de 1,7 kilómetros de vía doble para tráfico exclusivo de viajeros. Actuación licitada por 18,2 M€ (IVA incluido), con plazo de ejecución de 22 meses.
- ✓ **Baipás de Almodóvar del Río.** Ramal de conexión entre las líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga que permitirá las relaciones directas Sevilla-Granada y Sevilla-Málaga sin parada en Córdoba, con una reducción de 20 minutos en los tiempos de viaje. Se trata de un ramal de 1,7 kilómetros en el entorno de Almodóvar del Río (a 24 kilómetros de Córdoba) que aprovechará los escapes ya instalados en ambas líneas para establecer la conexión. Obra licitada en mayo por un importe superior a 14,9 M€ (IVA incluido), con un plazo de ejecución de 20 meses.
- ✓ **Cambiador de ancho en Granada.** Infraestructura que conectará la línea de alta velocidad Antequera-Granada con la línea convencional Moreda-Granada, propiciando la continuidad del trayecto entre Granada y Almería o viceversa para los trenes de rodadura desplazable. Con ello se acortarán en cerca de hora y media los tiempos de viaje entre Madrid y Almería. Se construirá en el kilómetro 53,7 de la línea Moreda-Granada, a 3 kilómetros de la estación de Granada. La obra se adjudicó a finales de marzo por importe de 6,1 M€ (IVA incluido) y tiene un plazo de ejecución de 10 meses.

Trazado de la línea

El trazado, dividido para su construcción en 12 nuevos tramos, más otros dos de acondicionamiento, se desarrolla en sentido oeste-este a través de los términos municipales de Antequera, Archidona (provincia de Málaga), Loja, Huétor-Tajar, Villanueva de Mesía, Íllora, Pinos Puente, Atarfe y Granada (provincia de Granada). Desde el punto de vista geométrico, el trazado en planta presenta curvas con un radio tipo de 7.000 metros y en alzado, rampas máximas de 30 milésimas. La orografía por donde discurre es suave en los extremos, atravesando las vegas de Antequera y Granada sin obstáculos, pero en la parte central el terreno es más complicado, en especial en Loja, donde el valle del río Genil se estrecha. En total, a lo largo del trazado se han construido 31 viaductos que suman cerca de 12 kilómetros y 7 túneles que totalizan unos 6 kilómetros, además de varios pasos superiores, pasos inferiores y una pérgola. La nueva línea discurre prácticamente en paralelo a la autovía A-92 (Sevilla-Almería) y en buena medida junto a la línea convencional Bobadilla-Granada, cruzando ambas infraestructuras en varias ocasiones.

► Boca del falso túnel de Antequera, al principio del trazado.

infraestructuras y que ha permitido anticipar la puesta en servicio de la línea. En una segunda fase, en la zona central del trazado está prevista la ejecución de una variante que completará el trazado de alta velocidad y que mejorará el potencial de la línea.

El origen de la nueva línea se sitúa al sur de la estación de Antequera-Santa Ana, en la línea Córdoba-Málaga, donde se ha configurado un nudo ferroviario con centro en Bobadilla que permite la conexión directa en alta velocidad entre Granada, Málaga, Córdoba y Madrid. En paralelo a la línea convencional, el trazado bordea Antequera por el norte, donde se construye la que será la primera estación de la línea. Desde esta ciudad vira hacia el noroeste y cruza sobre las autovías A-45 y A-92 —esta última mediante un viaducto de 2,5 kilómetros—, así como sobre la línea existente. Luego se desarrolla al norte de la A-92 entre campos de olivares, disponiéndose cerca de Archidona la bifurcación en la que se inicia el tramo de vía única. Más adelante, el trazado discurre de forma elevada (sobre el viaducto de Archidona, de 3,1 kilómetros, el más largo de la línea y segundo de España) y subterránea (por el túnel del mismo nombre, de 1,1 kilómetros), salvando la A-92 en dos ocasiones. Ya en la provincia de Granada, tras cruzar de nuevo sobre la línea convencional, que ahora queda al sur, se sitúa el túnel bitubo de Quejigares (3,3 kilómetros), cuyo trazado salva la autovía por cuarta vez.

Entre los p.k. 59,5 y 86,5, a su paso por los términos de Loja, Huétor-Tajar y Villanueva de Mea, se utiliza el trazado de la línea Bobadilla-Granada, acondicionada para la alta velocidad mediante la implantación de una vía única de ancho mixto electrificada y nuevos sistemas de señalización y comunicaciones, la remodelación de tres túneles, la construcción de una estación y la supresión de 13 pasos a nivel. El nuevo trazado de alta velocidad reaparece en Tocón, a 35 kilómetros de su destino. Siempre en sentido este por terrenos de pendientes suaves al norte de la Vega de Granada, discurre junto a la línea convencional, salvando carreteras y cauces, disponiéndose un semi Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET) en Íllora. A partir de Pinos Puente, gira hacia el sureste y enfila por el corredor existente hacia la zona metropolitana de Granada, en paralelo a la carretera N-432 y cruzando bajo cuatro autovías (A-92, futura variante exterior, A-92G y circunvalación A-44). En los accesos a Granada, la permeabilidad urbana del trazado en el barrio de La Chana se garantiza con un paso inferior bajo la antigua carretera de Málaga y la adaptación de otros cuatro pasos, uniéndose a la línea Granada-Moreda. Tras cruzar bajo el Camino de Ronda, finaliza en la playa de vías de la estación de Granada, en el casco urbano.



Vía y superestructura

El montaje de vía sobre la nueva plataforma de alta velocidad se ha ejecutado a lo largo de 93 kilómetros, abarcando dos grandes tramos: el primero, desde el enlace con la línea Córdoba-Málaga hasta la bifurcación de Riofrío, cerca de Loja, y el segundo, entre Tocón y los accesos



► Viaducto de Archidona (3,1 kilómetros), construido para evitar la afección a unos acuíferos.

a Granada. En el tramo intermedio de Loja, Huétor-Tajar y Villanueva de Mesía, así como en los accesos a Granada (2,3 km), la nueva línea utiliza durante unos 29 kilómetros la plataforma de la línea convencional, adaptada para tráfico mixto. Para la actual fase de explotación, Adif Alta Velocidad ha dispuesto sobre la plataforma una configuración de 30 kilómetros

de doble vía en ancho estándar (1.435 mm) entre el origen de la línea y la bifurcación de Archidona, y de 92 kilómetros de vía única – bien en ancho estándar o bien en ancho mixto con tercer carril (1.668/1.435 mm)– entre Archidona y la estación de Granada, soluciones que permiten el tráfico mixto de trenes AVE y convencionales.



La electrificación de la nueva línea está dotada con un sistema en corriente alterna de 2x25.000 voltios y 50 hercios de frecuencia. La alimentación de energía eléctrica a la línea se realiza mediante subestaciones de tracción, que transforman la tensión de 220 kV o 400 kV suministrada por Red Eléctrica Española a los 2x25 kV necesarios para la catenaria. Este sistema de alimentación, utilizado por Adif Alta Velocidad en las nuevas líneas de alta velocidad, permite ampliar la distancia entre las subestaciones de tracción, situándolas a unos 60-65 kilómetros, lo que se traduce en ahorro en instalaciones y en efectos sobre el medio ambiente. Este es el caso de la línea Antequera-Granada, que para garantizar el suministro a toda la infraestructura dispone de dos subestaciones de tracción cerca de Archidona e Íllora, más tres centros de auto-transformación asociados a cada una de ellas.

En el capítulo de control de tráfico y seguridad, la línea dispone como sistema principal del ERTMS nivel 2 (el más avanzado del mercado) y del ASFA como respaldo. El sistema de comunicaciones

móviles implantado es el GSMR (digital e inalámbrico), desarrollado para la comunicación entre el tren, la vía y los centros de control. Todas estas tecnologías de control, seguridad del tráfico y comunicaciones, más las relativas a electrificación, telemando de energía o información al viajero están integradas en el Puesto de Mando de Alta Velocidad, uno de los cuatro en servicio en España. Desde este centro, situado en la estación de Antequera-Santa Ana, se gobiernan, con apoyo de la plataforma de regulación del tráfico Da Vinci, las líneas de alta velocidad Córdoba-Málaga y Antequera-Granada.

Estaciones

La línea incluye en su trazado tres estaciones preparadas para acoger trenes AVE y convencionales, Antequera, Loja y Granada, de las cuales las dos últimas están operativas. La terminal de Antequera, concebida como parada para los trenes que conecten Granada y Málaga sin necesidad de des-

► Vista parcial del viaducto sobre el río Guadalhorce y la autovía A-92 (2,5 kilómetros), en la Vega de Antequera.

► AVE S 102 en pruebas sobre el viaducto de Archidona, con su característica pila triangular a mitad de la estructura.



Servicios y precios

A partir del 26 de junio, Renfe ha establecido tres servicios AVE por sentido entre Madrid y Granada, con salidas desde la capital española a primera hora de la mañana (7.20 horas), al mediodía (14.35 horas) y por la tarde (19.35 horas), y desde Granada a las 7.10, 15.00 y 19.18 horas. El viaje se completa en un tiempo comprendido entre 3 horas 5 minutos y 3 horas 19 minutos, en función de las paradas. En la línea Madrid-Granada hay paradas intermedias en Ciudad Real (ahora a 2 horas 27 minutos de Granada), Córdoba (a 1 hora 27 minutos), Puente Genil (a 1 hora), Antequera (a 47 minutos) y Loja (a 21 minutos).

Para la conexión Barcelona-Granada, Renfe ha programado un servicio diario por sentido, con salida a las 6.50 horas desde la capital catalana y a las 15.35 desde la ciudad andaluza. Esta relación permite también la conexión desde Granada, sin parada en Madrid, con Zaragoza (4 horas 30 minutos), Lleida (5 horas 10 minutos) y Tarragona (5 horas 50 minutos).

En Andalucía, la nueva línea permite ocho conexiones diarias entre Granada y Córdoba; dos nuevas frecuencias diarias entre Granada y Málaga, con parada en Antequera-Santa Ana, en 1 hora y media; y el viaje combinado Granada-Cádiz en 4 horas y 20 minutos con enlace en Córdoba. La conexión directa entre Granada y Sevilla se establecerá cuando entre en servicio el baipás de Almodóvar del Río.

En materia de precios, Renfe lanzó una oferta promocional de billetes reducidos que en las primeras tres semanas ha superado los 55.000 tickets vendidos. Para el servicio regular, los precios del billete del AVE Madrid-Granada se han fijado en 80,30€ en clase turista y en 64,25 € la tarifa de ida y vuelta. El servicio AVE con Barcelona tiene un precio de 118,10€ para el billete sencillo con tarifa flexible y de 94,50€ para la tarifa de ida y vuelta. Al tratarse del servicio AVE, los viajeros tienen acceso a tarifas con mayores descuentos, que permiten rebajas de hasta el 70% sobre la tarifa base del billete.

viarlos a Antequera-Santa Ana –distante 18 kilómetros–, así como para el trasbordo de pasajeros entre la línea de alta velocidad y la convencional, está en fase de ejecución avanzada tras la reanudación de sus obras en febrero, y se espera que esté operativa en 2020. Su concurso no es imprescindible para la operatividad de la nueva línea. Esta estación, que se construye al norte del casco urbano, dispondrá de un edificio de viajeros de 1.418 m² y dos andenes soterrados bajo el mismo, uno de ancho estándar y otro de uso mixto, que darán servicio a cinco vías (cuatro de ancho estándar y la quinta en ancho ibérico). Actualmente se procede a la construcción del edificio sobre la losa de cubrimiento de andenes, previamente ejecutada, así como de los accesos rodados y peatonales. También está en ejecución el ramal de conexión de la línea convencional a la estación. La inversión en estas obras supera los 16,6 M€ (IVA incluido).

En el marco de la adecuación del trazado convencional a su paso por la comarca de Loja se ha construido una estación intermedia en Loja, consistente en un nuevo edificio de viajeros de carácter funcional. Las actuaciones han incluido también la prolongación del andén principal hasta 400 metros, la construcción de un andén secundario y un cambio en la configuración de vías, dejando una vía general y otra vía de apartado, ambas dotadas de tercer hilo. Un paso inferior garantiza la accesibilidad entre andenes, mientras en el exterior se ubica un parking para 16 vehículos.

En Granada, donde se sitúa la estación término de la línea, Adif Alta Velocidad ha llevado a cabo un programa de remodelación, rediseño y acondicionamiento de las instalaciones para atender el incremento de la demanda de viajeros que acarreará la llegada del AVE. Estas actuaciones han reconfigurado las instalaciones de la estación de

Andaluces buscando una mayor racionalidad, con objeto de garantizar la accesibilidad, la mejora de los flujos de viajeros y la intermodalidad, así como una mayor capacidad para el estacionamiento de trenes y la movilidad de los viajeros. El importe de las obras ha sido de 12,6 M€.

La adaptación de la zona de viajeros ha incluido la reforma del edificio existente y su ampliación. Con ello se ha generado un complejo en forma de U que abraza el haz de vías y los andenes, formado por tres edificios que quedan unidos por la cabecera: la antigua estación, una nueva terminal perpendicular a esta y un edificio para los cuartos técnicos que cierra el conjunto por el sur. La ampliación se ha logrado mediante una marquesina que “cose” el edificio existente y el nuevo, se prolonga y se asoma a la plaza para marcar la nueva entrada –ahora situada entre el edificio existente y la ampliación–, y que conecta en su parte posterior con el acceso a la nueva estación de metro. El emplazamiento de esta terminal frente a la cabecera de los andenes evita el cruce bajo las vías para ir de un andén a otro. En el interior dispone de vestíbulo, zona comercial y área de embarque para alta velocidad, segregada para evitar la mezcla de flujos de viajeros. La terminal está revestida de un acristalamiento que permite ver la playa de vías y que en su fachada este se abre como un mirador a las vistas a la Alhambra y Sierra Nevada. En el edificio histórico se ubican ahora dependencias internas de Adif y de Renfe, así como la comisaría de policía.



► Arriba, pasillo ferroviario urbano en Granada y línea Granada-Moreda a la derecha. Izquierda, nueva terminal acristalada de la estación de Granada.



La playa de vías de la estación se ha remodelado por completo, disponiendo ahora de siete vías: tres para circulaciones en ancho estándar, tres en ancho ibérico sin electrificar y otra más equipada con tercer carril (ancho mixto). Se completa con otras dos vías remodeladas para mantenimiento ferroviario de la nueva línea (en ancho estándar), además de mantener tres vías de apartado y maniobra en ancho convencional. Asimismo, en la zona de andenes se ha procedido a la demolición y nueva construcción de los andenes 2 y 3 para adaptarlos a la alta velocidad y mantener las circulaciones en ancho convencional en el andén 1. Estos andenes, de 404 y 203 metros de longitud, se han cubierto con nuevas marquesinas. En perpendicular a los andenes se ha ejecutado un andén de cabecera que los conecta con el vestíbulo, estando protegido por la cubierta del vestíbulo que sobresale hacia la playa de vías.

La intermodalidad es uno de los aspectos que Adif Alta Velocidad ha primado en la remodelación de la estación. La conexión con el metro de Granada queda asegurada por un nuevo espacio público situado entre la nueva terminal ferroviaria y la estación Ferrocarril de la red suburbana, lo que permite un trasvase rápido de viajeros entre ambos modos de transporte. En el exterior, la nueva configuración de la plaza de accesos a la estación permite el acceso organizado de circulaciones mediante tres bandas paralelas a la fachada norte del edificio de viajeros existente, con carriles para taxis, vehículos y autobuses. En paralelo a la playa de vías, además, está prevista la construcción de un nuevo aparcamiento público para 360 plazas, a ejecutar por Metro de Granada. Y en materia de accesibilidad, al final de la playa de vías, en la margen izquierda del trazado, se ha ejecutado una pasarela peatonal que conecta el barrio de Los Pajaritos y el Camino de Ronda, separados por un desnivel de 5 metros de altura.

