

Fomento



► Los ejes de la política de Fomento para la nueva legislatura

► La SE-40 crece en el Aljarafe

► Avances en el Cielo Único Europeo

► AVE La Meca-Medina

Sumario

taff

Directora de la Revista: Herminia Cano.

Jefa de redacción: Carmen Fontán.

Diseño y Maquetación: Chelo Cruz

Elaboración página web:

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor:

Colaboran en este número:

Javier R. Ventosa Zabaleta y Jaime Arruz.

Comité de redacción:

Presidencia:

Jesús M. Gómez García.
(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:

Angélica Martínez Ortega
(Secretaría 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 Mañán Díaz
(Directora del Gabinete Técnico de la
Secretaría General de Infraestructuras),

Roberto Angulo Revilla
(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría
General de Transportes),

Regina Mañueco del Hoyo
(Directora del Centro de Publicaciones) y
Herminia Cano Linares
(Directora de la Revista).

Dirección:

Nuevos Ministerios, Paseo de la Castellana,
67. 28071 Madrid.

Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.

Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.

Suscripciones:

91 597 72 61

Esmeralda Rojo.

E-mail: cpublic@fomento.es

Dep. Legal: M-666-1958.

ISSN: 1577-4929

NIPO: 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

Nueva etapa

Reorientación del sistema de transporte y giro social en vivienda, ejes de la política de Fomento para la legislatura



14

La SE-40 crece en el Aljarafe

En servicio dos tramos del sector suroeste de la autovía de circunvalación de Sevilla



22

Arranca el AVE del desierto

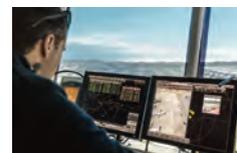
En servicio la línea de alta velocidad La Meca-Medina, el mayor proyecto ferroviario español en el exterior



30

Un paso adelante

El Gobierno aprueba un Real Decreto para el desarrollo del reglamento del aire, lo que permitirá a España avanzar en el proyecto "Cielo Único Europeo"



36

Viaje en el tiempo, Cartografía peninsular

La exposición "De Iberia a España a través de los mapas": un recorrido por la evolución de la representación cartográfica de la península Ibérica.



48

Gran Feria Ferroviaria. Innotrans 2018.

Pabellón español en la feria InnoTrans en Berlín del 18 al 21 de septiembre 2018.



56

Agustín de Betancourt, precursor de la ingeniería moderna

Se cumplen 260 años del nacimiento del fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.







Nueva Etapa

Reorientación del sistema de transporte
y giro social en vivienda, ejes de la política
de Fomento para la legislatura

El ministro de Fomento, José Luis Ábalos, presentó el pasado 12 de julio en el Congreso de los Diputados las líneas generales de la política del Departamento para el resto de la legislatura, encaminadas a mejorar la calidad de vida de las personas y a aumentar la cohesión social y territorial del país. Con el objetivo de tender hacia una política de infraestructuras, transporte y vivienda “más racional y más moderna”, las directrices de la nueva etapa aspiran a reorientar el sistema de transporte hacia un modelo más ajustado a las necesidades de movilidad de la sociedad y a propiciar el acceso social a la vivienda, “una de nuestras prioridades”.

La comparecencia del ministro, realizada a petición propia y de los grupos parlamentarios, constituyó su estreno ante la Comisión de Fomento del Congreso de los Diputados desde su nombramiento el 7 de junio. Como fundamentos de la nueva etapa abierta en Fomento, explicó que la actividad del Departamento se enmarcará en los objetivos y prioridades de la política económica del Gobierno, incidiendo en la superación de retos como la corrección de la desigualdad y el incremento de la productividad de la economía. En este sentido, transmitió que la política del ministerio pondrá el foco en las personas, bien para mejorar su calidad de vida, bien para incrementar la cohesión social y territorial del país.

En la parte inicial de su intervención, José Luis Ábalos hizo un diagnóstico general de la situación en materia de infraestructuras, transporte y vivienda, detallando sus luces y sombras. Y trasladó un mensaje de certidumbre al sector al afirmar que en la nueva etapa ministerial habrá, “con carácter general”, una continuidad de los compromisos de inversión y de contratos adquiridos (anunció la licitación de contratos de obra por más de 5.000 M€ hasta final de año). No obstante, precisó que no se debe confundir este mensaje de continuidad en las inversiones “con un aparente inmovilismo ni conformismo”, ya que “queda mucho por hacer”



► Tren AVE circulando entre Antequera y Santa Ana, Málaga.

en las obras públicas, y mostró su convencimiento de que es posible desarrollar una política de infraestructuras del transporte “más racional y más moderna”.

Para tender hacia esa política, desgranó una serie de medidas destinadas a alcanzar cuatro objetivos, que constituyen las líneas generales del ministerio en esta etapa. La primera es una nueva visión de la política de transporte, más orientada hacia las necesidades reales de la sociedad, con objeto de que las infraestructuras —“que deben ser pensadas para dar un servicio público y no para ser un fin en sí mismas”— sean un “instrumento eficaz” al servicio de la movilidad de las personas y de la vertebración y la cohesión del territorio. Como



Renfe foto: Pater

segunda línea, citó la instauración de la actitud de diálogo permanente y consenso con el territorio (administraciones públicas y asociaciones sectoriales), para conocer las necesidades de la sociedad. Como tercera línea, avanzó la intención de priorizar el acceso social a la vivienda, además de dar a esta política la importancia que merece, “para que deje de ser la hermana pequeña” en Fomento. Finalmente, trazó una cuarta línea con los principios que deben protagonizar esta política: transparencia, digitalización, eficiencia social y realismo de las inversiones. “Si alcanzamos estos cuatro objetivos, y logramos que el Grupo Fomento los asuma como propios para el futuro, estaremos progresando como país todos juntos”, sentenció.

Una vez definidas las líneas generales, enunció las actuaciones previstas por áreas de actividad (infraestructuras, transporte y vivienda) para reorientar la política ministerial, que se detallan a continuación.

INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTE

Política general del ministerio

En su intervención, el ministro enfatizó el gran esfuerzo en el desarrollo de infraestructuras de transporte realizado en España en los últimos 40 años, que ha permitido cerrar la brecha existente con otros países, aunque precisó que las nuevas demandas sociales reclaman reorientar prioridades, adaptándolas a la realidad social del país. En este sentido, explicó que la nueva política de transporte se apoya en principios como la seguridad del transporte y las infraestructuras, el derecho a la movilidad de las personas y la máxima contribución del sistema al crecimiento económico del país. Agregó que esta nueva política, “más racional”, debe reorientar los recursos allí donde más se necesiten, como la conservación y los proyectos que mejoren la productividad, la cohesión social y territorial, respetando el medioambiente.