La adaptación de la terminal de Granada a los servicios AVE ha incluido la reforma del edificio existente y su ampliación

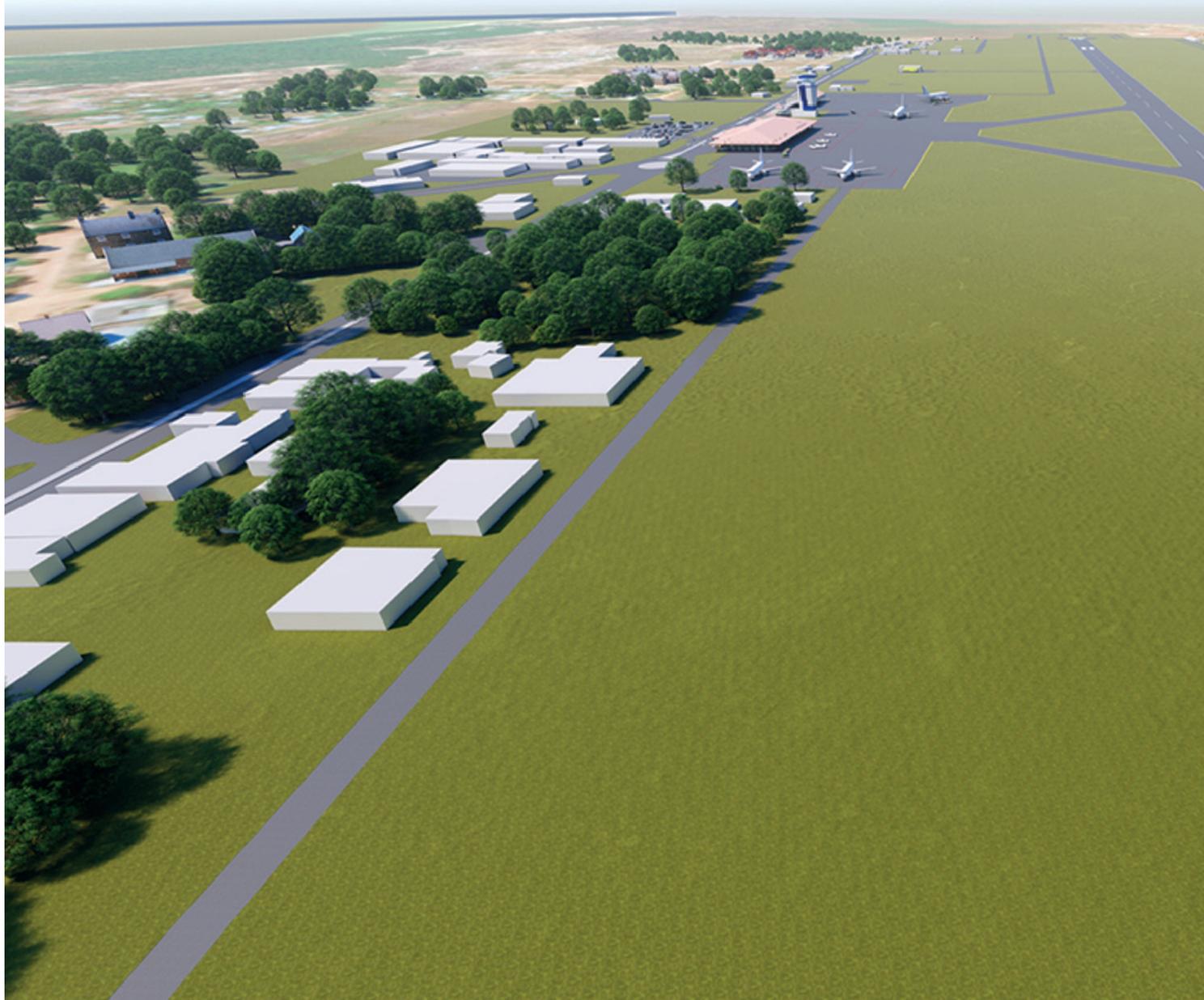
En el capítulo medioambiental, la construcción de la línea se ha ajustado a las medidas preventivas y correctoras previstas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para minimizar la afeción de la obra al entorno, entre ellas alguna tan relevante como la construcción del viaducto de Archidona —diseñado en la fase de proyecto para evitar la afeción a los acuíferos de la zona—, un nuevo viaducto para salvar el yacimiento arqueológico de El Tesorillo o los proyectos de rehabilitación agronómica y paisajística. Otro aspecto de interés ha sido la monitorización de los yacimientos arqueológicos localizados en el trazado, lo que ha permitido conservar un poblado prehistórico de finales del IV milenio a.C. (yacimiento Arroyo Saladillo), uno de los mayores complejos alfareros de la Cordillera Bética (yacimiento Arroyo Villalta) y los restos de una villa romana con varias esculturas. Algunas de las piezas arqueológicas localizadas en estos yacimientos se exhiben en el Museo de Antequera.

Javier R. Ventosa. Fotos: Adif Alta Velocidad / Renfe Patier

Metodología Building Information Modelling: plataforma para garantizar el intercambio de información digital y mejorar las formas de trabajo en el sector

BIM

EN LA DIGITALIZACIÓN DE
LAS INFRAESTRUCTURAS
AEROPORTUARIAS



Para los aeropuertos, infraestructuras grandes y complejas sujetas a constantes cambios, la integración de la información en un único modelo digital que proporciona la metodología BIM reviste una importancia fundamental. En España, los gestores de las infraestructuras y del espacio aéreo, Aena y Enaire, se han incorporado ya a este proceso de digitalización impulsado por el Ministerio de Fomento.

► BIM se puede aplicar a cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto, incluyendo la etapa inicial de planificación.



La sociedad actual está sometida a un profundo proceso de transformación con el paso del mundo analógico al digital. Un proceso comprometido con la sostenibilidad, entendiendo la digitalización como elemento facilitador del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, ya que permiten generar redes de transporte, energía y agua resistentes al clima, socialmente inclusivas (al contribuir a la disminución de la pobreza o al aumento del empleo) y que reduzcan las emisiones de carbono.

En estos últimos años, la creciente complejidad en la construcción de edificios e infraestructuras, especialmente en las grandes obras de ingeniería aeroportuaria, requiere el manejo de un volumen cada vez mayor de información y más control en la ejecución, para evitar o minimizar los incrementos de costes y de tiempos. En este sentido, los retos del momento actual pasan por conseguir la interoperabilidad entre los medios humanos y materiales mediante el uso de tecnologías como el internet de las cosas, la computación en la nube y la robótica; la virtualización de los procesos para su mejora, el uso de información en tiempo real y la descentralización de la toma de decisiones.

Y todo ello a partir de la generación y gestión de información digital relativa a las infraestructuras, en la que la metodología BIM, *Building Information Modelling*, desempeña un importante papel. ¿Y qué es BIM? No es una plataforma o un software, sino una metodología de trabajo colaborativa en la que todos los agentes implicados en un proyecto de construcción u obra civil aportan información a una única maqueta digital. Se genera así una gran base de datos integrada que permite gestionar la obra durante todo el ciclo de vida, desde su diseño hasta su construcción y mantenimiento posterior. BIM permite construir de una manera más eficiente, reduciendo costes y facilitando al mismo tiempo la toma de decisiones durante las distintas etapas de desarrollo de una infraestructura. El aeropuerto es una de las más representativas, por la



variedad, complejidad y gran consumo de espacio que requieren sus instalaciones. Es prácticamente una pequeña ciudad, sometida a importantes desafíos operativos y, además, una pieza esencial en la estructura orgánica del territorio en el que se ubica. Los aeropuertos son infraestructuras muy dinámicas que se transforman continuamente para atender a las necesidades de los usuarios y cumplir con las crecientes exigencias de calidad y servicio, por lo que, en este contexto, la trazabilidad y el control de la información digital adquieren especial relevancia.

Grandes actuaciones internacionales, como las ampliaciones de los aeropuertos de Oslo, Santiago de Chile, Denver, Tokio o Estambul, por poner algunos ejemplos, se están desarrollando bajo metodología BIM, con elevadas expectativas: se espera obtener, de acuerdo a algunos estudios específicos, ahorros entre el 5 y 10 por ciento en la fase de construcción y entre el 2 y 3 por ciento en la de explotación.

Experiencias BIM en los aeropuertos españoles

Aena apuesta por el cambio con un objetivo claro y compartido por otros gestores aeroportuarios internacionales: la integración de los datos en una

fuente única de información a lo largo de todo el ciclo de vida de una infraestructura. El operador español, el mayor del mundo por volumen de pasajeros, ha licitado desde 2017 más de 15 contratos con requisitos BIM en distintos aeropuertos de la red nacional –formada por 46 aeropuertos y dos helipuertos, por los que en 2018 pasaron 263 millones de pasajeros– lo que suma más de 85 M€ de inversión. La mayor parte son actuaciones de remodelación de las instalaciones como las de los aeropuertos de Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, Tenerife Sur, Reus y Sevilla, entre otros.

► Los modelos BIM permiten digitalizar los activos de un aeropuerto..

► Modelo del proyecto de ampliación del Dique Sur de la terminal T1 del aeropuerto de Barcelona-El Prat (Aena).





► El aeropuerto de Valencia será el prototipo BIM de Aena para la fase de explotación.

En paralelo, Aena ha desarrollado una estrategia de implantación progresiva de la metodología BIM, guiada por una hoja de ruta con horizonte temporal 2027, que, si bien puede parecer lejano, resulta muy ambicioso si se tiene en cuenta la magnitud y complejidad de sus activos y sistemas de gestión. Asimismo, ha previsto desarrollar un prototipo BIM de un aeropuerto completo, el de Valencia, enfocado a la explotación.

Una experiencia de gran interés ha sido la digitalización del edificio terminal T3 del aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas, donde uno de los principales objetivos era buscar la integración de la metodología BIM con sus sistemas de gestión de activos. Se eligió por ser de tamaño medio (60.000 m²), con una antigüedad de construcción también

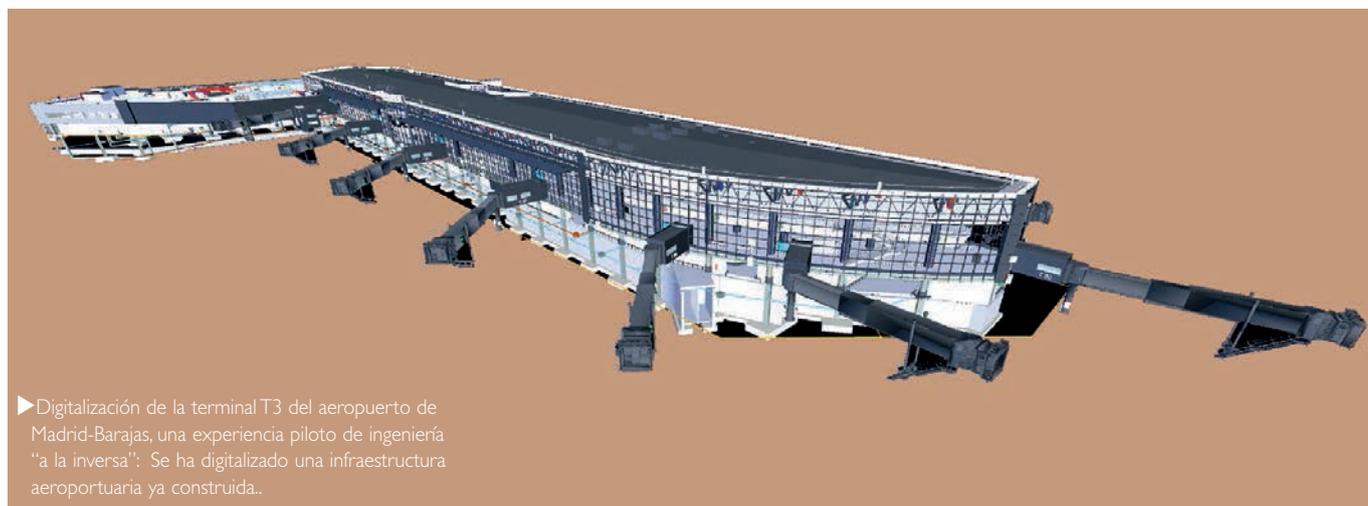
media, y porque es muy completo en cuanto a instalaciones: Sistema Automatizado de Tratamiento de Equipajes (SATE), sala VIP, facturación, etc.

Se ha llevado a cabo un proceso de ingeniería inversa, partiendo de lo ya construido hacia su virtualización. El proceso comenzó con el escaneado láser de todo el edificio, con un total de 237 posicionamientos, a fin de obtener información

confiable, actualizada y con una mayor precisión que la disponible en planos.

Este proyecto ha permitido obtener valiosa información acerca de cómo estructurar los modelos digitales, empleo de herramientas, clasificación y codificación de elementos y producción de documentación según los estándares internos. Otra importante conclusión obtenida apunta a la necesidad de estandarizar y unificar clasificaciones y codificaciones.

Aena ha desarrollado un ambicioso proyecto de implementación de la metodología BIM



► Digitalización de la terminal T3 del aeropuerto de Madrid-Barajas, una experiencia piloto de ingeniería "a la inversa": Se ha digitalizado una infraestructura aeroportuaria ya construida.

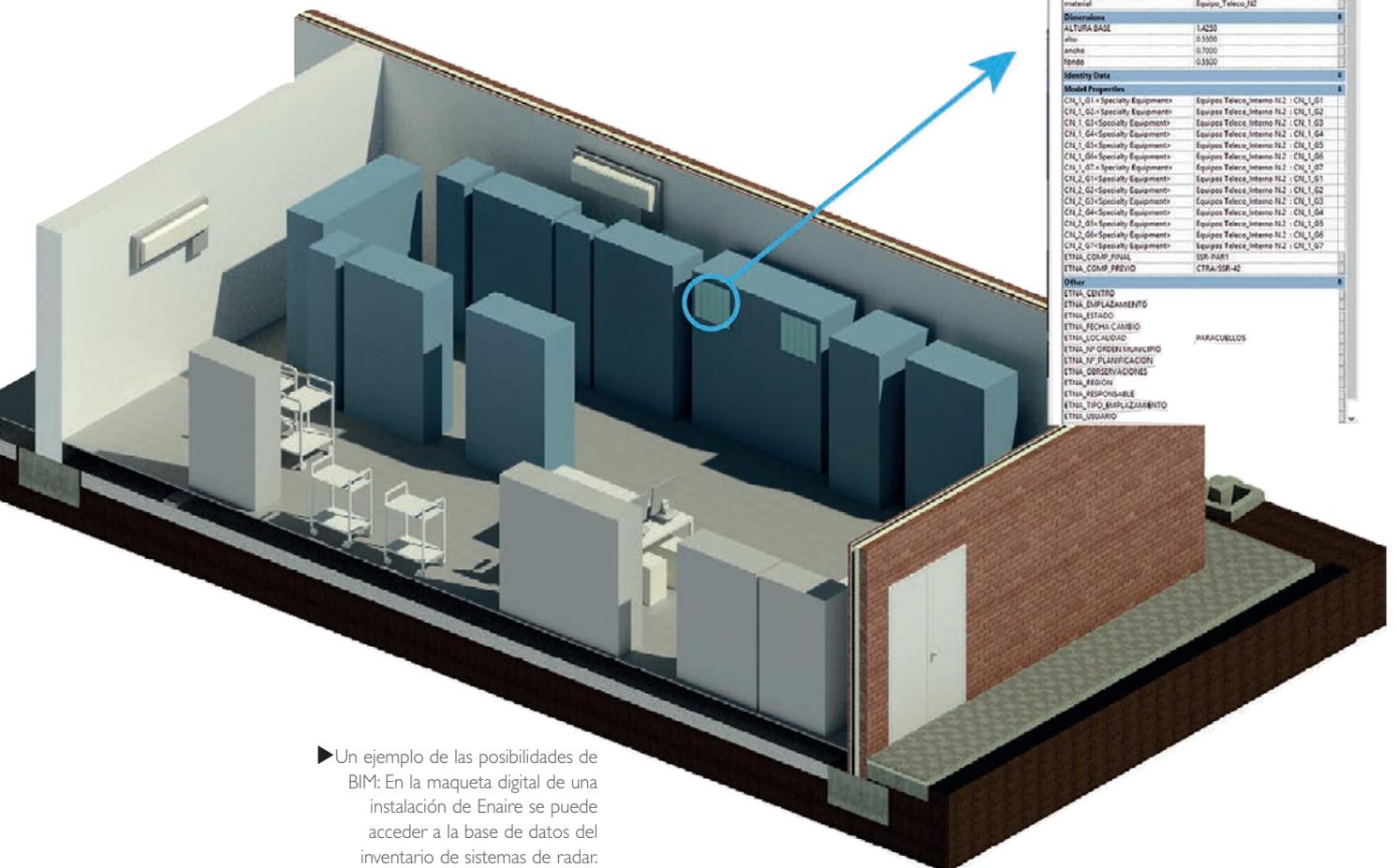
Por su parte, Enaire, adscrita al Ministerio de Fomento, tiene encomendada, además de la administración del tráfico aéreo, la gestión de las infraestructuras, instalaciones y redes de comunicaciones del sistema de navegación aérea, por lo que también está inmersa en este proceso de transformación, que ha iniciado recientemente. También en su caso el objetivo vuelve a estar orientado hacia la integración y centralización de la información de sus instalaciones. El proceso se articula en cuatro fases, dos de las cuales se encuentran actualmente en ejecución: diagnóstico e identificación de servicios. Estas dos primeras etapas son claves para establecer qué se espera del empleo de la metodología BIM en un rango de actividades muy amplio, que abarca desde la ingeniería de sistemas y de explotación hasta la gestión de sus propias sedes.

De forma simultánea se están llevando a cabo diversas experiencias, que se podrían calificar como “piloto”, en proyectos y obras, como las ya licitadas de la central eléctrica de Gran Canaria o el nuevo

edificio técnico en el ACC de Torrejón; así como la gestión de puestos y espacios en el edificio de Servicios Centrales de Las Mercedes (Madrid). Todas estas experiencias irán aportando importante información para la estrategia de implantación BIM.

Integración en el territorio

Como ya se ha dicho, las infraestructuras aeroportuarias se relacionan con la estructura territorial de su entorno, no solo como nodo de transporte sino como un elemento que genera distintos tipos de afecciones (servidumbres aeronáuticas, de seguridad, acústicas). Ello requiere un cambio bidireccional de escala, desde la escala territorial a la escala de la infraestructura,



► Un ejemplo de las posibilidades de BIM: En la maqueta digital de una instalación de Enaire se puede acceder a la base de datos del inventario de sistemas de radar.



► Modelo de información de la nueva sede de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), situada en el paseo de la Castellana 112, en Madrid.

y viceversa. Este cambio de escala introduce la necesidad de transmisión de información, o más bien, de integración de la información entre herramientas BIM y GIS (*Geographic Information Systems*, Sistemas de Información Geográfica) a fin de que se complementen entre sí. Ineco, la ingeniería del Grupo, ha integrado en el ámbito de la planificación aeroportuaria, y más concretamente en la realización de planes directores, ambas escalas.

Liderazgo público

La introducción de una nueva metodología de trabajo en un sector muy maduro como este necesita una acción centralizada, impulsada desde la Administración, que permita poner en común las diferentes visiones dentro de la industria y las ponga al servicio de una estrategia común. Este impulso desde la Administración se está realizando en dos fases: la primera, liderada por el Ministerio de Fomento, se

► En el centro, el subsecretario de Fomento, Jesús Manuel Gómez, con la presidenta de Ineco, Carmen Librero, (a la izquierda), y el subdirector BIM en Ineco, Jorge Torrico, con otros participantes en la jornada BIM celebrada el pasado 28 de junio en la sede de Ineco, ingeniería pública del Grupo Fomento.



ha centrado en la difusión, la concienciación y la creación de un cuerpo de documentación básica que soporte el proceso. En esta fase era importante garantizar un diálogo fluido entre los sectores público y privado, que se materializó con la creación de la Comisión es.BIM en julio de 2015, con cinco Grupos de Trabajo sobre diferentes temáticas (estrategia, personas, procesos, tecnología e internacional), con más de 120 profesionales implicados. Fruto de estos primeros trabajos fueron las primeras licitaciones públicas con requisitos BIM desde el Ministerio de Fomento y las entidades de su grupo.

La segunda etapa se centra en generalizar el uso de BIM en la contratación pública, para lo que se crea un órgano colegiado, la actual Comisión Interministerial, con el objetivo de establecer un plan de implantación coordinado para toda la Administración General del Estado, lo que supone un paso más allá en este proceso de implantación gradual. Creada a través de Real Decreto 1515/2018 del 28 de diciembre, está compuesta por 19 miembros: presidente, vicepresidente, secretario y 16 vocales de los ministerios de Fomento, Hacienda, Transición Ecológica, Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, del Interior, de Educación y Formación Profesional, de Industria, Comercio y Turismo, de Economía y Empresa, y de Ciencia, Innovación y Universidades. Además de la elaboración y seguimiento del plan de incorporación de la metodología BIM en la contratación pública, la Comisión representa a España en los distintos foros internacionales y canaliza el intercambio de información entre los distintos departamentos ministeriales, otros órganos de la AGE, las comunidades autónomas y las entidades locales.

En línea con Europa

Las acciones realizadas en España necesariamente han de ir coordinadas y alineadas con aquellas que se vienen realizando en Europa. Desde 2015, el Ministerio forma parte del EU BIM Task Group, junto con otras administraciones públicas europeas y bajo el paraguas de la Comisión Europea. Se trata de contribuir a las directrices europeas sobre mercado único y habilitar a la industria nacional a competir en igualdad de oportunidades en Europa y en todo el mundo.

Con múltiples países iniciando programas digitales, la posibilidad de fragmentación y el proteccionismo a través de enfoques nacionales constituyen un riesgo evidente. La colaboración proporciona ve-

racidad y solidez a los distintos planes nacionales que, a su vez, aumentan la probabilidad de implementar con éxito políticas de impacto en sus respectivos sectores reduciendo el coste de desarrollar una legislación y unas estrategias de digitalización propias. La visión del Grupo Fomento es aumentar el valor de la inversión pública en la generación y explotación de activos públicos y fomentar un sector de construcción digital, abierto y competitivo. La Comisión Europea apoya esta visión como parte de un ambicioso y más amplio plan de mejora de la competitividad del sector de la construcción, especialmente de las PYMEs.

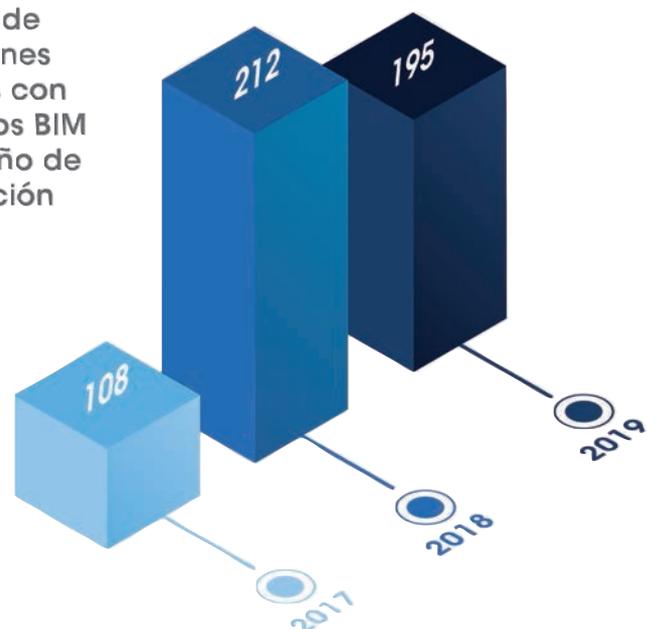
Otras experiencias BIM en el Ministerio de Fomento

El liderazgo del Ministerio de Fomento no se concreta únicamente en la creación de la Comisión Interministerial, sino que pretende dar ejemplo aplicando BIM en los proyectos de sus propios departamentos de Carreteras y Arquitectura. Ello requiere actuaciones en dos planos: en el de los recursos propios, dando formación y apoyo al personal involucrado, y en el de la ejecución, con el lanzamiento de diversas experiencias piloto y el desarrollo de manuales de utilización. Algunas de estas primeras experiencias son:

- Proyecto de la Autovía A-76 Ponferrada-Ourense, tramo Villamartín de la Abadía-Requejo (León) de 6,3 km de longitud (conversión en autovía del

► Sólo en el primer semestre de 2019, el número de licitaciones públicas con requisitos BIM prácticamente igualó al de todo 2018. Fuente: Observatorio Licitaciones BIM, julio 2019.

Número de Licitaciones Públicas con Requisitos BIM según año de publicación





► Aena, el mayor operador aeroportuario del mundo por volumen de pasajeros, ha licitado ya 15 contratos BIM.

tramo actual de la N-12): uno de los primeros ejemplos de una infraestructura vial desarrollada bajo metodología BIM.

- ▀ Rehabilitación del edificio del Ateneo Científico, Literario y Artístico de Madrid: catalogado como Bien de Interés Cultural (BIC), que será rehabilitado con un fondo de 2 M€ aportados por el Ministerio de Fomento. Ejemplo de aplicación durante la ejecución de las obras.
- ▀ Rehabilitación del Palacio de Cortiguera para usos culturales (Santander): Concurso de proyectos en el que se incluyen requisitos BIM para la elaboración tanto del proyecto básico como de ejecución.

BIM es el futuro

La digitalización será el lenguaje global para diseñar, construir y operar infraestructuras en todo el mundo, y creará nuevas oportunidades de crecimiento en los mercados internacionales, superando los límites del mercado interno europeo durante la próxima década. BIM se ha convertido

en la plataforma idónea para garantizar el intercambio de información digital y mejorar las formas de trabajo en el sector.

Los gestores de infraestructuras aeroportuarias y del espacio aéreo españoles, Aena y Enaire, se han incorporado ya a este proceso, aportando ya experiencias reales y dando pasos concretos para abordar la transformación con mayor seguridad y menor nivel de incertidumbre, con el objetivo claro de integrar y centralizar la información digital procedente de diversos sistemas.

En este escenario, cobran especial relevancia la coordinación de esfuerzos entre todos los agentes implicados y especialmente entre las administraciones del Estado; la estandarización para evitar la fragmentación y la progresividad a fin de evitar la creación de nuevas barreras a la libre competencia. Y todo ello bajo el liderazgo público que garantice que las acciones se lleven a cabo sin perder de vista los objetivos de eficiencia, sostenibilidad y seguridad.

Jorge Torrico. Subdirección BIM de INECO

Viaje conmemorativo del 50 aniversario del Catalán Talgo,
el primer tren de ancho variable que unió Barcelona con Europa

ROMPIENDO BARRERAS



Hace ahora 50 años, un tren Talgo de tercera generación comenzó a hacer historia al unir Barcelona con Ginebra y permitir a España entrar en la exigente red de la Trans Europ Express. El tren, un prodigio técnico de la época, incorporaba el sistema de rodadura desplazable exclusivo de Talgo, que facilitaba los cambios de ancho de vía sin molestias para los pasajeros, y sus vagones estaban equipados también con el máximo de confort. Su puesta en marcha comenzó a hacer posible que los Pirineos dejaran de ser la gran barrera entre nuestro país y el resto del continente.



José Luis Ábalos, ministro de Fomento en funciones, asistió el pasado 4 de junio al viaje conmemorativo del 50 aniversario de la primera conexión ferroviaria directa entre España y Europa, efectuada con el famoso Catalán Talgo que enlazaba las ciudades de Barcelona y Ginebra a través del sureste francés. El ministro quiso aprovechar el acto y recordar la importancia de aquel tren y sus singulares innovaciones técnicas “como un ejemplo de la excelencia de la tecnología ferroviaria española, reconocida en todo el mundo”,

y destacó también el valor internacional “tanto de Renfe como de Adif en el desarrollo de proyectos de alta velocidad en países de los cinco continentes”.

Y es que el Catalán Talgo, en un momento históricamente muy difícil, permitió a nuestro país entrar en la primera división de los ferrocarriles europeos, y romper también, de paso, muchas de las barreras sociales y culturales que, incluso más que las orográficas, representaban los Pirineos.



Por entonces, en 1969, los ojos del mundo seguían pendientes de la inminente y épica llegada del hombre a la Luna, una verdadera odisea del espacio prevista para el mes de julio y de la que las televisiones de casi todo el planeta daban cuenta con un despliegue de imágenes sin precedentes. En Europa, el Concorde, el primer avión comercial supersónico, superaba también con éxito sus primeras pruebas de vuelo. Eran signos y síntomas de que la ciencia y la técnica comenzaban a hacer posibles y reales escenarios de futuro antes solo

imaginarios. Por su parte, en España, se hacían también improbables esfuerzos por no quedar al margen de la modernidad y, sobre todo, del resto de países del inmediato entorno europeo. En un mundo cada vez más globalizado y en el que Europa daba día a día muestras de avanzar en unidad hacia estructuras políticas, económicas y sociales cada vez más compartidas, los Pirineos eran, más que una barrera montañosa, la divisoria y también el referente de cómo era preciso cambiar para no perder el tren del futuro.

► Tren conmemorativo, estacionado en la estación de Francia.

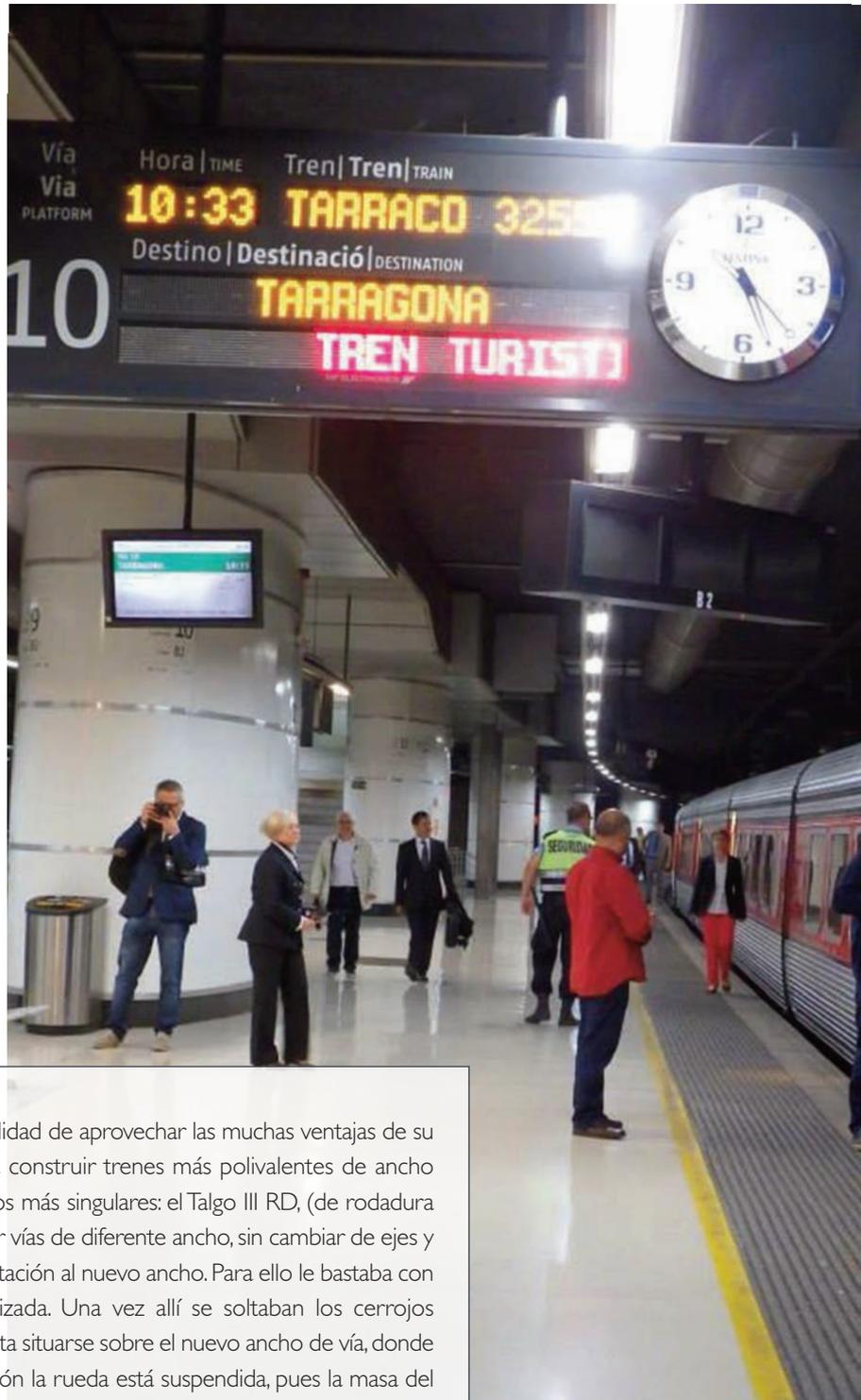


Joya ferroviaria

Y para superar esa barrera se puso a punto uno de los grandes logros técnicos del momento, la nueva joya de la corona en materia ferroviaria: un prototipo de tren Talgo de tercera generación que comenzó a hacer historia en la ruta Barcelona-Ginebra en la exigente red Trans Europ Express, una red organizada en 1957 a partir de la idea del presidente de la compañía ferroviaria holandesa F.Q. den Hollander y que era operada inicialmente por los ferrocarriles de Alemania, Francia, Suiza, Italia y Holanda, a la que luego se sumarían muchos más países hasta alcanzar 45 trenes distintos en circulación que unían unas 130 ciudades.

El Talgo III que empezó a operar desde el uno de junio de 1969 en el selecto club de trenes de la Trans Europ Express incorporaba como gran novedad el sistema de rodadura desplazable, patente de Talgo, que permitía efectuar el cambio de vía de ancho español al ancho francés sin ningún tipo de molestia para los pasajeros, con el tren en marcha, sin necesidad de que abandonaran sus asientos.

Para remolcar los trenes, Renfe incorporó inicialmente máquinas de la serie 3000 T/353, tanto en las vías españolas como en las francesas. Luego, un año más tarde, sumó locomotoras diésel BB de los ferrocarriles franceses (SNCF), y también, con posterioridad, a partir de 1971, locomotoras de la



Rodadura variable

Talgo, a partir de 1968, comenzó a estudiar la posibilidad de aprovechar las muchas ventajas de su diseño de ruedas independientes, en especial para construir trenes más polivalentes de ancho variable. De este modo surgió uno de sus prototipos más singulares: el Talgo III RD, (de rodadura desplazable). Fue el primer tren capaz de circular por vías de diferente ancho, sin cambiar de ejes y sin demorarse largos periodos de tiempo en la adaptación al nuevo ancho. Para ello le bastaba con pasar por una instalación completamente mecanizada. Una vez allí se soltaban los cerrojos retenedores de las ruedas y estas se desplazaban hasta situarse sobre el nuevo ancho de vía, donde se volvían a colocar los cerrojos. Durante la operación la rueda está suspendida, pues la masa del tren apoya en unos patines que se desplazan sobre un carril regado con agua. A diferencia del Talgo III, el RD es totalmente independiente de la locomotora a excepción del guiado del primer rodal. Talgo logró esa independencia convirtiendo los coches extremos en furgones generadores, los cuales suministran la energía necesaria para toda la composición. También adoptó el enganche estándar de 'gancho y husillo'. La primera aplicación del Talgo III RD fue para el Catalán Talgo, que cubría la relación Barcelona-Ginebra y que permitió por primera vez salir por la frontera norte española sin necesidad de cambiar de tren o cambiar los ejes de los coches.

► El Tarraco Talgo III en la estación de Tarragona

El sistema Talgo RD

El sistema de cambio automático de ancho, que se desarrolló por Talgo desde 1966, respondía a un intento de que los trenes españoles pudieran circular por la red francesa de ancho europeo. Fue ideado por la oficina técnica de Talgo, donde jugó un papel muy destacado el ingeniero Ángel Torán, que contó también con la colaboración inestimable de Boris Herrera y Francisco Uriz. Lo empezaron a denominar "Sistema de Ruedas Desplazables" (RD), y tras los estudios y diseños correspondientes, fue patentado el día 19 de octubre de 1966, poco después de convocarse el concurso de Renfe y la UIC, aunque antes de que dieran a conocer el fallo del mismo.