De cara al nuevo escenario, anunció la reformulación del marco de planificación del Departamento a través de la introducción de nuevas variables. En primer lugar, citó el impulso al desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T) mediante la creación de un nuevo mecanismo destinado a acelerar la ejecución de la red básica en España (los corredores Mediterráneo y Atlántico), que acumula retrasos y debe estar finalizada en 2030. En segundo lugar, subrayó la necesidad de revisar los mecanismos de planificación para incluir una evaluación *ex-ante* de los nuevos proyectos de inversión, con un análisis coste-beneficio, “lo que no siempre sucede”, y una evaluación *ex-post* o seguimiento de las actuaciones mediante indicadores, con objeto de poder plantear con rigor cuánto debe invertir España en infraestructuras de transporte, en qué tipos y cómo financiarlas. En este contexto se potenciará el Consejo Asesor de Fomento como órgano independiente de asesoramiento a la planificación. En el mismo marco de planificación, avanzó la voluntad de dar a la logística la importancia que merece, trabajando por la gestión de las cadenas logísticas completas, y no de infraestructuras aisladas. Otro rasgo que



▶ Ronda de circunvalación oeste Málaga. Tramo C-3310 a Autovía A7.

marcará la nueva etapa será el impulso de la sostenibilidad del transporte, el sector con mayor peso (26%) en el balance de gases de efecto invernadero en España. Para avanzar en el cumplimiento de los compromisos en la lucha contra el cambio climático, Fomento, que incardinará su actuación en la política general del Gobierno –nueva Ley de Cambio Climático y Plan Integrado de Energía y Clima–, culminará el Plan de Sostenibilidad que Ineco redacta desde hace meses.

En materia de internacionalización, el ministro transmitió la voluntad del Departamento de defender los intereses españoles en la UE y en el ámbito internacional en el sector del transporte, al tiempo que declaró la intención de reforzar las relaciones bilaterales con Francia y Portugal “para ganar aliados en las negociaciones internacionales y avanzar en las conexiones que minimicen el impacto de la condición periférica española”. En este campo, manifestó que Fomento mantendrá su respaldo a la expansión internacional de las empresas españolas del sector de las infraestructuras y el transporte, que tienen ya cerca del 75% de su contratación en el exterior.

Siempre en el capítulo de política general, destacó que todas las actuaciones del ministerio en materia de transporte tendrán como prioridad fundamental la seguridad, “un tema que nos preocupa”, para lo cual comunicó la intención de elaborar un informe exhaustivo sobre la seguridad en el transporte en España. También abogó por fortalecer la independencia funcional y orgánica de las comisiones de investigación técnica de accidentes. Finalmente, señaló que se potenciarán las actividades de dos organismos con distinta adscripción a Fomento: el Instituto Geográfico Nacional y la sociedad estatal Correos y Telégrafos. Para esta última anunció la presentación del Plan de Prestación del Servicio Postal Universal y el desarrollo de su correspondiente contrato regulador.

Carreteras

En este ámbito, el ministro avanzó a los diputados la voluntad de reorientar las políticas viarias implementadas en los últimos años, con medidas que afectarán a toda la red estatal. En primer lugar, anunció la liberalización de los peajes de las autopistas cuya concesión acaba en esta legislatura (AP-1 entre Burgos y Armiñón, AP-7 entre Tarragona y Alicante, AP-4 entre Sevilla y Cádiz), argumen-

tando razones de justicia con el resto de españoles y de equilibrio territorial, “que ya han pagado sobradamente estas infraestructuras”. Fomento realizará en los próximos meses las actuaciones complementarias para hacer efectivo ese levantamiento, primero de este tipo en la historia reciente de

En materia de internacionalización, el ministro transmitió la voluntad del Departamento de defender los intereses españoles en la UE

España. También comunicó que se analizan diversas soluciones para dar viabilidad a las autopistas rescatadas que gestiona la SEITT, en un proceso coordinado con los ministerios de Hacienda y Economía. A partir de estas medidas, se emprenderá un estudio sobre el futuro modelo de conservación de la Red de Carreteras del Estado, “porque el dejar de pagar peaje no significa que no paga nadie, sino que pagamos todos vía impuestos”, señaló. Y emplazó a la Comisión de Fomento a buscar el consenso en torno a la idea de que la supresión de peajes “debe ir asociada” al modelo de financiación para el mantenimiento y conservación de la red estatal.

Otra medida de calado expuesta fue la priorización inversora en materia de conservación, con objeto de que no se deteriore la alta calidad de las carreteras españolas. En este sentido, recordó que el frenazo inversor en la red de alta capacidad durante la crisis se ha sentido notablemente en la conservación de la red, rompiendo la máxima de la renovación de firmes cada ocho o 10 años de vida útil y abocando a muchos tramos a su deterioro, anunciando que a partir de ahora se impulsará la conservación de la red estatal, “una de las principales demandas sociales”.

Ferrocarriles

En este campo, el ministerio orientará las inversiones a completar las obras de la red de alta velocidad (Corredor Mediterráneo, Acceso a Galicia, Variante de Pajares, Y Vasca, Línea Madrid-Extremadura o conexión Chamartín-Atocha-Torrejón de Velasco) y a la mejora de la red convencional (Bobadilla-Algeciras, Granada-Almería,



► Tren AVE en la estación de Alicante.

Sagunto-Teruel-Zaragoza, Palencia-Santander, Medina del Campo-Salamanca-Fuentes de Oñoro, Mérida-Puertollano, Grañena-Jaén o Variante de Camarillas). Desde Fomento se impulsarán también los enlaces transfronterizos que faltan para conectar ambas redes a la red transeuropea que se está configurando. Por otro lado, el ministro comunicó que se dará mayor prioridad al segmento de Cercanías, motor de la movilidad metropolitana española al transportar cada día más de millón y medio de pasajeros. Así, dijo que el Departamento dará unidad a los planes anunciados para distintos núcleos de Cercanías (Cataluña, Cantabria, Asturias, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid) y los integrará en un Plan Nacional de Cercanías de Movilidad Urbana, a elaborar en colaboración con las administraciones.

Sobre los agentes ferroviarios públicos, el ministro enfatizó la nueva orientación estratégica de Adif y Adif Alta Velocidad, que ha pasado del enfoque tradicional basado en resultados económicos a otro de triple cuenta de resultados que equipara los impactos económicos, sociales y ambientales de su actividad. La nueva estrategia está orientada a la contribución de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y se basa en los prin-

cipios de seguridad, servicio y sostenibilidad, para los cuales adelantó varias medidas. En seguridad, el impulso al plan de acción de seguridad ferroviaria, en marcha ya por Adif y Renfe bajo coordinación de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria; en servicio, la apuesta por elevar la cuota de transporte ferroviario hasta alcanzar un incremento del volumen de tráfico del 7% en toda la red para 2020 (respecto de 2017), lo que incluirá un nuevo plan de mercancías; y en sostenibilidad, un plan director de lucha contra el cambio climático, con medidas de transición energética y descarbonización. Adif, por otro lado, deberá culminar su adaptación como administrador independiente para cumplir con las exigencias del Cuarto Paquete Ferroviario de la UE.

En el caso de Renfe, señaló, la prioridad es reforzar la competitividad de la compañía ante la liberalización del mercado europeo de viajeros por ferrocarril, prevista para 2020. Para ello, Renfe debe trabajar en dos direcciones: por un lado, dotarse de material rodante suficiente mediante un plan de adquisiciones destinado tanto a los servicios comerciales (alta velocidad) como a las Obligaciones de Servicio Público (renovación de trenes de Cercanías y Media Distancia); y por otro, el desarrollo



► Pasajeros embarcando en un avión de Iberia.

de los productos más adecuados para competir en los segmentos en los que se espera competencia. En mercancías, actividad que ya opera en competencia, señaló que Renfe debe mejorar la gestión para pasar de ser un mero transportista a un operador logístico internacional. Finalmente, anunció un plan estratégico en 2020 para que Renfe “acometa su puesta al día para el siglo XXI” en materias como mejora de procesos internos, transformación digital y cambio cultural hacia una empresa pública dinámica y moderna.