Fue ya en 1967 cuando Talgo comenzó los ensayos en laboratorio con prototipos de tamaño real. Superada esa fase de pruebas, que duró cerca de un año, se instalaron los rodales RD en cuatro coches de gálibo internacional construidos por CASA, siguiendo las indicaciones de Talgo para crear así el tren experimental con el que empezaron los ensayos dinámicos.

El primer cambiador se creó en la factoría de Talgo de Aravaca, y en él se llevaron a cabo los ensayos del tren experimental de Rodadura Desplazable (Talgo RD). Fue un 24 de octubre de 1967 cuando se culminó con éxito el primer paso de un tren por la instalación. Muy poco tiempo después se realizaron ya demostraciones en distintos recorridos reales, siendo la prueba decisiva el viaje de Madrid a París realizado por el Talgo RD experimental el 12 de noviembre de 1968, para el que se dispuso de un cambiador en Irún que permitió superar todo el recorrido con un rotundo éxito.

serie 7600/276, especiales para el transporte de trenes Talgo. A partir de 1975 y coincidiendo con un cambio de recorrido en la ruta, con desvío por Lyon en lugar de por Grenoble, se empezaron a utilizar máquinas de las series BB 9300 y BB 7200 eléctricas.

En cuanto a la composición de los Catalán Talgo, la más común era la de dos furgones generadores, situados uno en cada extremo, junto con ocho coches con pasillo central, a los que se podían sumar otros cuatro más en función de las necesidades dictadas por la demanda, y otros dos coches restaurante con otro dedicado solo a cocina entre ambos.

Gran lujo

Los Catalán Talgo, como obligaban las condiciones en la Trans Europ Express, reunían todos los requisitos para ser un gran tren de lujo. En el interior, los coches, todos de primera clase, contaban con asientos reclinables, amplias ventanas con cristales tratados para reducir los efectos del frío, el calor o la intensidad de la luz, aire acondicionado con regulación automática y manual, etc. Como personal de servicio a bordo, los trenes llevaban un revisor español hasta la frontera francesa, donde era relevado por otro francés, además de cocinero, pinche, jefe de comedor y camareros para atender los servicios de restaurante y cafetería. El cronista de La Vanguardia que asistía al viaje inaugural aquel 1

► El proyecto Tarraco Talgo hizo posible la restauración de 11 vagones del Catalán Talgo.



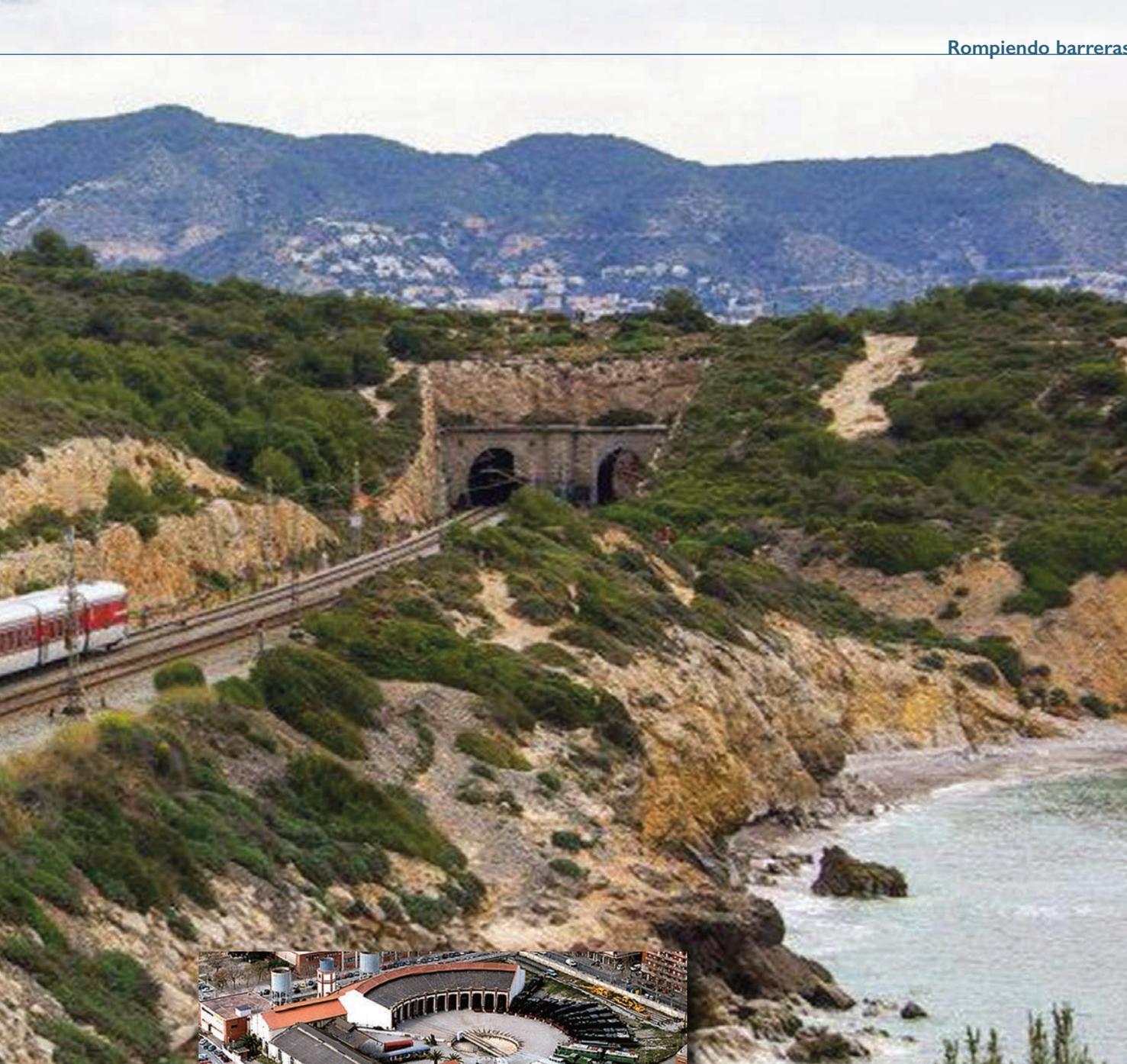


de junio de 1969 lo describía así: «El Catalán Talgo se ajusta a los principios técnicos de “Talgo III” con diversos perfeccionamientos que incluyen mayor amplitud en los coches remolques: 17 asientos por coche, reclinables y orientables según el sentido de la marcha, aire acondicionado, ventanillas dobles de vidrio con tratamientos polarizantes que reducen los efectos caloríficos y la intensidad lumínica. Además, lleva dos coches restaurantes y una cocina bar...».

El Catalán Talgo, con una velocidad media de 90 km/h, cubría los 864 km del recorrido Barcelona-Ginebra en poco más de 9 horas

El Catalán Talgo tenía parada en las estaciones españolas de Gerona y Port Bou, se detenía también en otras trece ciudades francesas, entre ellas en Perpignan, Narbonne, Avignon, Grenoble y Chambéry, antes de llegar a su destino final, la ciudad de Ginebra, en Suiza. Cubría en total un recorrido de 864 km, en un tiempo inicial de 9 horas y 50 minutos, que en muy pocos años se redujo en casi media hora. Su velocidad comercial media estaba en torno a los 90 km/h, si

► Una locomotora de la serie 232 de Renfe propulsa el Tarraco Talgo. Debajo, vista aérea del Museo del Ferrocarril de Vilanova i la Geltrú, donde se llevó a cabo la restauración de vagones.



bien las locomotoras podían alcanzar velocidades punta de hasta 150 km/h.

Los Catalán Talgo operaron la ruta Barcelona-Ginebra hasta 1994, año en que limitaron su recorrido solo hasta Montpellier. Con posterioridad, en 2010 cesó también en ese recorrido y el 18 de diciembre de ese año efectuó el último viaje, tras 41 años de servicio. Renfe y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles llegaron a un acuerdo en 2011 para que al menos una de aquellas históricas piezas ocupara un lugar de honor en el Museo del Ferrocarril de Cataluña

Pero un tren con tanta historia superada a sus espaldas no podía quedar para siempre aparcado en la vía muerta de una sala museística. Los nostálgicos del Catalán Talgo empezaron una larga lucha para que el tren volviera a las vías, si no como tren de servicio regular, sí al menos como tren turístico. Surgió así el proyecto Tarraco Talgo, una iniciativa a la que se sumó Renfe Viajeros, Patentes Talgo, el Ayuntamiento de Tarragona y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, que llevó a cabo un minucioso proceso de restauración de diez vehículos conforme al diseño original. Y en 2015, el Catalán Talgo volvió de nuevo a las vías para operar diversas rutas culturales.

Antonio Recuero
Fotos: Renfe y Museu del Ferrocarril de Vilanova

El proyecto Inframix ensayará el tráfico mixto de vehículos autónomos y convencionales en una autopista española

Preparando la convivencia



Los gestores de infraestructuras viarias están diseñando las futuras carreteras de la nueva era de movilidad que protagonizará el vehículo autónomo, cada vez más cercana. Entre los proyectos orientados a ese fin destaca Inframix, iniciativa financiada por la Comisión Europea y destinada a crear un nuevo modelo de autopista que permita afrontar con seguridad y eficiencia el inevitable periodo transitorio de convivencia que habrá entre vehículos convencionales y autónomos. La autopista del Mediterráneo (AP-7) acogerá a finales del verano el primer ensayo real del proyecto.



► La información que transmite la infraestructura a los conductores es un factor decisivo para el éxito del proyecto.

El vehículo autónomo que circula sin necesidad de conductor es un proyecto cada vez más cercano. Actualmente ya circulan por las carreteras varios modelos de vehículos de conducción parcialmente autónoma (niveles 1 y 2, que, aunque permiten algunas funciones autónomas, precisan de un conductor con las manos al volante y la vista en la carretera), al tiempo que la industria automovilística ya ensaya vehículos con autopiloto que elevarán su autonomía y limitarán la intervención del conductor (nivel 3). Aunque se demorará algo más, el objetivo final es alcanzar primero la conducción autónoma avanzada (nivel 4) y finalmente la conducción autónoma plena (nivel 5), aquella en que el vehículo circulará por sí solo en todas las situaciones sin necesidad de conductor, lo que incluso eliminará la necesidad de volante. Según las previsiones actuales, los vehículos autónomos de niveles 3 y 4 llegarán al mercado en la próxima década, mientras que los de nivel 5 –tecnológicamente viables hacia 2025 según la industria, pero que aún deberán superar importantes barreras operacionales y normativas–, lo harán probablemente a partir de 2030. Existe un consenso generalizado de que, cuando el vehículo autónomo llegue al mercado, desplazará al vehículo convencional conducido por el hombre.

El nuevo escenario de movilidad que se abrirá con la innovadora tecnología del vehículo autónomo requerirá también de unas infraestructuras adecuadas para su circulación. Lo que actualmente se contempla, más que crear nuevas carreteras, de elevado coste y dilatados procesos de desarrollo, es dotar a la red viaria existente con nuevas capacidades tecnológicas para apoyar la introducción del vehículo autónomo y conectado garantizando la seguridad vial, tarea en la que ya se aplica el sector de las infraestructuras viarias. Gestores y

operadores europeos de carreteras y autopistas, tanto públicos como privados, están desarrollando en los últimos años diversas iniciativas orientadas a configurar nuevas infraestructuras viarias conectadas mediante sistemas cooperativos a los vehículos actuales y futuros: desde proyectos de colaboración con fabricantes de automóviles y universidades hasta proyectos de investigación desarrollados por consorcios multinacionales y financiados por la Comisión Europea, cuya política de transporte apuesta por alcanzar la movilidad autónoma y conectada de todos los modos de transporte (viario, ferroviario, marítimo, aéreo) en el espacio comunitario.

Objetivos de Inframix

Uno de estos proyectos comunitarios es Inframix (*Road Infrastructure ready for mixed vehicle traffic flows* o Infraestructura de carreteras preparada para flujos de tráfico mixto de vehículos), iniciativa enmarcada en el programa marco de investigación e innovación de la UE Horizon 2020 (H2020) y cofinanciada con más de 4,5 M€, que está enfocada específicamente a preparar la futura infraestructura para el vehículo autónomo. El proyecto está siendo desarrollado por un consorcio multinacional formado por 11 instituciones y empresas de los

sectores automovilístico y vial de cuatro países europeos (cuatro de Austria, tres de Alemania, dos de Grecia y otras dos de España: la operadora Autopistas, filial del Grupo Abertis, y la tecnológica Enide Solutions). Iniciado en junio de 2017, el proyecto finalizará en mayo de 2020, por lo que actualmente atraviesa sus últimas etapas. Los estudios de Inframix están orientados exclusivamente hacia las autopistas, pero se pretende que los resultados finales se apliquen a otras vías en entornos urbanos.

El proyecto, en palabras de Carlos Pitarque, director de tecnología e innovación de Autopistas, tiene como tarea principal “proponer las adaptaciones necesarias para que las carreteras puedan dar soporte al vehículo autónomo, centrándose en el periodo de transición durante el cual coexistirán vehículos autónomos y convencionales”; en este periodo transitorio, de duración indeterminada aunque prolongada –algunas estimaciones lo cifran en más de dos décadas–, convivirán inicialmente una mayoría de vehículos convencionales y una minoría de vehículos autónomos, proporción que previsiblemente se irá invirtiendo con el tiempo. Más específicamente, el objetivo final del proyecto es el diseño, mejora, adaptación y ensayo (en entornos simulados y reales) de los elementos físicos y digitales de una infraestructura viaria que

► Vista del tramo de ensayo desde el interior de un vehículo.





► Señales verticales fijas anuncian la próxima presencia de vehículos autónomos en el carril derecho de la AP-7.

permita gestionar la circulación “ininterrumpida, predecible, segura y eficiente” de ambos tipos de vehículos durante el periodo de transición, además de servir de base para desarrollar los sistemas de transporte automatizados del futuro, según el consorcio.

El proyecto, por tanto, persigue la creación de una infraestructura híbrida, formada por elementos físicos y digitales, capaz de comunicarse con todos los vehículos que circulen por la misma y, sobre todo, que permita afrontar con las máximas garantías el desafío de seguridad que supondrá la introducción del vehículo autónomo. Esta infraestructura debe facilitar la cooperación entre distintos vehículos con diferentes capacidades (convencionales, conectados, autónomos de varios niveles), incorporar mecanismos de gestión y control de tráfico que garanticen la circulación segura y proveer una señalización comprensible por todos. También servirá de campo de

pruebas para los ensayos del proyecto. Entre los elementos que configuran la parte física de esta infraestructura híbrida figuran señales visuales y electrónicas para guiar e informar a los distintos

tipos de vehículos, elementos de gestión viaria (radares, cámaras de vídeo, sensores de recogida de datos...) y la modernización de los centros de gestión de tráfico. La parte digital de la infraestructura la componen las comunicaciones de corto (ITS-5G, wifi) y largo (móviles) alcance, los mapas digitales de alta precisión y la definición de mensajes específicos de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), así como avisos individualizados de velocidad y carril, nuevos métodos de estimación de flujos de circulación para tráfico mixto y estudios sobre diferentes arquitecturas de gestión del tráfico mixto y sus distintas combinaciones.

Hay que precisar que el proyecto Inframix se circunscribe a tres escenarios de tráfico, todos ellos

cruciales para la seguridad y la eficiencia de la circulación mixta, en los cuales se analizará la respuesta de los vehículos a las indicaciones de la infraestructura realizadas por medios digitales (vehículos autónomos) y físicos (vehículos convencionales).

El primer escenario es la asignación dinámica de carril, en el que se investigará cómo y cuándo abrir un carril para los vehículos autónomos y de qué manera afectará esta medida al

Inframix pretende crear una infraestructura híbrida capaz de comunicarse con todos los vehículos que circulen por la misma y de garantizar su seguridad



tráfico general, incluyendo casos de uso como la asignación del carril en función del grado de penetración del vehículo autónomo, condiciones meteorológicas adversas o la invasión de este carril por un vehículo convencional. El segundo es la existencia de obras en la vía, en el que se evaluará cómo puede ayudar la información transmitida por la infraestructura a los vehículos para garantizar un tráfico mixto seguro y eficiente en esta situación, contemplándose casos como el cierre de un carril o un nuevo diseño de carriles. Y el tercer escenario son los embotellamientos, en el que se analizarán las estrategias a adoptar en tiempo real sobre velocidad de circulación, recomendaciones de cambio de carril o distancia de seguridad en distintos tipos de embotellamiento para mejorar los flujos de tráfico y la seguridad.

Simulación y ensayos reales

En la parte inicial del proyecto, el consorcio ha desarrollado un complejo entorno de simulación, combinando el modelado del comportamiento de los vehículos (obtenido a partir de los sensores que incorporan y de la simulación de sus funciones, entre otros) con la simulación del tráfico mixto (realizado con apoyo de modelos de movilidad, comunicaciones vehículo-infraestructura, sensores, flujos de tráfico globales, etc.), para averiguar cómo convivirán sobre el papel los diversos tipos de ve-

hículos en los distintos escenarios de tráfico mixto. Todo ello se ha integrado en una plataforma de simulación capaz de interactuar con una autopista real, lo que a su vez ha posibilitado la realización de varios ensayos de simulación para analizar algoritmos de control de tráfico desarrollados *ad hoc* para el proyecto, casos de impacto crítico para la seguridad vial (escenario de obras, por ejemplo) y supuestos de condiciones meteorológicas adversas, entre otros. La alimentación de la plataforma con nuevos datos procedentes de ensayos reales mejorará la precisión de la información obtenida hasta el momento.

Como parte del proyecto, además, los socios del consorcio han creado una suerte de ensayo híbrido mediante la integración del entorno virtual de tráfico con los elementos digitales de la infraestructura y los vehículos en una autopista real, lo que permitirá evaluar, validar y demostrar el impacto de las medidas de la infraestructura en determinados escenarios de tráfico en términos de eficiencia y seguridad. Según el consorcio, el ensayo híbrido permitirá llevar a cabo “investigaciones detalladas y realistas sobre el comportamiento real de la conducción en un entorno de tráfico virtual complejo y seguro”.

Junto a las pruebas de simulación, el consorcio ha designado y preparado dos infraestructuras viarias para llevar a cabo los ensayos del proyecto en un

► Panel de señalización variable del tramo de la AP-7 donde se realizarán las pruebas. Derecha, pictograma de vehículo autónomo y conectado dibujado sobre el firme de la AP-7.

Objetivos de Inframix

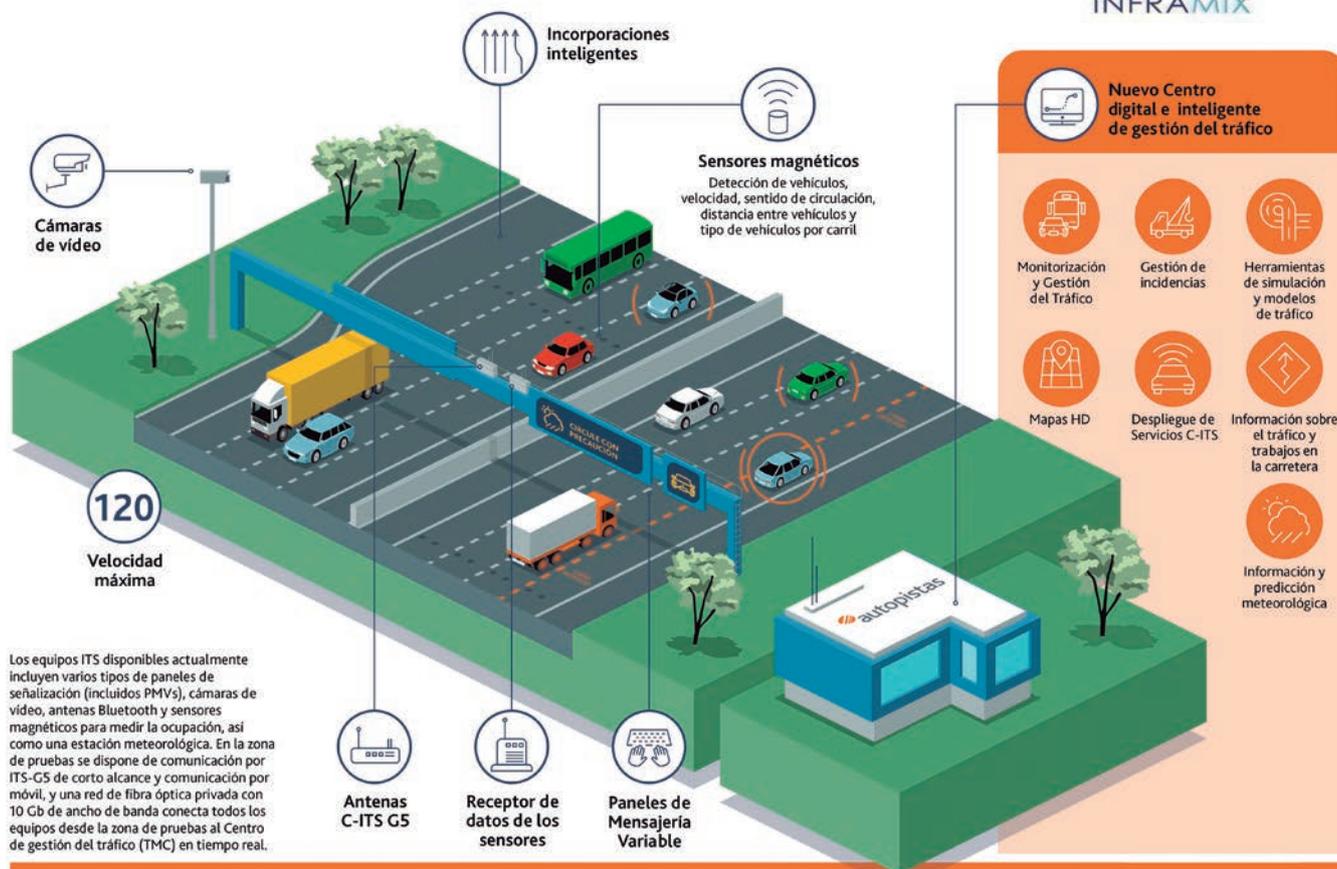
Además de la meta final de crear una nueva infraestructura adaptada por donde circulará al vehículo autónomo, el proyecto Inframix se ha marcado los siguientes ocho objetivos parciales:

- ✓ Diseñar nuevos elementos físicos y digitales de infraestructura vial, además de mejorar los existentes.
- ✓ Desarrollar nuevos modelos de flujos de tráfico combinados con herramientas de simulación, integrando algoritmos de vehículos para la conducción autónoma y del comportamiento del conductor; con objeto de evaluar los escenarios de tráfico mixto bajo distintos niveles de penetración del vehículo autónomo.
- ✓ Diseñar e implementar estrategias de control, monitorización y estimación dinámicamente adaptadas a los diferentes niveles de penetración del vehículo autónomo, al equipamiento de la infraestructura y al estatus del tráfico global.
- ✓ Desarrollar un sistema de ensayos híbrido mediante la conexión de elementos de la infraestructura y vehículos en carreteras reales con un entorno de tráfico virtual, incluyendo situaciones representativas de tráfico mixto previstas en los tres escenarios predefinidos.
- ✓ Diseñar nuevas señales visuales y electrónicas para su integración en la infraestructura híbrida, haciéndolas comprensibles tanto para los vehículos convencionales como para los autónomos.
- ✓ Evaluar la aceptación que tienen los usuarios de las señales visuales, los mensajes y las acciones de control del centro de gestión de tráfico desarrollados para los escenarios de tráfico mixto.
- ✓ Evaluar los resultados en materia de seguridad en los tres escenarios seleccionados para los escenarios de tráfico mixto.
- ✓ Consensuar la creación de un sistema de clasificación de infraestructuras viarias en niveles de automatización apropiados.

escenario con tráfico real. Se trata de sendos tramos de 20 kilómetros de longitud de la autopista del Mediterráneo (AP-7), entre Girona y la frontera francesa, y de la autopista del Sur (A2), entre Graz y Lassnitzhöhe (sureste de Austria),

ambas integrantes de la Red Básica de las Redes Transeuropeas de Transporte (RTE-T). En el caso de la autopista catalana, se trata de un tramo comprendido entre las salidas de Girona Sud y Vilademuls en el que se incluye un túnel de 180 metros

TECNOLOGÍAS EN LA AP-7 PARA EL TEST DE GIRONA



y cuatro enlaces; presenta una intensidad media de tráfico superior a 30.000 vehículos diarios y una velocidad límite de 120 km/h. En este tramo, de carácter gratuito al formar parte de la circunvalación de la ciudad de Girona, la autopista dispone de cuatro carriles por sentido, por lo que la reserva de un carril para llevar a cabo los ensayos del proyecto no afectará en gran medida al tráfico de la zona, según fuentes del consorcio.

Para la realización de los ensayos reales del proyecto, previstos para finales del verano y principios del otoño, ambos tramos han sido equipados con innovadores elementos físicos y digitales, algunos diseñados específicamente para Inframix. El tramo de la AP-7, uno de los tecnológicamente más avanzados de la red de autopistas española, incorporaba ya diversos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que forman la mayor parte del equipamiento y la conectividad necesarios para realizar estos ensayos, como cámaras de vídeo, distintos tipos de paneles de señalización variable, antenas Bluetooth,

sensores de recolección de datos y una estación meteorológica, además de comunicaciones de corto y medio alcance y un anillo de fibra óptica que conecta en tiempo real todo el equipamiento con un centro de control de tráfico inteligente. Para el proyecto Inframix, la operadora de la autopista española ha instalado sensores magnéticos de tránsito (que recogen distintos parámetros de tráfico, como detección de vehículos, intervalo temporal y distancia entre vehículos, tipo de vehículo por carril) y ha desplegado un sistema de comunicaciones específico para vehículos autónomos (G5, un sistema de comunicación vehículo-infraestructura y entre vehículos basado en wifi) que permita la conexión vehículo-autopista, además de nuevos sistemas de señalización variable y la señalización con pictogramas del carril reservado al vehículo autónomo.

Estos ensayos, que abordarán los tres escenarios de tráfico previstos en el proyecto, serán de tipo real e híbrido. El ensayo de Girona –como replicará dos meses después el de Graz– lo realizarán



► Prototipo de vehículo autónomo en pruebas.

durante cuatro días vehículos autónomos de los niveles 2/3, dotados con sensores, equipos y antenas de comunicación, y manejados por conductores profesionales, lo que según el consorcio garantiza unas condiciones plenas de seguridad en la autopista durante su desarrollo. Este ensayo permitirá testar tanto la conectividad vehículo autónomo-autopista como su interacción con la autopista y con el tráfico convencional, además de arrojar las primeras conclusiones sobre su comportamiento en la nueva infraestructura (cambios de carril, respuesta a los avisos de la infraestructura, respuesta ante obstáculos o situaciones adversas en la vía, etc.). Se obtendrá asimismo información sobre la percepción del usuario. Además de los vehículos, también se ensayarán todos los elementos físicos y digitales que forman parte de la infraestructura híbrida creada para el proyecto, como sistemas de comunicación, mapas digitales, nuevos elementos de señalización o de segregación y nuevos algoritmos de control y estimación de tráfico, entre otros.

Conclusiones

Al finalizar los ensayos reales se abrirá la fase de explotación de la información obtenida por vehículos e infraestructura, un filón de datos que permitirá establecer las primeras conclusiones sobre cómo será la futura convivencia de vehículos autónomos y convencionales en la autopista, y sobre la trascendental vertiente de la

seguridad vial en los escenarios previstos, además de profundizar en la investigación sobre este tema. Con la información obtenida, por ejemplo, se obtendrán los nuevos modelos de tráfico mixto planteados para distintas situaciones y niveles de penetración del vehículo autónomo, paso relevante para comenzar a preparar el periodo transitorio. Esa información también permitirá al consorcio elaborar propuestas de mejoras a implementar en la autopista, como nuevos tipos de señales físicas y electrónicas para las necesidades del tráfico mixto, nuevas estrategias de control y monitorización del tráfico o la optimización de las comunicaciones vehículo-infraestructura, entre otras. Asimismo, con la experiencia obtenida, el consorcio podrá desarrollar un sistema de clasificación de infraestructuras que indique sus capacidades de conectividad, de automatización (hasta el nivel 5) y de gestionar el tráfico de vehículos con diferentes niveles de automatización y conectividad, además de una guía para mejorar gradualmente estas capacidades evitando gastos innecesarios, que es otro de los grandes objetivos del proyecto.

Todas las conclusiones del proyecto Inframix serán elevadas a mediados del próximo año a los organismos competentes de la Unión Europea, que deberán decidir sobre su eventual implementación para el nuevo escenario de movilidad que se aproxima.

Javier R. Ventosa / Fotos Inframix y Autopistas

Un estudio recuerda los 150 años de historia durante los que el ferrocarril fue pieza clave de la distribución postal

Cuando el tren era correo



29/250

1848-1998 Barcelona – Mañaró

H. R.

FFE

Desde la irrupción de las primeras máquinas de vapor, el tren se convirtió en el mejor aliado del correo para llegar del modo más rápido y eficaz incluso a sus puntos de destino más alejados. En España, durante casi siglo y medio, ferrocarril y correo formaron un binomio prácticamente indisoluble cuyos avatares técnicos, organizativos y humanos quedaron históricamente entrelazados. El estudio *Trenes de papel. 150 años de expediciones ambulantes y coches correo en España*, fruto de una larga investigación, se acerca a todos aquellos aspectos que hicieron que el ferrocarril desempeñara un papel protagonista en el transporte postal.



► El tren jugó un papel decisivo en la agilización del reparto postal.

Cuando un 30 de junio de 1993 partía de Chamartín el expreso Madrid-Málaga “Costa del Sol” con dos coches estafeta formando parte de su convoy, se cerraba un largo capítulo de casi siglo y medio, periodo en el que el tren desempeñó un papel crucial en la agilización del reparto del correo en nuestro país. Aquella fue la última expedición de las llamadas “Ambulancias de Correos”, oficinas itinerantes con las que esta entidad buscaba entregas en tiempo récord y una institución casi mítica en el reparto postal durante casi 150 años, tanto que en ocasiones el binomio de sustantivos describía mejor que ningún otro calificativo toda su singularidad: “tren correo”. Porque, en efecto, en aquellos tiempos el tren se convirtió en el portentoso medio de transporte capaz de satisfacer las grandes aspiraciones de servicio del correo: la máxima rapidez, gran capacidad de carga y proximidad en las entregas.

Un estudio de muy reciente publicación, *Trenes de papel. 150 años de expediciones ambulantes y coches correo en España*, se acerca e indaga en profundidad en

ese largo siglo y medio de historia, un denso periodo de cambios en el que tren y correo bien pudieron haber hecho suya aquella célebre divisa: “tanto monta...”. Y es que, desde la irrupción del ferrocarril como medio de transporte en nuestro país, ya hacia mediados del siglo XIX, su utilización al servicio del correo fue casi inmediata. Lo explica Gaspar Martínez Lorente, investigador especializado en la historia del correo en España y uno de los autores del libro junto a Pedro Pintado Quintana, Pedro Navarro Moreno y Francisco Javier Berbel Silva: “La estrecha relación del correo y el ferrocarril en nuestro país se fragua incluso antes de que comience la construcción de las primeras líneas Barcelona-Mataró (1848) y Madrid-Aranjuez (1851). Ya en 1844, cuando el Estado decide impulsar la construcción de líneas férreas, las primeras disposiciones legales al respecto, a iniciativa de los ministerios de Gobernación y de Fomento, contemplan la obligación de transportar gratuitamente la correspondencia y a sus conductores a cargo de las empresas concesionarias”.

Correo a bordo

En ultramar, en Cuba, en la línea La Habana-Güines, auspiciada por los prósperos hacendados de los ingenios azucareros e inaugurada en 1837, el transporte de correo se hizo realidad casi de inmediato: “inicialmente fueron allí los propios operarios de tren y jefes de estación los que recibían y entregaban la correspondencia a los empleados de Correos. En España, por el contrario, cuando en 1851 se inaugura la línea Madrid-Aranjuez, como se establecía en la Real Orden de 1844, se opta por reservar uno de los vagones abiertos del tren para cargar en él la diligencia, el mayoral, el conductor encargado de la custodia y entrega de la correspondencia y los viajeros del carruaje”, comenta Gaspar Martínez Lorente.

Todos, empleados de Correos y viajeros realizaban el viaje montados en el coche de postas que, al llegar a su destino, en Aranjuez, era bajado otra vez con ayuda de una rampa y enganchado a otro tiro de caballos con el que se procedía a continuar el itinerario.

De este modo se efectuó la distribución postal apoyada en trenes en los años de crecimiento de las primeras líneas de ferrocarril. Sin embargo, en esa época, hacia comienzos de la segunda mitad del XIX, Correos mantenía aún una amplia red de postas y la mayor parte del transporte de correspondencia a lo largo y ancho del país corría a cargo de las empresas de diligencias, de jinetes a caballo y de correos a pie. “Debemos considerar también que, desde mediados de ese siglo, tienen lugar varios fenómenos sociales que convierten al correo en un servicio público cada vez más demandado, entre otros la industrialización y los primeros grandes movimientos migratorios hacia las ciudades, la mayor difusión de prensa escrita y la creciente alfabetización de la población y, dentro del propio ámbito postal, el uso del sello como modo de franqueo sencillo y más asequible también económicamente. En ese contexto, la irrupción del tren significó una revolución, un viento de cola favorable que se adecuó como anillo al dedo a las nuevas necesidades de distribución que el crecimiento imparable de la correspondencia imponía a Correos”, explica Gaspar Martínez Lorente.

► Cuba acogió la primera línea férrea en ultramar, en 1837. En ella los propios empleados ferroviarios recibían y entregaban la correspondencia al personal de Correos.

ISLA DE CUBA.—SALIDA DE FUERZAS DE VOLUNTARIOS Á CAMPAÑA.



HABANA.—ASPECTO DE LA ESTACIÓN DE VILLANUEVA Á LA SALIDA DEL PRIMER TREN.