Puertos

El sector portuario, para el cual se elaborará un nuevo marco estratégico, “debe seguir trabajando en mejorar su competitividad y accesibilidad para favorecer su capacidad exportadora por la vía de la reducción de costes logísticos”, declaró. El objetivo es alcanzar un crecimiento sostenido del tráfico portuario, con tasas anuales superiores al IPC. Para ello, las actuaciones en la nueva etapa tocarán varios ámbitos. Por un lado, se estudiarán nuevas medidas para reducir las tasas portuarias, sin afectar a la financiación de nuevas infraestructuras, y se fomentará la competencia en la prestación de servicios portuarios. Por otro, se mantendrá una inversión sostenible en infraestructuras que favorezca el empleo y el desarrollo, orientándola a proyectos que no generen nueva

capacidad (exigencias de megabuques, intermodalidad) y fomentando la colaboración público-privada. También crecerá el peso de la innovación. En materia regulatoria, se culminará el real decreto de la estiba y se adaptará la legislación al reglamento de la UE sobre servicios portuarios y transparencia financiera.

Transporte aéreo

Las actuaciones en este ámbito para la nueva etapa se enmarcan dentro de los planes en curso. En el caso de Aena, el ministro transmitió la apuesta por avanzar en el Plan Estratégico 2018-2021, que fija los ejes estratégicos para consolidar a la entidad como primer operador aeroportuario mundial por volumen de pasajeros. Entre estos ejes figuran la ampliación y adecuación de capacidad de los aeropuertos, el cumplimiento de los altos niveles de calidad de servicio, el desarrollo de soluciones digitales, la apuesta por la sostenibilidad ambiental, la optimización de la oferta comercial aeroportuaria, el aprovechamiento de suelos disponibles en los aeropuertos y la expansión internacional a través de la consolidación de activos y la participación estratégica en otros nuevos.

Por su parte, las actuaciones en Enaire se englobarán en su Plan Estratégico 2017-2020 (Plan de Vuelo 2020), basado en los objetivos de



► Puerto de Algeciras, muelle Juan Carlos I.

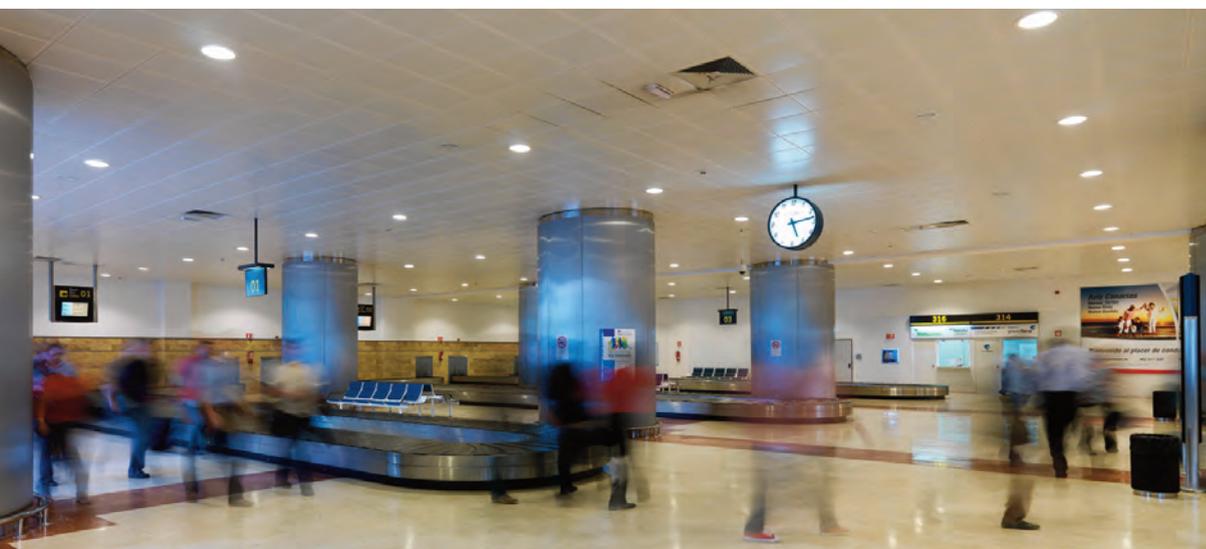
seguridad, capacidad, sostenibilidad ambiental y eficiencia para afrontar los retos de la navegación aérea española y del Cielo Único Europeo. Según el ministro, las inversiones en los próximos años se centrarán en la evolución de los sistemas y la mejora de la eficiencia y capacidad del espacio aéreo. En 2019, además, se rebajará un 12% la tarifa de ruta, situándola entre las más competitivas de Europa. Y para atajar el déficit de controladores aéreos, se impulsará la oferta para cubrir nuevas plazas.

Transporte

Con objeto de garantizar la cohesión territorial y la movilidad social, prioritarias en la nueva etapa, el titular del Departamento tildó de esencial el papel que juegan las Obligaciones de Servicio Pú-

blico (OSP), al garantizar unos servicios de transporte que las empresas no prestarían de mediador solo su interés comercial (en 2017 transportaron a 322 millones de pasajeros solo en tren). En este contexto, apuntó dos medidas: por un lado, un nuevo contrato de OSP ferroviarias con Renfe y la asignación de 1.190 M€ este año para financiar el déficit de explotación de estos servicios, lo que permitirá iniciar nuevas relaciones ferroviarias; y por otro, la apertura en 2019 de las rutas aéreas OSP Menorca-Madrid y Melilla-Andalucía. Asimismo, informó que una de sus primeras medidas como ministro fue acelerar la implantación de la subvención del 75% en los billetes de transporte aéreo y marítimo para residentes en territorios extrapeninsulares.

En transporte por carretera, el ministro aludió, por su importancia para los transportistas españoles,



► Sala de recogida de equipajes en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canaria.

a la normativa sobre movilidad de mercancías y viajeros que se negocia en la UE. Respecto al primer sector, dijo que desde Fomento se defenderán las condiciones sobre aspectos sociales que benefician a los profesionales españoles en el marco de la Alianza por la Carretera de 2017. Y respecto al segundo, informó que respaldará el sistema concesional español de transporte por autobús, destacando que se continuará con la renovación de concesiones. Sobre el conflicto entre taxis y Vehículos de Transporte con Conductor (VTC), apuntó que la voluntad del ministerio es trabajar en pro de una convivencia ordenada entre ambos.

Finalmente, el responsable de Fomento anunció la presentación del Plan Nacional de Salvamento 2019-2021, que asegurará las inversiones para el mantenimiento de estos servicios, “imprescindibles para la seguridad de nuestros mares”. El nuevo plan, precisó, se centrará en la aplicación de nuevas tecnologías, citando la autorización del uso de drones para las operaciones de búsqueda.

VIVIENDA

En este ámbito, José Luis Ábalos destacó uno de los cambios de mayor peso para la nueva etapa, la reorientación de la política de vivienda, particularmente la de alquiler, con dos objetivos: por un lado, dar al problema de la vivienda el lugar que merece como política de Gobierno, recuperando el liderazgo estatal en esta materia, un reto que requerirá el impulso desde Fomento (cuya nueva estructura incorpora una Secretaría General de Vivienda, antes dirección general) y la máxima coordinación entre las administraciones competentes (estatales, autonómicas y municipales); y por otro, atender a las personas que más lo necesitan, en especial los jóvenes. Un instrumento básico para ello será la creación de un grupo de trabajo interministerial encargado de desarrollar y coordinar medidas a corto, medio y largo plazo sobre vivienda y alquiler, “que articularán el giro social en política de vivienda de este Gobierno”. Este grupo, activado el pasado 18 de septiembre, se reunirá con todas las comunidades autónomas para facilitar la ejecución del nuevo plan de vivienda y escuchar sus propuestas.

Entre las medidas a corto plazo que, avaladas por una necesidad urgente y el consenso social, se activarán para paliar el aumento de los precios del alquiler, el ministro detalló cuatro. En primer lugar,

► Edificio de viviendas

la mejora del marco regulatorio del alquiler, con objeto de atender la intensa demanda social que reclama revertir las consecuencias de la reforma realizada en 2013 de la Ley de Arrendamientos Urbanos, mediante reformas que permitan alcanzar el mayor equilibrio entre los derechos de arrendadores y arrendatarios en materia de duración de contratos, fianzas y seguridad jurídica. Como segunda línea, apuntó la necesidad de avanzar en una reforma del régimen fiscal de la vivienda que contribuya a estimular la oferta de vivienda en alquiler, a la moderación de los precios o a la rehabilitación edilicia. La tercera línea expuesta fue el refuerzo de la coordinación entre órganos judiciales y servicios sociales “para atender el drama que representan los desahucios en muchos hogares vulnerables”. Finalmente, subrayó el propósito de optimizar el uso del parque de vivienda existente, particularmente en entornos tensionados en materia de alquiler, con objeto de garantizar que ese parque se destine mayoritariamente a satisfacer el derecho a la vivienda, “salvaguardando su función social”. Para incrementar la oferta de viviendas en alquiler se avanzará en la definición del concepto de vivienda vacía y, en coordinación con las comunidades autónomas, se arbitrarán medidas para regular el fenómeno del alquiler turístico de vivienda; también se encargará a SEPES (Entidad Pública Empresarial del Suelo, adscrita a Fomento) la búsqueda de suelos para afrontar este problema.

A este bloque de medidas el ministro añadió un segundo bloque, con propuestas de carácter más estructural, para el medio y largo plazo, todavía en fase de definición. La primera de estas medidas es la reorientación del Plan Estatal 2018-2021, con

tres propuestas principales: la mejora presupuestaria para los ejercicios 2019, 2020 y 2021, la revisión de los ocho programas de subvenciones (en particular, la mejora de las condiciones para el acceso a las ayudas de los jóvenes) y el estudio de otros programas adicionales. La segunda es la puesta en marcha de un plan para construir 20.000 viviendas en alquiler en el plazo de 4-6 años, destinadas de forma indefinida al alquiler o la cesión en uso, con precios accesibles, en municipios con demanda acreditada donde el precio del alquiler se incrementa con mayor intensidad; este plan se realizará en coordinación con comunidades autónomas y ayuntamientos. Como tercera línea, citó el fortalecimiento del papel de SEPES en la promoción de suelo y las edificaciones destinadas a vivienda social.

Junto al capítulo de vivienda social, el ministro desglosó otras medidas que impulsará Fomento en materia de arquitectura, vivienda y suelo y políticas urbanas, y que completan su ámbito de actuación en este campo. Como planteamiento general, manifestó que las políticas urbanas del ministerio se inspiran en los principios de la Declaración de Davos, que pone en valor la calidad del espacio construido como elemento central de las transformaciones urbanas. En este contexto, destacó la puesta en marcha de distintas iniciativas. Para mejorar la sostenibilidad y la habitabilidad en el ámbito del desarrollo urbano y la edificación, adelantó la aprobación e implementación de una Agenda Urbana para España, documento estratégico que buscará la sostenibilidad de las políticas urbanas en su triple dimensión social, económica y ambiental. En edificación, avanzó la definición de nuevas exigencias



► Edificio de viviendas ecológicas en Teruel.

Señas de identidad



► Línea de alta velocidad.

El ministro desglosó los principios o señas de identidad que deben protagonizar las actuaciones del Departamento y que, dada su importancia como conjunto, conforman una de las cuatro líneas generales de la nueva política de Fomento. Son estas:

Transparencia. La sociedad exige cada vez más transparencia en la gestión del gasto público y en el estado de los proyectos y las obras. Para el ministro, este principio tiene que servir no solo para dar certidumbre y evitar el incumplimiento de promesas, sino también para alcanzar acuerdos parlamentarios y ayudar a las empresas a planificar mejor sus inversiones. Con objeto de dar transparencia a las actuaciones en Fomento, anunció la creación en la web ministerial de una herramienta de consulta para conocer la situación de las infraestructuras promovidas por el departamento, particularmente las viarias y ferroviarias, con datos sobre objetivos, ventajas, estado de tramitación de estudios, plazos de participación pública, vigencia y horizonte temporal, localización y comunidades beneficiadas, entre otros. También se fomentará el acceso a la información sobre arquitectura, vivienda y suelo a través del Observatorio de Vivienda y Suelo, el Sistema de Información Urbana o el Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas.

Digitalización. En el mundo actual, la innovación tecnológica es la palanca de cambio que permite realizar las grandes transformaciones (descarbonización del transporte, movilidad sin barreras, interoperabilidad, mejora de la eficiencia energética) hacia un modelo de movilidad segura, limpia y conectada. En su apuesta por la innovación, el ministro subrayó que la digitalización se configura como un pilar básico que revolucionará el actual modelo de movilidad, mejorando la seguridad y la eficiencia del transporte a un coste menor. Para ello, dijo que el Departamento participará en la definición de las políticas de digitalización y anunció la puesta en marcha de un Plan de Transformación Digital para el Grupo Fomento.

Eficiencia y evaluación social de las inversiones. Con objeto de favorecer el bien común, se combinará la eficiencia del gasto público con la rentabilidad social de las actuaciones, orientando los recursos hacia aquellas obras u medidas “que generen mayor bienestar social”. Esta conjunción de criterios permitirá una mejor funcionalidad y conectividad de las infraestructuras, así como su adecuada conservación.

Realismo de las inversiones. El principio del realismo presidirá la política inversora del Departamento, que aspira a conseguir una optimización de la programación de las inversiones “que permita realmente contar con lo que se va a licitar y ejecutar”.

reglamentarias sobre eficiencia energética para impulsar el cumplimiento de los objetivos medioambientales de la UE en 2050, además de contribuir mediante nuevas medidas a mejorar las condiciones de habitabilidad y de protección de la salud de los edificios. Y sobre el patrimonio arquitectónico, fijó dos líneas de actuación: elevar la dotación presupuestaria del Programa de Rehabilitación Arqui-

tectónica –hoy tiene invertidos 120 M€ en 83 proyectos– y dar mayor prioridad al programa del 1,5% Cultural. Finalmente, expresó la voluntad de poner en valor la arquitectura española mediante el correspondiente programa de promoción y difusión que lidera el ministerio.

Javier R. Ventosa.



► El trazado de Almensilla-Espartinas discurre en buena parte por extensos campos de olivos.

La SE-40 crece en el Aljarafe

En servicio dos tramos del sector suroeste
de la autovía de circunvalación de Sevilla

El anillo exterior de circunvalación SE-40, infraestructura de gran capacidad llamada a jugar un papel estratégico en la movilidad del área metropolitana de Sevilla, ha dado un importante paso en su proceso de construcción con la puesta en servicio de los tramos Coria del Río-Almenseilla y Almenseilla-Espartinas. Estos 14,6 nuevos kilómetros continuados de autovía conforman dos de los tres tramos del sector suroeste de la SE-40, que discurre en esta zona por la comarca del Aljarafe. El Ministerio de Fomento ha invertido más de 190 M€ en su apertura al tráfico.