Trenes y vagones a medida

Si en los primeros años el correo comenzó a viajar en tren con sus propios carruajes y empleados remontados en un vagón de carga cedido por las compañías, pronto, con la extensión de la red ferroviaria, la Administración Postal se vio en la necesidad de contar con unos furgones propios, adecuados a los contenidos y tareas que sus empleados desarrollaban en su interior. El muy rico y variado parque móvil ferroviario adquirido y utilizado por Correos entre 1854 y 1993 es descrito con todo detalle en la primera parte del estudio *Trenes de papel. 150 años de expediciones ambulantes y coches correo en España*. Fueron en total unos



557 vehículos, algunos de nueva adquisición y otros reformados. Con el paso del tiempo su tipología y distribución interiores fueron evolucionando, pasando de ser meros compartimentos y depósitos destinados a acoger los efectos postales de manera

más o menos ordenada, hasta convertirse en verdaderas oficinas móviles, de modo que se pudieran desempeñar en ellas las mismas tareas que en tierra. También se les fue dotando de un mayor confort y comodidades (luz eléctrica, aseos, estufas, ventiladores, etc.), a fin de facilitar y mejorar las condiciones de trabajo y vida de los llamados “ambulantes”, los empleados de Correos que en las expediciones de largo recorrido podían realizar en ellos jornadas de hasta más de veinte horas de duración.

► Hacia 1855 los trenes comenzaron ya a acoger las primeras expediciones de ambulantes de Correos.

Fueron pronto los propios responsables de Correos, a medida que se incrementaba el volumen de correspondencia a despachar en las estafetas y a medida también que era mayor el número de poblaciones enlazadas por las nuevas líneas férreas, los que consideraron que había llegado el momento de crear estafetas ambulantes a bordo de los trenes,

siguiendo el ejemplo de otros países que ya las tenían implantadas con excelentes resultados. Así, en marzo de 1854, una Real Orden del Ministerio de Gobernación autorizaba a Correos la compra de dos vagones especiales para las administraciones ambulantes.

Casi año y medio después, en septiembre de 1855, entraba en servicio la primera de las expediciones ambulantes en el ferrocarril del Mediterráneo, atendiendo el transporte de correo entre Madrid y Albacete. Ese primer servicio fue ya configurando los procedimientos y usos que más adelante cristalizarían en las pautas de trabajo del personal a bordo de las ambulantes. Fruto del trabajo de investigación de sus autores, el libro *Trenes de papel* deja especial constancia de dos circulares previas a la partida de esa primera expedición. Elaboradas seguramente por una comisión técnica creada al efecto, en ellas se recogían con rigor y claridad las obligaciones y cometidos del personal de Correos que protagonizaría el estreno de las ambulantes, un plantel compuesto como mínimo por un administrador como máximo responsable de la am-



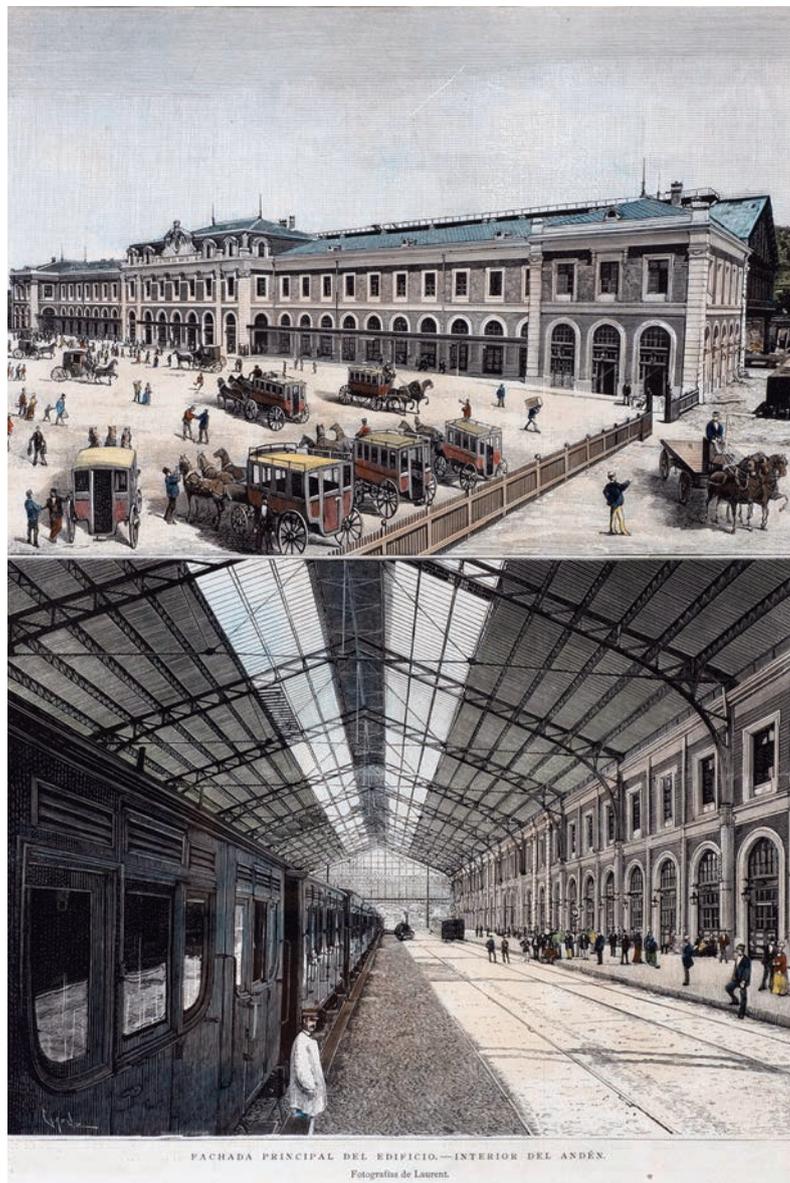
FEE

bulante, uno o varios ayudantes más y al menos otro ordenanza, encargado de la limpieza dentro del vagón y de las tareas de carga y descarga.

En una de esas circulares se disponía asimismo que el administrador debía hacer acto de presencia en la estación una hora y media antes de la partida del tren y, sobre todo, tenía la obligación de estar ya en el vagón junto con el ayudante al menos otra hora antes del inicio previsto del viaje, procediendo a verificar, clasificar y encaminar las sacas y despachos según los destinos marcados en la ruta; era obligación suya ordenar y clasificar las cartas depositadas en los buzones del propio vagón, de cuya recepción daban fe con los matasellos de fecha. Al final del viaje, en la oficina de la localidad de destino, los administradores debían también firmar y entregar los correspondientes boletines de recepción y entrega, una especie de resumen contable de toda la mercancía postal manejada durante la ruta. Los administradores eran además responsables de la confección de un documento muy singular, el llamado “vaya”, que mantenía la tradición de los primeros correos a caballo del siglo XV y que cumplían la doble función de salvoconducto, en caso de requerir de alguna clase de auxilio o protección por parte de las autoridades de las poblaciones por las que discurría su ruta, y eran también, al tiempo, una especie de diarios de a bordo en los que se referían cualquier posible incidencia, retrasos y las cantidades de correspondencia recibida y entregada en cada uno de los puntos del itinerario.

Auge del ferrocarril

En muy poco tiempo, el ritmo vertiginoso de construcción de nuevas líneas hizo posible la configuración de seis grandes ejes radiales ferroviarios, cuyo trazado discurría casi en paralelo al carreteril, pero que unía con eficacia, en tiempos de viaje sensiblemente menores, los principales núcleos urbanos del país de norte a sur y de este a oeste. Y al rebufo de esa expansión ferroviaria crece igualmente el transporte de correo y el número de expediciones ambulantes. La organización de las mismas también se refuerza: se crea la figura de los administradores-jefe o inspectores, como principales responsables de la organización y supervisión del trabajo en la línea o líneas a su cargo y se elabora, en 1866, el primer Reglamento de las Administraciones Ambulantes de Correos, donde se regulan y anticipan los principales cometidos y obligaciones del servicio a lo largo de los siguientes años y casi hasta su final.



Ese primer Reglamento se detiene tanto en los aspectos organizativos, clasificando y ordenando las distintas administraciones ambulantes en función de las rutas, sus poblaciones y proximidad a oficinas o estafetas de Correos fijas, la cantidad de correspondencia a manejar y los procedimientos para su recogida y entrega, como también en los distintos cometidos del personal, dentro y fuera de los vagones o en el tiempo de la escala, todo ello acompañado de un previsor y estricto régimen de infracciones y sanciones.

El Reglamento de las Administraciones Ambulantes de 1866 establecía un sistema organizativo muy similar al de las oficinas o administraciones en tierra, y demostrará ser tan sumamente eficaz que apenas sufrirá modificaciones con el paso del tiempo. Sus

► A comienzos del pasado siglo las principales estaciones contaban con sus propias estafetas de Correos

sanciones eran severas y en general proporcionadas a la falta; podían oscilar desde multas económicas por impuntualidad o errores en el encaminamiento de las cartas a sanciones más graves, como la expulsión del servicio por faltas reiteradas, desobediencia notoria, etc.

A medida que el ferrocarril fue sumando líneas y llegando a nuevos rincones, también las expediciones de ambulantes fueron ganando en complejidad y creciendo sus plantillas. Así, si hacia 1870 las administraciones de ambulantes contaban en total con unos 269 empleados, que trabajaban en unas 10

líneas, en 1926 esa plantilla era ya de 1.188 funcionarios que efectuaban unas 400 expediciones diarias. Por entonces su trabajo había ganado en complejidad y en cantidad; también en peligrosidad: “hemos de pensar que el volumen de correspondencia en esos años casi se quintuplica con respecto al del siglo anterior; la velocidad de los trenes ya tampoco es la misma y no se dispone por tanto del mismo tiempo para matasellar, clasificar y encaminar los efectos postales; el tráfico de trenes se ha hecho igualmente más intenso y obliga a una estricta puntualidad en las paradas y tiempos de paso, con unos márgenes de tiempo cada vez más reducidos para la carga y descarga y con exigencias de coordinación muy rígidas con las estafetas locales. Todo ello hace que el trabajo de los ambulantes sea especialmente sacrificado. Había expediciones, por ejemplo, como la de Madrid-Algeciras que se cubría en unas 18 horas de recorrido, lo que significaba una jornada de trabajo de igual duración, y que conllevaba otras 28 horas de permanencia en Algeciras hasta que partía de nuevo la expedición de retorno o ascendente a Madrid”, indica Gaspar Martínez Lorente.

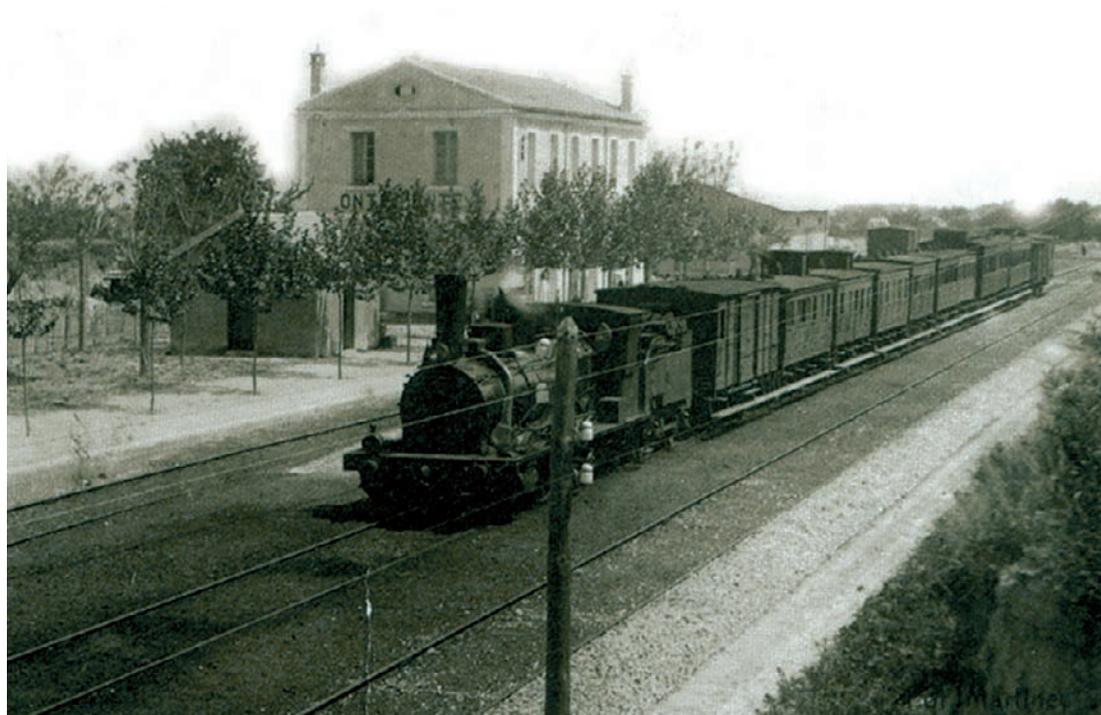
Expediciones de riesgo

Pero, desde sus inicios, el trabajo de los ambulantes debió desarrollarse siempre dentro de unas escrupulosas medidas de seguridad: “al valor de confidencialidad de las cartas había que sumar el de los valores declarados, giros postales, paquetes y envíos



FFE

► Hacia 1926 la distribución postal por ferrocarril sumaba cerca de 400 expediciones diarias.



FFE



► Carga de correo en la estación de Irún. Museo Vasco del Ferrocarril.

certificados; además, en 1916 se crea la Caja Postal de Ahorros, así que la sola pérdida o sustracción de cualquier valor o comprobante entrañaba trastornos incalculables”, subraya Gaspar Martínez. Por todo ello, en las sucesivas reglamentaciones al respecto se prohíbe estrictamente el acceso a los vagones de ambulantes a toda persona ajena al servicio, con las únicas excepciones del personal expresamente autorizado por la Administración General de Correos y los funcionarios de Aduanas y Policía y Guardia Civil. Dentro de los vagones se

fijan también estrictas normas de seguridad: las cartas y efectos certificados deben guardarse bajo llave y candado, y los objetos asegurados y considerados de valor, protegidos en cajas fuertes. Con el paso del tiempo esas medidas fueron haciéndose cada vez más exhaustivas: las puertas de los vagones debían permanecer cerradas con cerrojos interiores y los empleados solo podían abandonar el vagón en las paradas establecidas. Desde comienzos del siglo XX a los vagones se les dotó también de timbres y luces rojas de alarma.

► Correos contó con un rico y variado parque móvil de coches ferroviarios.



► Sacas, vagón y estafeta de Correos en la madrileña estación de Chamartín hacia 1990.



AFC



AFC

Aun así, los contenidos de los vagones de ambulantes fueron siempre un objetivo codiciado por los amigos de lo ajeno, que en ocasiones excepcionales se encontraban entre el mismo personal de a bordo. Mayores fueron aun esos riesgos en caso de conflicto bélico, como durante las guerras carlistas, cuando los trenes correo se convirtieron en uno de los blancos preferentes de uno y otro bando, sufriendo asaltos con bastante frecuencia como se recuerda en el libro. Y, en otro orden de

Hacia mediados del siglo XIX el correo se convierte en un servicio público cada vez más demandado y el tren hace posible su entrega a diario

cosas, tristemente legendario y trágico fue el atraco al Expreso de Andalucía, que tuvo lugar en 1924 y en el que murieron asesinados dos ambulantes. También a lo largo de la Guerra Civil, el ferrocarril y sus infraestructuras —puentes, estaciones y tramos de vías en general— fueron objeto de bombardeos, sabotajes y voladuras. Los años de posguerra serían igualmente duros, pues las consecuencias del conflicto se extendieron por igual a los medios materiales —infraestructuras y parque móvil ferroviario— y a los recursos humanos, con las purgas y



AFC

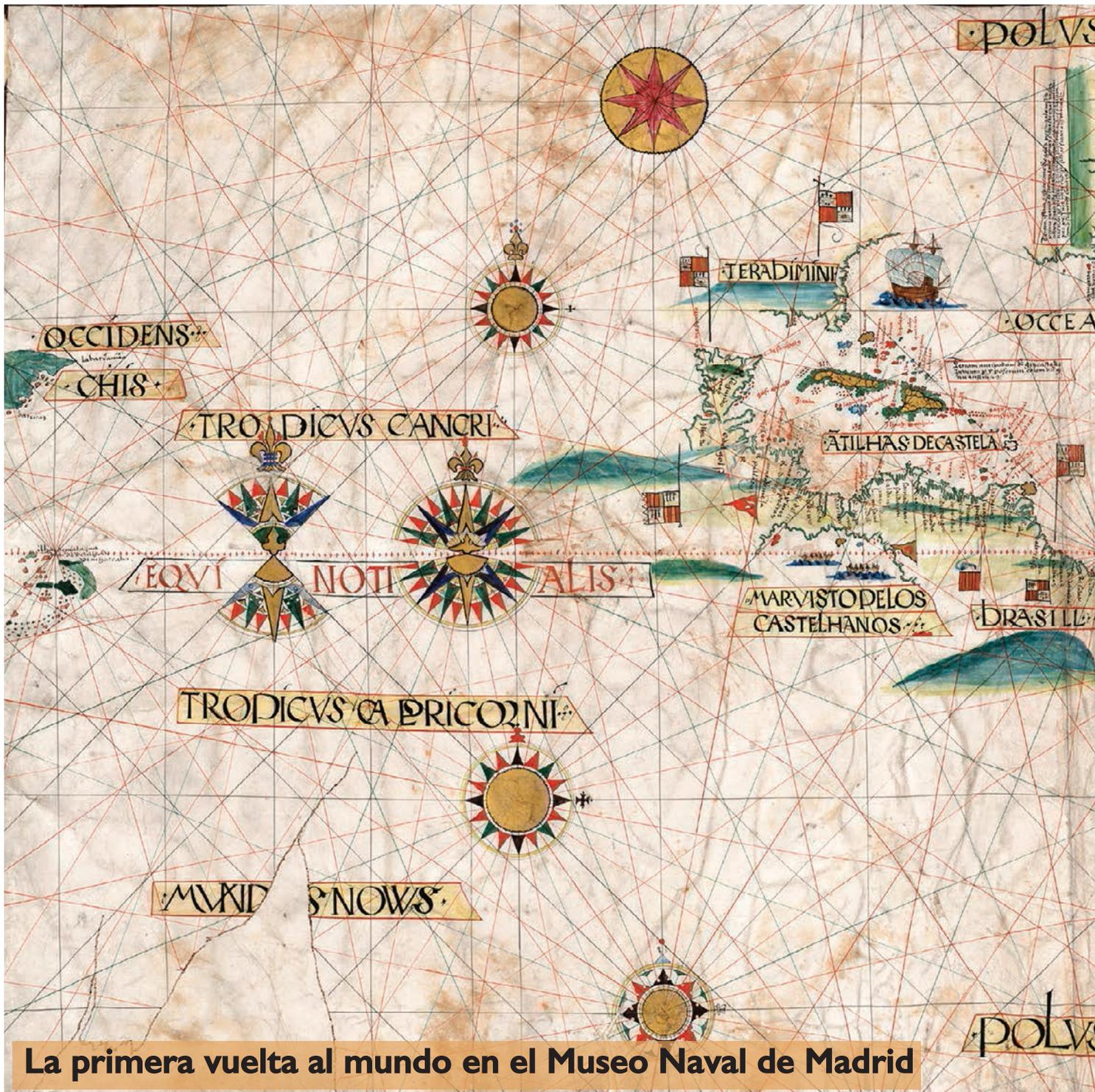
militarización tanto de los empleados del ferrocarril —nacionalización de las compañías privadas, agrupadas en Renfe— como de Correos. Todo ello hizo del restablecimiento del servicio postal por tren un proceso lento y lleno de dificultades. Pese a todo, a finales de la década de los 50, Correos y Renfe consiguieron desplegar una red con 204 expediciones diarias de ambulantes que llegaba ya a casi todo el territorio, con un trayecto total de casi 70.000 km por día y logrando entregas de correspondencia prácticamente a diario.