Con esta puesta en servicio, realizada el pasado 25 de julio con asistencia del ministro de Fomento, José Luis Ábalos, han quedado abiertos al tráfico dos de los tres tramos del sector suroeste del futuro

anillo de circunvalación SE-40, cuyo objetivo es descongestionar las autovías de acceso a Sevilla y la saturada ronda de circunvalación SE-30, evitando que el tráfico de largo recorrido coexista con el metropolitano y urbano. Esta gran infraestructura, una de las mayores de su tipo en España, tiene ya en servicio cuatro de sus 11 tramos y el 41% de su longitud total (31,2 de 77 kilómetros), correspondiente a los sectores sureste, suroeste y este, y en el primer semestre de 2019 prevé incorporar el último tramo del sector sureste (Dos Hermanas-Autovía A-4, de 8,5 kilómetros), mientras el Ministerio de Fomento evalúa la solución para el paso del río Guadalquivir en el sur. Los cinco tramos de los sectores norte y noroeste, que suman 35,2 kilómetros, deben actualizar sus proyectos antes de su aprobación.

Los dos nuevos tramos suponen la entrada de la SE-40 en la comarca elevada del Aljarafe, al oeste de Sevilla, y aportan importantes beneficios de conectividad, seguridad y rapidez para las poblaciones y urbanizaciones de esta zona. Por un lado, dotan de mayor accesibilidad a Coria del Río, La Puebla del Río y Almenseilla (poblaciones que suman 50.000 habitantes), que ahora disponen de una conexión moderna con la autovía A-49 hacia Sevilla



► Viaducto sobre el arroyo del Repudio y paso inferior para reposición de camino en el tramo Coria del Río-Almenseilla.



► Paso inferior de la carretera A-474 que fue deprimida para realizar el cruce con la SE-40 a distinto nivel.

y Huelva. Por otro, Palomares del Río y Gelves (cerca de 20.000 habitantes) se han visto beneficiadas en su conexión hacia Huelva y cuentan ahora con una nueva alternativa para acceder a Sevilla desde Huelva para el regreso de las playas, que es el primer paso para la conexión entre Huelva, Cádiz y Madrid sin pasar por Sevilla. Además, la conexión de la SE-40 con la A-49 permite, a través de su enlace satélite, que Espartinas se conecte directamente con la A-49 tanto hacia Sevilla como hacia Huelva, sin pasar por Gines o Umbrete. Las proyecciones estiman una circulación diaria media superior a 25.000 vehículos en los nuevos tramos.

Presupuesto y características

La inversión del Ministerio de Fomento en esta actuación, realizada con financiación de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (Seitt), ha ascendido a 192,2 M€ (incluido IVA), cantidad que comprende el contrato de obra, las asistencias técnicas de redacción del proyecto y de control y vigilancia de la obra y el importe estimado de las expropiaciones. Esa inversión global se distribuye en 100,33 M€ correspondientes al tramo Coria del Río-Almensilla (91,45 M€ son del contrato de obra) y 91,85 M€ al tramo Almensilla-Espartinas (77,27 M€ del contrato de obra). En el primero de estos tramos, la obra ha sido ejecutada por la constructora Vías y Construcciones, con re-

dacción de proyecto de Omicron-Amepro y control y vigilancia de la obra a cargo de Cemosa; el segundo tramo ha sido construido por la UTE Intersa-Puentes, con redacción de proyecto a cargo de Urci Consultores y control y vigilancia de la obra por Idom. La dirección de la obra de los dos tramos ha sido ejercida por ingenieros de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental.

Como características geométricas, el trazado de ambos tramos presenta un radio máximo de 2.000 metros y mínimo de 450 metros, con una pendiente longitudinal máxima del 4% en el tramo Almensilla-Espartinas, siendo la velocidad de proyecto de 100 km/h. Las características de sección tipo del tronco y de firmes se han coordinado en ambos tramos, que comparten el mismo entorno periurbano. El tronco de la autovía está formado por una doble calzada con tres carriles de 3,5 metros de ancho cada uno por sentido –cuatro carriles y una mediana de 2 metros de ancho en los 2,1 kilómetros iniciales del tramo entre Coria del Río y Almensilla–, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1-1,50 metros y una mediana de 10 metros, anchura suficiente para una futura ampliación a cuatro carriles por sentido. En total, se han construido siete pasos de mediana. El capítulo de firmes comprende una explanada de 30 centímetros de suelo estabilizado con cemento S-EST3 y 30 centímetros de suelo estabilizado tipo S-EST 2, con un paquete de mezclas bituminosas de 20 centímetros (3 cm de M-10 para capa de rodadura, 7



► Vista desde el sur del enlace de Almensilla-Palomares, punto de encuentro de los dos tramos abiertos.

las viviendas cercanas de la urbanización del mismo nombre y que se desarrolla en el escarpe del Aljarafe. Concebida originalmente como un falso túnel, es una estructura de sostenimiento vertical a cielo abierto de 400 metros de longitud, consistente en pantallas de contención laterales a la vía ancladas al terreno y complementadas con paneles fonoabsorbentes para limitar la contaminación acústica, además de incluir la reposición de la carretera A-8051 mediante un paso superior. En una fase posterior, no incluida en el actual contrato de obras, está previsto que se cubra en falso túnel un tramo de 190 metros.

Cuatro viaductos jalonan el trazado: Caño Real, formado por tres estructuras (una de ellas, la del tronco principal, con tipología de vigas prefabricadas con sección de tipo artesa de canto 1,40 metros y losa de hormigón armado de canto 0,25 metros, de 88 metros de longitud, y las dos restantes, que dan continuidad a los ramales del enlace de Coria, con tipología de tablero ejecutado sobre vigas prefabricadas artesas monocajón, de 83 metros de longitud; las tres tienen cimentación profunda mediante pilotes); y Arroyo del Repudio (tablero formado por cuatro vigas prefabricadas

con sección tipo artesa de canto 1,40 metros y una losa de hormigón armado de canto 0,28 metros, de 89 metros de longitud). También se han ejecutado nueve obras de paso para restablecer la permeabilidad territorial de la traza: seis son pasos superiores de carreteras, caminos y enlace (con tablero formado por losas, aligeradas o sin aligerar, hormigonadas *in situ*, con longitudes de 96, 91, 89, 88, 76 y 38,5 metros, y anchura variable entre 8 y 13 metros) y tres son pasos inferiores de caminos y vías pecuarias (marcos cerrados de hormigón *in situ*, de longitudes de 52, 44 y 40 metros, y anchura libre de 8 a 15 metros). El capítulo de estructuras se completa con dos muros: uno construido mediante pantallas ancladas al terreno, similar al de Carramolos, de 100 metros de longitud y 11 metros de altura, para evitar afecciones a viviendas cercanas; y otro de hormigón armado tipo ménsula, ejecutado *in situ*, de 94 metros de longitud y altura máxima de 6,4 metros, para permitir el paso de un gasoducto y evitar nuevas expropiaciones.

En el trazado, que discurre por terrenos tolerables desde el punto de vista geotécnico, se han ejecutado tres desmontes, con una longitud

► Paso de la SE-40 por el cerro de Carramolos, con pantallas de contención laterales a la vía complementadas por paneles fonoabsorbentes.



superior a 4 kilómetros y altura máxima de 15,8 metros, así como tres terraplenes, de 970, 150 y 1.500 metros de longitud y altura máxima de 13 metros. Por último, se han construido dos obras de drenaje transversal.

Tramo Almensilla-Espartinas

Este tramo, de 7.700 metros de longitud, se desarrolla entre los enlaces de la carretera A-8054 y la autovía A-49 y discurre íntegramente en sentido sur-norte por los términos municipales de Almensilla, Mairena del Aljarafe, Gelves, Bollullos de la Mitación, Bormujos y Espartinas. En su mayor parte lo hace sobre la amplia vaguada que forma el arroyo del Repudio y sobre zonas de relieve suave, con terraplenes y desmontes de altura media, en un entorno de haciendas con catalogación de Bien Interés Cultural (BIC) caracterizado por amplias extensiones de olivares a ambos lados de la autovía. En la zona inicial del tramo se evitan unos yacimientos arqueológicos catalogados que quedan al oeste de la traza, cruzándose luego varios caminos y vías pecuarias, entre ellas la Vereda del Camino

Viejo a Sevilla y el Cordel de Villamanrique a Triana, que es utilizado por la Hermandad de Triana en su peregrinación anual al Rocío. Ya en el término de Bollullos de la Mitación la traza sobrepasa la hacienda Torreblanca y gira hacia el noreste hasta el cruce con la carretera A-474. Posteriormente continúa durante cerca de 2 kilómetros en dirección norte hasta alcanzar el enlace con la autovía A-49, principal obra del tramo, concluyendo una vez sobrepasado el mismo a la altura de la localidad de Espartinas.

La principal y más singular actuación del tramo es el enlace con la autovía A-49 (Sevilla-Huelva), de tipo trébol parcial con cuatro ramales directos, dos ramales semidirectos y dos lazos, que ha requerido la ejecución de 14 estructuras. Esta tipología ha obligado a desarrollar unas vías colectoras en la A-49 que abarcan desde el enlace de Gines-Bormujos (pk 5 de la A-49) hasta el enlace de Umbrete-Bollullos de la Mitación (pk 11,5), así como otra vía colectora paralela a la SE-40 desde el pk 5+000 al 7+000. Por razones de capacidad, las vías colectoras y los ramales Almensilla-Huelva y Huelva-Almensilla se han construido con dos carriles por sentido, mientras que los restantes se han

Historia a ras de autovía

Los trabajos de construcción de la SE-40 evidencian que el actual área metropolitana de Sevilla fue un territorio habitado desde tiempos remotos. Así lo ponen de manifiesto una quincena de yacimientos arqueológicos localizados en varios puntos del trazado, entre ellos el de Cerro del Goro en Valencina de la Concepción, en el sector noroeste, donde las labores arqueológicas preventivas realizadas al amparo de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) han detectado restos de actividad humana de la Edad del Cobre (III milenio a.C.); o los ya excavados de Torrequinto, Adaines II y Pozo de la Culebra, entre Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas, en el sector sureste, donde se han documentado y conservado restos de villas rústicas, termas y una necrópolis romanas de las épocas alto y bajo imperio (I-V d.C), asentamientos luego ocupados en el medievo.

El tramo Coria del Río-Almennisilla es el último ejemplo de la presencia de la historia a ras de suelo en la SE-40. Allí, entre los pk 3+160 y 3+300, junto al trazado, se localiza el yacimiento de Riopudio, donde una campaña de sondeos en 2011-2012 detectó asentamientos humanos de las épocas romana, visigoda y musulmana, entre ellos vestigios de una *mutatio* o casa de postas romana. Posteriormente, las excavaciones realizadas en otro sector en 2018 han hecho aflorar a medio metro de profundidad los restos de la alquería de Uncina, que aparece citada en la Carta de Repartimiento de Sevilla tras la conquista cristiana del Reino de Sevilla. Se trata de un conjunto de 14 edificios de uso agrícola, ganadero y residencial, que reproducen el clásico modelo de vivienda andalusí (alcobas y alhauyas, patios centrales con andenes, pozos y jardines rehundidos), datados en los periodos emiral, califal y almohade (siglos IX-XIII), y que se abandonaron en el siglo XIII. También se encontraron tres silos de la Edad del Bronce y tumbas infantiles romanas y cristianas, así como una cerca de protección alrededor de la alquería.

Estos restos tienen un alto valor científico, pero su estado de conservación es deficiente. Ante la imposibilidad de restaurarlos y ponerlos en valor, la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte de Sevilla, responsable en nombre de la Junta de Andalucía de la gestión del patrimonio histórico en esta provincia andaluza, resolvió en mayo la adopción de una serie de medidas de conservación preventiva del yacimiento, mediante su cubrimiento con material geotextil, arena y relleno de compactación para evitar posibles daños y expolios y preservarlo de cara al futuro. Esta actuación requirió una modificación del proyecto de una vía pecuaria cercana a la traza de la autovía, consistente en la elevación de la rasante, de forma que apenas se realizaron rebajes en el terreno, por lo que en torno al 90% de la superficie afectada ha sido cubierta –y no destruida– por la carretera.

ejecutado con un carril. Además, para el acceso a Espartinas se ha construido sobre la A-49 un enlace satélite, con tipología de pesa, acoplado al enlace de la A-49 a través de las vías colectoras y de los ramales semidirectos.

En el trazado se han ejecutado 24 obras de paso (12 pasos superiores y 12 pasos inferiores) para resolver el cruce de los ramales del enlace con la autovía A-49 y para dar continuidad a las restantes vías afectadas. Seis de los pasos superiores son las principales estructuras de cruce sobre la A-49 y sus vías colectoras. Se trata de estructuras de tipo isostático, con tres vanos de aproximadamente 40 metros cada uno para cubrir una longitud total de 120 metros y una anchura de entre 8 y 17 metros (salvo el nuevo paso superior que cruza la A-49 para comunicar caminos de servicio ubicados en ambas márgenes de la autovía, que tiene cuatro vanos con una longitud total de 68 metros). De

ellas, cuatro (entre las que se encuentra la que facilita el cruce del tronco de la SE-40 con la A-49, de doble tablero) han sido construidas con tablero de vigas prefabricadas de hormigón tipo artesana (para minimizar la afcción al tráfico durante la ejecución de las obras) y losa superior hormigonada *in situ*, mientras que las dos restantes se han ejecutado con tipología de viga cajón. Los otros seis pasos superiores son estructuras hiperestáticas de cuatro vanos, con tablero de losa postensada, continua o aligerada, de canto constante 1.00-1.40 metros, de longitudes entre 75 y 93 metros y anchura de 8 metros, que dan continuidad a vías pecuarias y caminos vecinales entre ambas márgenes del tronco de la SE-40.

Entre los pasos inferiores –12 en total, siete de ellos construidos en el enlace con la autovía–, tres se han ejecutado con tablero hormigonado *in situ*, de 70, 58,1 y 50,8 metros de longitud y entre 15 y 8,5



► Enlace con la autovía A-49, principal elemento del tramo Almensilla-Espartinas.