Fue a partir de los años 80 del pasado siglo cuando el ferrocarril y el correo empezaron a separar sus destinos y seguir caminos cada vez más opuestos. Por un lado, el ferrocarril buscó una mayor eficacia y rentabilidad en sus servicios de viajeros, con aumentos de la velocidad y menores tiempos de recorrido, suprimiendo paradas intermedias y líneas sin apenas tráfico de pasajeros. Por su parte, la expansión y abaratamiento del transporte aéreo y la flexibilidad de rutas y horarios del transporte por carretera abrieron nuevas posibilidades al reparto postal. Una separación que a comienzos de los 90 fue prácticamente definitiva, cuando ya los envíos de cartas y efectos postales habían descendido de las casi 10 unidades de promedio por habitante y año en 1960, a apenas 1,5 a primeros de los 90.

Bibliografía

Trenes de papel. 150 años de expediciones ambulantes y coches correo en España. Pedro Pintado Quintana, Gaspar Martínez Lorente, Pedro Navarro Moreno y Francisco Javier Berbel Silva. Editorial Maquetrán, 2019.

Antonio Recuero / Imágenes: Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE) y Archivo Centro de Publicaciones (ACF)



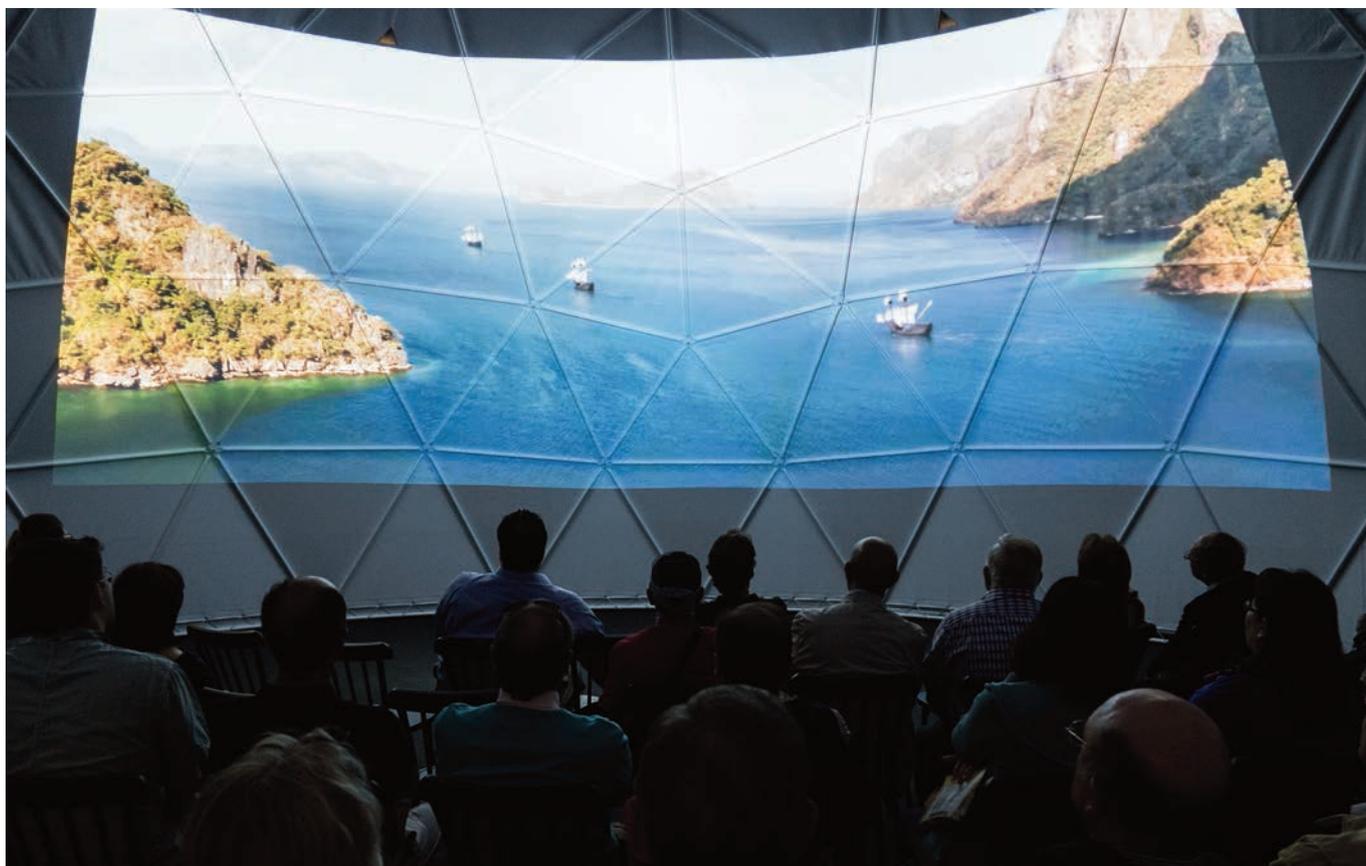
La primera vuelta al mundo en el Museo Naval de Madrid

LAS VOCES DE UN VIAJE EXCEPCIONAL



► Carta mapamundi "Kunstmans IV". Atribuida a Jorge Reinel, ca. 1519 (Bibliothèque nationale de France. París. Original en Ameeribibliothek de Múnich).

"Fuimos los primeros. Magallanes, Elcano y la vuelta al mundo" se titula la exposición con la que el Museo Naval de Madrid se suma a los actos del V centenario. Un título con el que se ha querido realzar a sus protagonistas, marinos de muy diversa procedencia, para que, situándoles en el contexto de su época, reivindicuen el privilegio de haber sido los primeros en realizar la circunnavegación alrededor de la Tierra.



La exposición destaca no solo por su espectacular ambientación y montaje –que alterna técnicas expositivas clásicas con otras más modernas como proyecciones y *video mapping*–, sino también por el valor histórico del casi centenar de piezas seleccionadas, procedentes de 23 instituciones de varios países.

Los 1.100 m² dedicados a la muestra se organizan en cinco espacios: El conocimiento que en aquella época se tenía del mundo; el origen del proyecto y las razones que motivaron el viaje; los preparativos y los medios empleados; el viaje en sí y cómo este pasó de ser una empresa comercial a convertirse en una hazaña sin precedentes, y, por último, las consecuencias de la expedición –científicas, económicas y políticas–. Todo ello precedido por un cortometraje, proyectado en una pantalla panorámica en el interior de un domo geodésico, en el que de forma dramatizada se relatan los principales hitos del viaje. Además, durante todo el recorrido se pueden leer, inscritos en las paredes, fragmentos de algunos textos de quienes vivieron aquella experiencia, como el griego Francisco Albo, que llevó un diario de navegación, y el italiano Antonio Pigafetta, autor del más fascinante libro sobre ese viaje.

El mundo a comienzos del siglo XVI

Poco después de que Colón descubriera lo que creyó la parte más oriental de Asia, cosmógrafos y cartógrafos tenían la convicción de que esto no era así, y que entre los recién descubiertos territorios y las auténticas Indias mediaba un océano de dimensiones imprecisas; algo que en 1513 verificó Núñez de Balboa cuando avistó por primera vez ese océano, al que bautizó con el nombre de Mar del Sur. También se hizo patente que el nuevo mundo al que se llamó Indias Occidentales no era solo un conjunto disperso de islas y tierras en medio del Atlántico, sino un continente que se interponía entre dos océanos.

Dado que la esfericidad de la Tierra era un hecho incontrovertido desde hacía mucho, un posible paso a través de ese continente suponía un mundo de oportunidades para las cortes europeas, pero sobre todo para la Corona de Castilla. En el Tratado de Tordesillas de 1474, Castilla y Portugal se repartían el mundo conocido y también el que quedara por descubrir. Trazada una raya de norte a sur a 370 leguas de Cabo Verde, todo lo que estuviera a poniente pertenecería a los españoles y lo que quedara a levante a los portugueses, donde

► Proyección del cortometraje que da inicio a la exposición.

Antonio Pigafetta, cronista de la vuelta al mundo

Fueron varios los relatos que se hicieron sobre la vuelta al mundo, pero ninguno como el de Antonio Pigafetta, que García Márquez calificó como "libro breve y fascinante en el cual ya se vislumbran los gérmenes de nuestras novelas de hoy". Pigafetta había nacido en Vicenza (Lombardía) en 1482 y estudiado cartografía y astronomía en Roma, donde entró al servicio del cardenal Chieregati, que en 1519 se encontraba en Barcelona como nuncio del papa León X. Allí tuvo Pigafetta noticias del viaje y decidió ir a Sevilla para embarcarse, según sus propias palabras, "por ver las grandes y extraordinarias cosas que había en el mar Océano y, al mismo tiempo, hacerme con un nombre que llegase a la posteridad". En la relación de embarque aparece como Antonio Lombardo, y no se enroló como escribano o cronista sino como sobresaliente –hombre de armas que sustituye a otro en caso de necesidad– y como criado al servicio de Magallanes, por el que sentía una profunda admiración. (En cambio, en ninguna parte de su relato menciona a Elcano, con el que debía existir cierta animadversión, aunque en su libro no manifieste la causa de esta.) A su vuelta, parece que ofreció el relato a Carlos sin éxito, y no consiguió publicarlo hasta 1530, gracias al gran maestro de la Orden de San Juan, Felipe Villiers de L'Isle Adam. A partir de entonces se pierde todo rastro de su vida.

El libro de Pigafetta no es solo una crónica literaria minuciosa y entretenida de los avatares del viaje, sino que atesora un gran interés por sus atinadas observaciones sobre etnografía, paisaje, flora y fauna, describiendo el aspecto, vida y costumbres de los pueblos de la América austral, las Filipinas, Molucas, Borneo... y nuevas especies como vicuñas, pingüinos, aves del paraíso y otras muchas. Además, reunió un abultado vocabulario (casi un millar de voces) de las distintas lenguas habladas por los habitantes de esos lugares.

ya habían establecido intereses comerciales a través de la ruta del cabo de Buena Esperanza y el Índico. Así, el nuevo continente (excepto el actual Brasil) y todo cuanto estuviera hacia el oeste, hasta un hipotético antemeridiano cuya ubicación no era posible determinar, era terreno reservado a los cas-

tellanos. Encontrar un paso a través del nuevo continente abría a estos las puertas al descubrimiento y conquista de otros territorios y al comercio con las ricas islas de la Especiería (las Molucas), todo ello sin surcar las aguas reservadas a los portugueses.



► Video mapping con escenas del trayecto y sucesos del viaje.t

En este contexto se sitúa la correspondencia entre Magallanes y su amigo el también portugués Francisco Serrano, que se había establecido en las Molucas desde su descubrimiento en la expedición lusa de 1512. En sus cartas, Serrano insta a su amigo a que se reúna con él en lo que describe como un paraíso, y posiblemente fuera él quien proporcionó a Magallanes datos según los cuales las islas de la Especiería podían encontrarse en la parte del mundo perteneciente a España. Con estos datos y provisto de varios mapas, Magallanes, acompañado por el cosmógrafo portugués Rui Faleiro, se presentó ante Carlos I para proponerle viajar hacia Occidente y, encontrando el paso que comunicara el Atlántico con el Mar del Sur, llegar a la Especiería. Antes había propuesto el viaje al monarca portugués, que había desdeñado el proyecto, todo lo contrario que el futuro emperador, que en marzo de 1518 firma con Magallanes y Faleiro (que al final no llegaría a embarcar en la expedición) la “Capitulación para ir a descubrir la Especiería”.

Sobre estos antecedentes discurre la primera parte de la exposición, donde se explica a través de paneles y mapas la situación descrita y se exhiben piezas, algunas originales y otras facsimilares, referentes a este momento. Destacan el mapamundi de Cantino (1502), el globo de Martin Behalm (1492), el mapa “Imperio de los abisinios o del

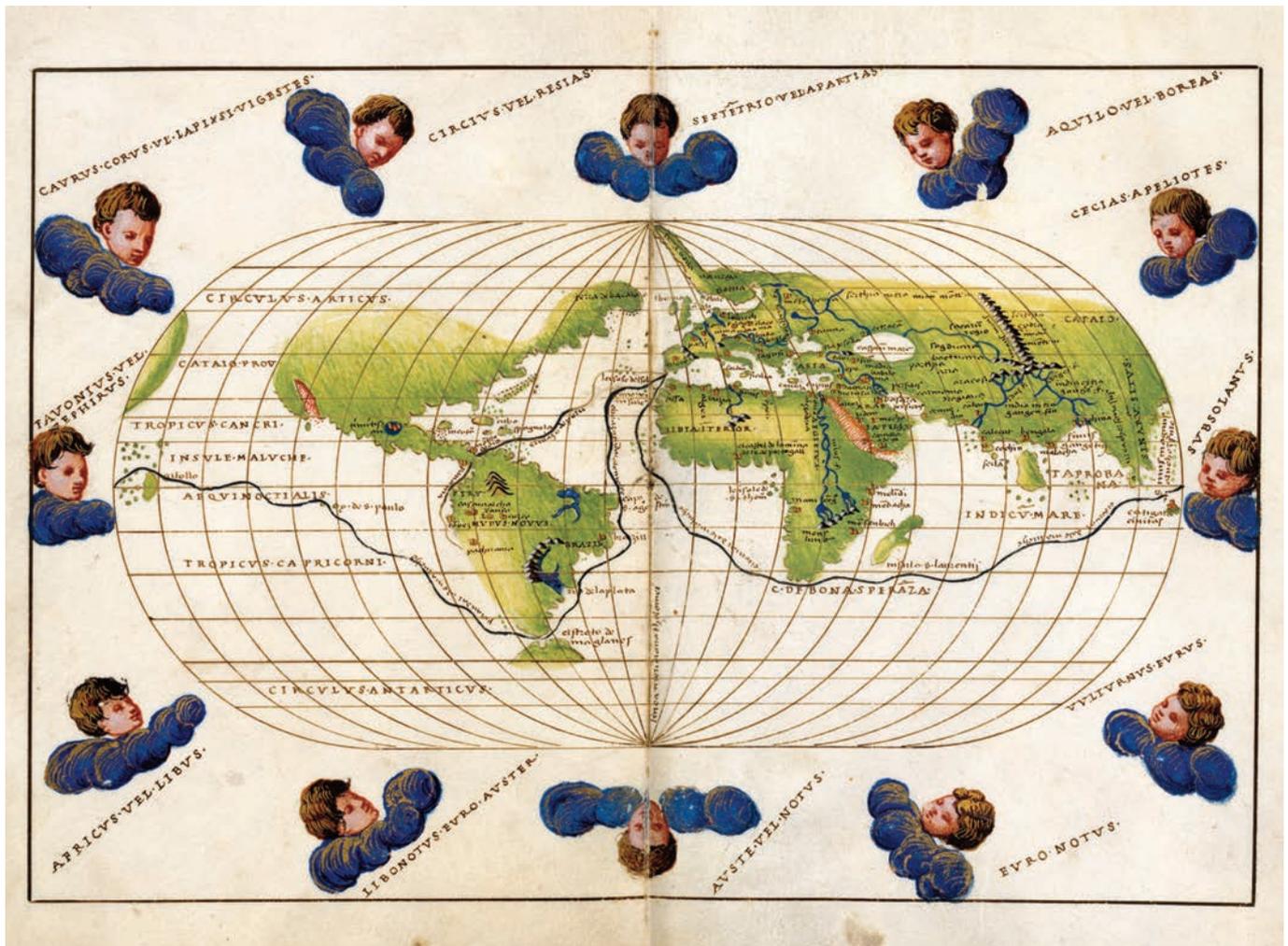


► Busto de Carlos I. Anónimo, ca. 1515-1519 (Museum of Fine Arts, Ghent / ©www.lukasweb.be - Art in Flanders vzw, photo Hugo Maertens).