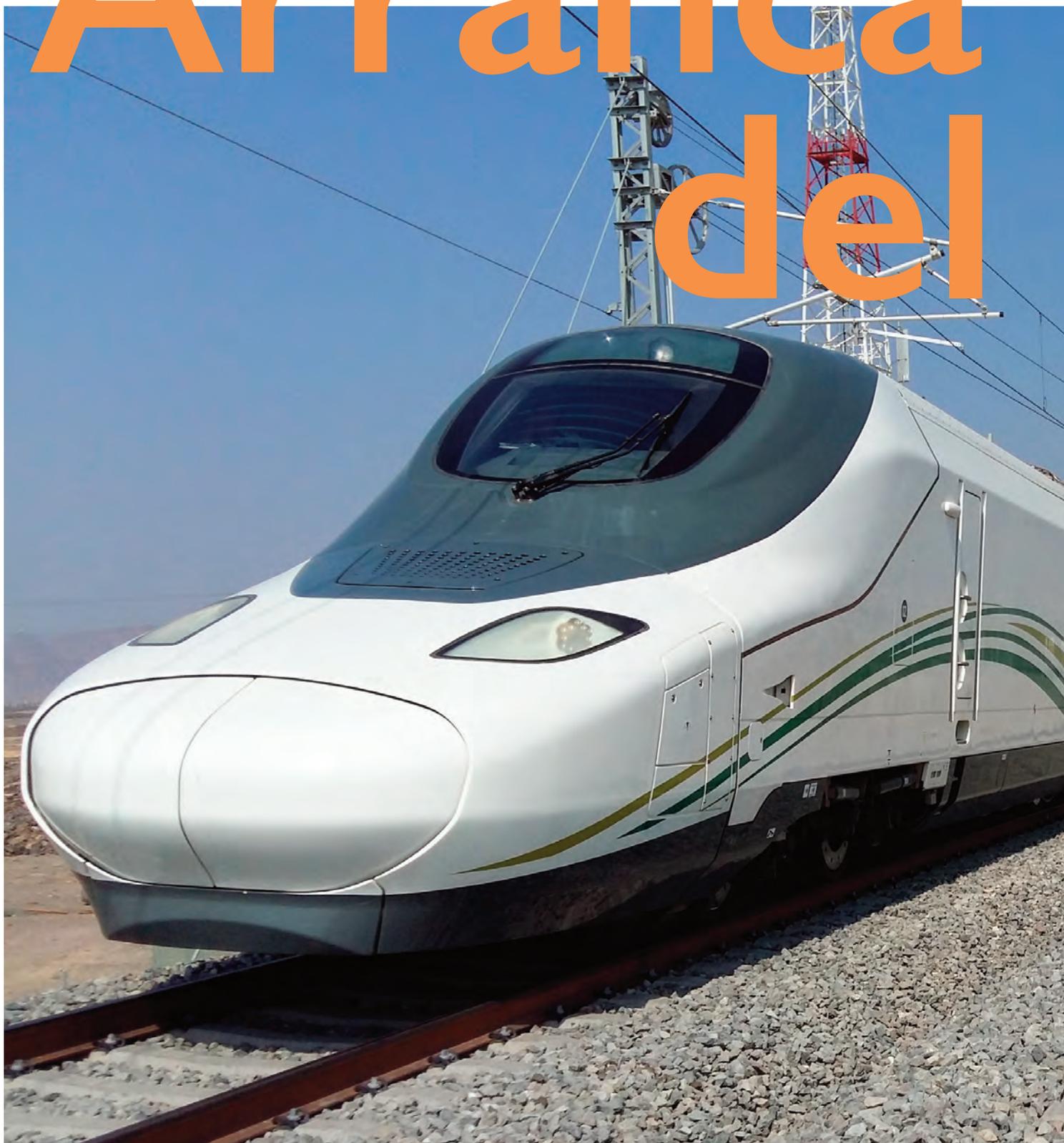
metros de anchura; cuatro con tablero de vigas prefabricadas, de 60 metros de longitud, y otros cuatro mediante marcos de hormigón armado ejecutado *in situ*, con longitud máxima de 95 metros. Finalmente, destaca por su singularidad el paso inferior tipo pérgola ejecutado bajo la reposición de la carretera A-474 (de Sevilla a Almonte por Pilas), consistente en una estructura a base de muros con pantalla de pilotes y tablero formado por vigas doble T y losa superior hormigonada *in situ*, que exigió previamente deprimir un tramo de la mencionada carretera para cruzar la autovía a distinto nivel.

A lo largo del trazado se han ejecutado nueve desmontes con una longitud total de 3,1 kilómetros, con longitud máxima de 630 metros y altura máxima de 7,3 metros. Por otro lado, para resolver el drenaje transversal se han ejecutado 13 obras en el tronco principal y 10 en los ramales y en la reposición de carreteras. La mayoría son marcos cerrados de hormigón armado, con dimensiones comprendidas entre 2,5 x 2,5, 3 x 3 y 6 x 3,6 metros, las cuales se han dimensionado para un periodo de retorno de 500 años, en cumplimiento de las demandas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Las medidas de prevención y corrección del impacto ambiental implementadas por mandato de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) son en este tramo similares a las del tramo anterior, destacando entre ellas la protección del sistema hidrológico y del patrimonio histórico y arqueológico, el acondicionamiento de las obras de drenaje transversal –y de algún paso inferior– como pasos de fauna, la instalación de pantallas acústicas en determinados puntos de la traza, las medidas relativas a la protección de la flora y la fauna o las medidas de recuperación ambiental e integración paisajística. En el tramo Almensilla-Espartinas, la mayor parte del cual se desarrolla por terrenos de olivares, los ejemplares de olivos más valiosos fueron conservados y han sido trasplantados en las isletas del enlace con la autovía A-49 y en otros puntos de la traza. Tanto en este tramo como en el anterior se han repuesto numerosos servicios afectados, como redes de electricidad, agua –tanto abastecimiento como saneamiento–, gas y telefonía, entre otros.

Javier R. Ventosa Fotos: DCE Andalucía Occidental

Arranca del



el AVE

desierbo

EN SERVICIO LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA,
EL MAYOR PROYECTO FERROVIARIO ESPAÑOL EN EL EXTERIOR



► Tramo en el pk 273 del área 4 del trazado, entre las estaciones de KAEC y Medina

La línea de alta velocidad La Meca-Medina, construida y equipada tecnológicamente por un consorcio público-privado español, ya es una realidad. A finales de septiembre se inauguró esta singular infraestructura y en octubre arrancaron las circulaciones comerciales de trenes, con prestaciones que se reforzarán progresivamente. La puesta en marcha de la primera línea de alta velocidad de Oriente Medio reafirma la posición de vanguardia de la industria ferroviaria española, que ahora asume a través del consorcio el reto de su explotación y mantenimiento, tarea que recaerá sobre todo en Renfe, Adif y Talgo.

La nueva línea fue inaugurada el 25 de septiembre y 16 días después comenzaron las circulaciones de trenes con pasajeros en la fase de preoperación comercial, con una ocupación prácticamente total. Esta fase, pactada entre el titular de la infraestructura (Saudi Railways Organization, SRO) y el consorcio español encargado de su construcción y explotación (Al Shoula), durará casi un año y permitirá compaginar los ajustes finales en esta línea de 450 kilómetros –la distancia entre Madrid y Lleida– con el nuevo servicio. Ini-

cialmente, la oferta comercial está formada por cuatro viajes diarios La Meca-Medina, cuatro días a la semana, con parada en dos estaciones intermedias (Yeda y KAEC), a 200 km/h, para un tiempo de viaje de unas tres horas. Desde enero de 2019 habrá 12 frecuencias diarias, incluyendo a partir de marzo parada en la quinta estación (KAIA Aeropuerto). La velocidad se irá elevando hasta alcanzar los 300 km/h previstos en la fase comercial, que se iniciará en septiembre de 2019. Será entonces cuando el viaje en tren entre La Meca y Medina se hará en menos de 2 horas 30 minutos, la mitad de tiempo que en carretera, cumpliendo así con el objetivo del proyecto Haramain.