Preste Juan” perteneciente al *Theatrum Orbis Terrarum* de Ortelius, o la carta mapamundi “Kunstmann IV”, atribuida a Jorge Reinel, que Magallanes llevó a sus reuniones con el rey. Entre los documentos están la ratificación del Tratado de Tordesillas de 1494, el citado “Asiento y Capitulación hecha con Fernando de Magallanes y el bachiller Rui Faleiro, caballeros de la Orden de Santiago y naturales de Portugal, para ir a descubrir la Especiería”, y un memorial que el comandante portugués envió a Carlos I “haciendo

► Vista de Sevilla. Anónimo. Principios del siglo XVII (©Archivo Fotográfico. Museo Nacional del Prado, Madrid).





► Atlas de Battista Agnese, 1544 (Biblioteca Nacional de España).

diversas peticiones relacionadas con la armada a la Especiería”, de octubre de 1518. Otras piezas son los retratos de Magallanes (anónimo de comienzos del XVI), el de Juana de Castilla (ca. 1501-1510) y el busto de un Carlos I joven realizado por autor anónimo entre 1515 y 1519.



► Sacos con especias en uno de los ambientes recreados en la exposición.

Los preparativos

Los viajes colombinos y los realizados por los portugueses al Índico habían supuesto un paso de gigante en la experiencia oceánica. Sin embargo, el arte de navegar en el siglo XVI seguía sometido a limitaciones que hacían de la navegación un azar plagado de riesgos, sobre todo en el caso de enfrentarse a mares desconocidos, como era el caso del viaje a las Molucas por el oeste, en el que ni siquiera era seguro que hubiera un paso para alcanzar un nuevo océano cuya extensión, además, se ignoraba.

Sobre el arte de navegar, en la exposición se muestran una edición del siglo XIX del libro titulado *Roteiro da viagem* que realizó Vasco de Gama en 1479, el *Derrotero de Mateo Jorge*, la *Suma de Geographia* de Fernández Enciso y el *Tratado del Esphera y del arte de marear*, de Francisco Faleiro, hermano de Rui, al que Carlos puso al frente de los preparativos del viaje.

► Modelo de la nao *Victoria*, de Francisco Fernández González, Luis Fariña Filgueira, Fernando Sagra Sanz y José Antonio Álvarez Manzanares, 2019 (Museo Naval, Madrid).



Las naves

En la exposición se muestran los modelos de las cinco naves que partieron de Sevilla y se dan sus características.

- ✓ *Santiago*. Coste: 187.000 maravedíes. Porte: 75 toneles (90 toneladas). Arboladura: 3 palos. Tripulación: 32 hombres. Encallada y hundida en la Patagonia.
- ✓ *San Antonio*. Coste: 330.000 maravedíes. Porte: 120 toneles (144 toneladas). Arboladura: 3 palos. Tripulación: 56 hombres. Desertó en el estrecho de Magallanes, regresando a Sevilla.
- ✓ *Concepción*. Construida en Bilbao. Coste: 228.000 maravedíes. Porte: 90 toneles (120 toneladas). Arboladura: 3 palos. Tripulación: 44 hombres. Quemada y hundida en Bohol al no quedar tripulación suficiente para gobernarla.
- ✓ *Trinidad*. Construida en Bilbao. Coste: 270.000 maravedíes. Porte: 110 toneles (135 toneladas). Arboladura: 3 palos. Tripulación: 62 hombres. Sufrió una avería en Tidore, no pudiendo emprender el regreso y siendo apresada por los portugueses.
- ✓ *Victoria*. Construida en Zarautz. Coste: 300.000 maravedíes. Porte: 85 toneles (110 toneladas). Arboladura: 3 palos. Tripulación: 45 hombres. La única que regresó a Sevilla. Desaparecida posteriormente en un viaje de vuelta a España desde las Antillas.

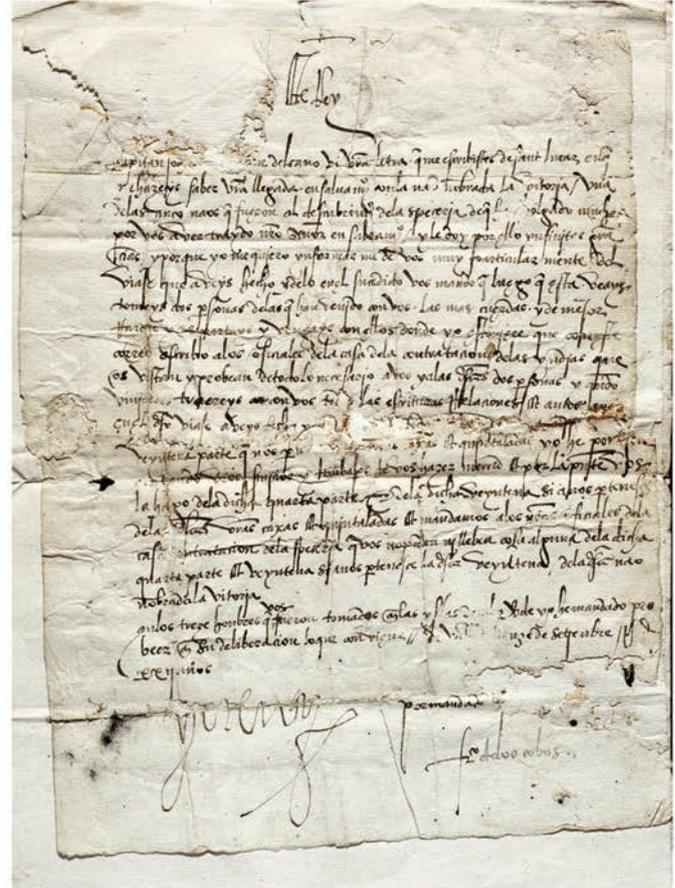
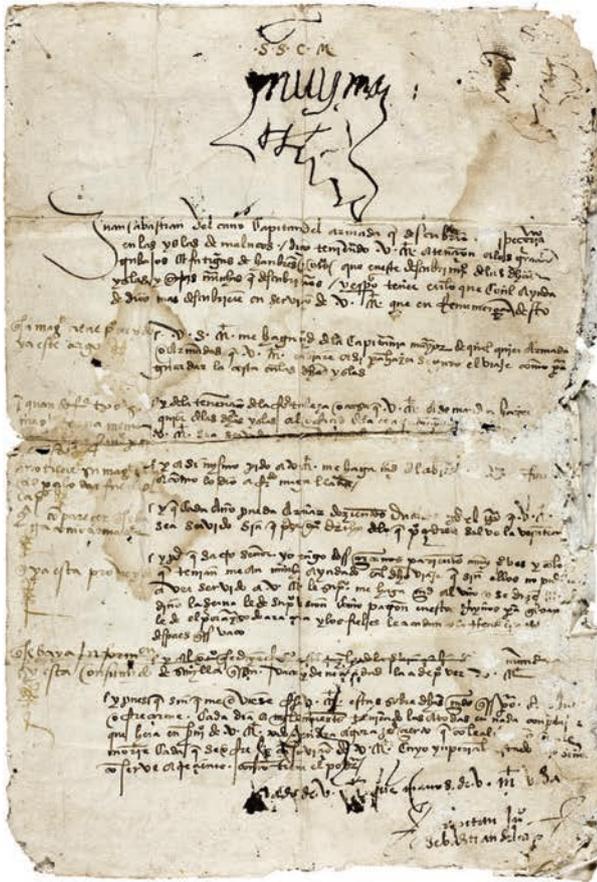
Magallanes, sin duda, contaría con algunos de estos tratados, así como con los instrumentos más avanzados de la época. No obstante, como se explica en la muestra, en el siglo XVI solo se podía averiguar –aparte del rumbo mediante la aguja de marear– una de las dos coordenadas necesarias para determinar la posición de un barco: la latitud, que se establecía con un astrolabio y un cuadrante (ya que desde la antigüedad se sabía que la latitud coincide con la altura de un lugar determinado respecto al polo celeste), mientras que la otra coordenada, la longitud, no pudo establecerse con precisión hasta la invención del cronómetro marino, ya en el siglo XVIII, por lo que tampoco era

factible calcular con exactitud la distancia recorrida. La muestra exhibe también un repertorio de los instrumentos, como un astrolabio, una ampolleta de arena para medir el tiempo, un compás, un cuadrante o un escandallo, todos ellos del siglo XVI.

Los preparativos de la expedición duraron un año y supusieron un desembolso de casi 9 millones de maravedíes, financiados por la Corona y por un grupo de comerciantes castellanos. Durante ese tiempo fueron llegando a Sevilla, punto de partida, los carros cargados con vituallas y pertrechos: siete vacas vivas para disponer de leche fresca, carne, pescado en salmuera, bizcocho, harina, legumbres,



► Astrolabio portugués y ampolleta de medir media hora, ambos del siglo XVI.



► Carta de Juan Sebastián Elcano a Carlos I dando noticias de su llegada y solicitando diversas mercedes. Valladolid, 5 de noviembre de 1522 (izqda.) y carta de Carlos I a Elcano acusando recibo de su «letra» y mandándole acuda con dos personas de las que han venido con él. Valladolid, 11 de septiembre de 1522 (Archivo Histórico de Euskadi. Bilbao. ©Eusko Jaurlantza-Gobierno Vasco, Euskadiko Artxibo Historikoa – Archivo Histórico de Euskadi).

frutos secos, aceite, vino, agua..., así como arpones, anzuelos y redes para pescar; mapas, cartas e instrumentos náuticos. Para los intercambios se embarcaron telas, plomo, alumbre, cobre, peines, espejos, cuchillos, vidrios, pulseras, campanillas... Para el registro, cuadernos y pergaminos (que más tarde fueron también muy útiles para el intercambio pues eran muy apreciados por los nativos).

Las cinco naves iban armadas con cañones, bombardas y falconetes, y su correspondiente munición y pólvora, además de armas de ataque y defensa personal, como arcabuces, ballestas, picas, petos y dos armaduras completas. Se llevaron también toda clase de utensilios y herramientas, toneles, medidas y balanzas, pez para calafatear, una fragua con fuelle y una piedra de amolar, sin olvidar los utensilios litúrgicos para las celebraciones religiosas. De todo ello da cuenta la exposición con algunas piezas de la época, además de una impresionante reproducción a escala 1/24 de la nao *Victoria* realizada en los talleres del museo.



► Armas de las islas del Pacífico y las Filipinas.

Viaje a lo desconocido

El lunes 10 de agosto de 1519, los marineros, con Magallanes al frente, salieron en procesión desde el convento de Santa María de la Victoria de Triana. Les acompañó una gran multitud, ya que el viaje con el fin de descubrir y conquistar para

Castilla la Especiería y previsiblemente otras tierras había despertado un vivo interés entre la población de Sevilla, que era el principal puerto del reino desde que los Reyes Católicos habían otorgado a la ciudad el privilegio del comercio con América e instituido, en 1503, la Casa de Contratación, por lo que abundaban los mercaderes navales, la gente de mar y hombres en busca de fortuna. Además, en Sevilla había muchos portugueses que se habían exiliado allí hacía años a consecuencia de las intrigas palaciegas durante el reinado anterior. De ahí también que fueran los segundos en número de tripulantes después de los españoles. La nómina total de estos varía según las fuentes, pero ronda los 240, de los que más de la mitad eran españoles, algo más de la décima parte portugueses y el resto, de muy diversas procedencias. Las tripulaciones de las naos estaban formadas por multitud de oficios: por supuesto los capitanes y pilotos, como responsables del gobierno y la navegación, maestros, marineros y grumetes. Pero también barberos y cirujanos, calafates, carpinteros, despenseros, escribanos, alguaciles, tesoreros, capellanes y hombres de armas.

En cuanto al viaje y sus circunstancias, ya ha sido contado en las páginas de esta revista, por lo que nos limitaremos a contextualizar la muestra del Museo Naval. En esta, el viaje se hace explícito en varias salas sobre grandes *video walls* panorámicos en los que mediante grafismo electrónico aparecen de forma animada el trayecto, las naves y los sucesos más importantes: la búsqueda del paso hacia el oeste, los motines, deserciones y naufragios, la navegación por el desconocido océano, el hambre y la sed, el frío, el escorbuto, los nativos, los animales y plantas, la muerte de Magallanes... También se exhiben piezas relacionadas, como las armas de la época, tanto españolas como indígenas (lanzas de los bagobo de Mindanao, escudos de las Célebes, los temidos kris y kampilan de los moros de Joló), así como modelos de embarcaciones del Pacífico.

Primus circumdedisti me

Tras la muerte de Magallanes y ya con solo dos naves, son nombrados jefes Gómez Espinosa, nuevo capitán de la *Trinidad*, y Elcano, de la *Victoria*. Estos, tras pasar por el mar de las Célebes y Borneo, consiguieron llevar las dos naos hasta Tidore, la principal isla de las Molucas. Era el mes de noviembre de 1521. Por fin habían alcanzado el objetivo del viaje, la ansiada Especiería.



► Escenificación de la muerte de Magallanes.

Allí permanecieron dos meses comerciando con los isleños, embarcando en las bodegas nuez moscada, clavo, jengibre y otras apreciadas especias, hasta que tuvieron noticias de que Portugal había enviado una armada para apresarles. Nada más decidir la partida, se detecta en la *Trinidad* una vía de agua. Se acuerda, pues, partir solo con la *Victoria* y que la otra nave repare su avería y regrese luego a España navegando hacia el Este, lo que no conseguiría –faltaba aún medio siglo para que Urdaneta hiciera con éxito el primer “tornaviaje” a través del Pacífico–, siendo apresada poco después por los portugueses.

Es el momento de la gran decisión de Elcano, que, al mando de la *Victoria* con 43 tripulantes, opta por regresar a España navegando hacia el Índico y doblar el cabo de Buena Esperanza, a pesar de que con ello se arriesga a caer en manos de Portugal, que tiene el control de ese océano y de las costas africanas. No obstante, su pericia le permitirá

► Carta del estrecho de Magallanes perteneciente al *Islario general de todas las islas del mundo*, de Alonso de Santa Cruz, siglo XVI. (Biblioteca Nacional de España).





► *Primus Circumdedisti Me*. Óleo sobre lienzo de Augusto Ferrer Dalmau, 2019.

tomar las rutas menos frecuentadas por los lusos —e incluso desconocidas hasta entonces—, arrostrar temporales y eludir las escuadras portuguesas, evitando recalar en puertos aun a costa de no reponer provisiones. Al final, el 6 de septiembre de 1522, la *Victoria*, con los únicos 18 supervivientes de la expedición, llega a Sanlúcar de Barrameda. Se había completado la primera vuelta al mundo.

Las consecuencias del viaje fueron importantísimas, aunque no precisamente en cuanto al comercio de especias: la ruta era demasiado larga y peligrosa, lo que la hacía poco rentable, y la Especiería siguió en disputa y generando tensiones. Pero en otros aspectos, sobre todo científicos, aquel viaje fue trascendental: por primera vez se tenía una visión global de la Tierra, con las consecuencias cartográficas —y también políticas— que eso trajo consigo; se descubrieron nuevos territorios y gentes, y se describieron especies animales y botánicas nunca catalogadas antes.

En la última sección de la muestra se ilustran estas consecuencias con diversas piezas, comenzando por la *Carta náutica de la India y de las Molucas*, levantada por Nuño García de Toreno en 1522, que fue la primera realizada con los datos de la expedición. Otras cartas que se exponen son la del estrecho de

Magallanes incluida en el *Islario general de todas las islas del mundo*, de Alonso de Santa Cruz; el *Atlas* de Battista Agnese; algunos de los distintos mapas de las Molucas y de Filipinas que fueron apareciendo en los años posteriores, o los de la América Meridional, de los que el Museo Naval expone el incluido en el *Atlas* impreso por Henrici Hondij. Heredero inmediato del viaje es asimismo el globo de Johanesh Schöner (1523). Y también están presentes libros de botánica, con láminas de nuevas especies, que solo fueron posibles tras la circunnavegación, como el de García de Orta, el de Adam Lonitzer y el de Iacobus Theodorus. A lo anterior se añaden documentos como el “Libro de las Pazas y Amistades” entre Elcano y los reyes locales, y las cartas que se escribieron Elcano y Carlos I tras el regreso a Sevilla. Cierra la exposición el óleo de Augusto Ferrer Dalmau titulado *Primus Circumdedisti Me*, que representa al marino de Guetaria y su tripulación a bordo de la *Victoria*.

Ya a la salida, despiden al visitante, impresos con letra caligráfica sobre un gran panel, los nombres de los tripulantes que se embarcaron en Sevilla hace 500 años para emprender el viaje más extraordinario de la Edad Moderna.

Mariano Serrano / Fotos: Museo Naval



V/CENTENARIO
1^a VUELTA AL
MUNDO

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza



Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Mapa Oficial de Carreteras[®]

ESPAÑA

2019

Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA

Incluye:

- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España 
- Alojamientos rurales 
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia

Español / Inglés

2019

Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA

DVD INTERACTIVO
(Windows 7 o superior)
Versión 34.0
Español / Inglés
Actualizable vía web

ISBN 978-84-201-4
MPO 001-18-174
DL M-2754-2018



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

También en el DVD:

- 1123 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 118 Vías Verdes