La puesta en servicio de esta línea es un hito en la internacionalización del sector ferroviario español, personalizado en los socios de Al Shoula (las compañías públicas Adif, Renfe e Ineco, dependientes del Ministerio de Fomento, y las privadas Talgo, OHL, Indra, Copasa, Cobra, Imathia, Abengoa Inabensa, Siemens España y Consultrans, más dos locales). Este consorcio, con apoyo del sector, ha superado el reto de implantar la primera línea de alta velocidad en un desierto, equipándola con tecnología española, y ahora la explotará comercialmente, ratificando con este proyecto el liderazgo español en alta velocidad y multiplicando las opciones para exportar el modelo AVE a nuevos mercados. Para Arabia Saudí, se trata de un eslabón más en la revolución del transporte que vive el país (nuevas autopistas y redes de metro, modernización del ferrocarril, ampliación de aeropuertos...) dentro

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA

(450 KM)



de la estrategia Visión 2030, cuyo fin es diversificar la economía para reducir la dependencia del petróleo y potenciar sectores estratégicos como el turismo.

La culminación del proyecto Haramain ha requerido años de trabajo. Este proyecto fue concebido en la pasada década por las autoridades saudíes para incrementar las cifras de visitantes a las ciudades santas de La Meca y Medina mediante un transporte moderno y alternativo a la carretera, saturada en los días álgidos de los periodos de peregrinación (Hajj y Umrah), pero también para conectar con Yeda y su aeropuerto internacional y para fomentar el crecimiento de una nueva ciudad junto al mar Rojo (King Abdullah Economic City, KAEC). En 2008, SRO lanzó la licitación del proyecto. Dada su magnitud, se dividió en tres fases: construcción de plataforma (fase P1P1), adjudicada en 2009 a un consorcio chino-saudí; ejecución de cuatro estaciones (fase P1P2), adjudicada en 2011 a otro consorcio similar –se construye la quinta dentro de la ampliación del aeropuerto de Yeda–; y construcción de superestructura, suministro de trenes y explotación y mantenimiento durante 12 años (fase P2), adjudicada en octubre de 2011 al consorcio Al Shoula por 6.736 M€. El importe actualizado de la fase P2 supera hoy los 7.000 M€, casi un 60% del total del proyecto, siendo el de mayor cuantía de empresas españolas en el exterior.

Fase CAPEX

El consorcio Al Shoula inició en 2013 sus trabajos, divididos en dos fases consecutivas: CAPEX (construcción de superestructura y sistemas, suministro

de trenes) y OPEX (operación comercial y mantenimiento). En los casi seis años que se ha prolongado la fase CAPEX, los ingenieros, constructores y técnicos del consorcio han diseñado y construido sobre la plataforma entregada una línea exclusiva para pasajeros con los estándares de la alta velocidad española: doble vía de ancho UIC, electrificación a 25 kV AC 60, subestaciones y centros de autotransformación, telemando de energía, sistemas de señalización ERTMS nivel 2 y ASFA Digital de respaldo, comunicaciones fijas y móviles GSM-R y dos centros de control de operaciones, además de dos talleres de mantenimiento, entre otros. En ese periodo, Talgo ha completado la fabricación de los 35 trenes serie Haramain previstos en el contrato (que prevé otros 20 opcionales), de los cuales ya ha entregado 26 y el resto aún está en fábrica, además de un tren VIP para la familia real saudí. Cada uno de estos trenes está formado por dos cabezas tractoras y 13 coches, con 417 plazas y 215 metros de longitud.

Junto al desafío técnico de construir una línea de alta velocidad en otro país, con las implicaciones logísticas consiguientes, el consorcio adaptó desde el inicio el proyecto a los condicionantes ambientales del desierto saudí: tormentas de arena, dunas en movimiento, polvo en suspensión y oscilaciones térmicas entre 0 y 50 grados. Para neutralizar el potencial impacto de arena y polvo sobre vías y sistemas, en las zonas más expuestas del trazado –sobre todo junto a la estación KAEC– se han instalado 80 kilómetros de vía en placa (sobre hormigón), lo que dificulta la acumulación de arena y facilita el mantenimiento; el resto va montado sobre balasto o con carril embebido en las estaciones. En los márgenes de la plataforma, además, se han ejecutado medidas de contención contra la arena (zanjas, fijación de dunas con material de vertido, muros de



► Los maquinistas de Renfe han instruido a sus colegas saudíes en la conducción del Talgo Haramain.

contención, etc.), que deben completarse con un importante mantenimiento. Asimismo, todos los equipos y sistemas del trazado tienen una protección especial, y las estaciones, centros de control y talleres han sobredimensionado la refrigeración. Por último, los trenes incorporan un paquete específico de soluciones para contrarrestar las altas temperaturas y minimizar los efectos abrasivos de arena y polvo en el exterior.

La fase CAPEX se ha desarrollado sobre los trabajos realizados por los consorcios responsables de la obra civil (plataforma y estaciones), heredando una media de 20 meses de demoras en su entrega,

que se han trasladado a capítulos como la instalación de los sistemas de señalización y telecomunicaciones. Estas demoras han sido reconocidas en los dos acuerdos (*settlement agreements*) alcanzados en 2017 y 2018 entre SRO y Al Shoula, por medio de los cuales el cliente prorrogó la fase CAPEX, fijando el calendario de las fases precomercial (octubre 2018-septiembre 2019) y comercial (a partir de septiembre de 2019) del proyecto, además de establecer compensaciones económicas en concepto de retrasos, sobrecostos, adecuación de estaciones y pruebas, entre otros. Estos acuerdos han determinado dos rasgos de la fase precomercial: la operación se realizará sin tres de las cinco estaciones finalizadas –Adif gestiona las dos ya acabadas (Medina y KAEC) y ha recepcionado con limitaciones otras dos (Medina y Yeda), que han habilitado zonas para esta fase–; y la infraestructura y los trenes funcionarán

La fase de explotación de la línea es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español

con el sistema Asfa Digital –lo que implica menor velocidad– hasta la entrada en servicio del sistema ERTMS nivel 2, previsto para la fase comercial.

A medida que se completaba la instalación de la superestructura en las seis áreas en que se dividió el trazado, el consorcio ha desarrollado desde 2017 las pruebas de sistemas y de trenes: primero viajes con técnicos para testar el comportamiento del material

rodante sobre las partes acabadas de la infraestructura y luego simulaciones comerciales con invitados (*service demonstration*), una modalidad prevista en los acuerdos SRO-consorcio para dar a conocer la línea entre los saudíes. El primer viaje

de demostración en el trazado completo se realizó el pasado 31 de diciembre, con una duración de 2 horas 52 minutos, superando los 300 km/h entre las estaciones de Medina y KAEC. Desde esa fecha y hasta septiembre se han prestado 162 servicios de pruebas, con una distancia recorrida total superior a 100.000 kilómetros, casi 16.000 pasajeros transportados y la consecución de los tiempos de viaje y las previsiones de puntualidad, que han servido para comprobar la operatividad de la línea. En las pruebas, los trenes han sido homologados, lo que significa que han alcanzado una velocidad de 330 km/h.

En total, la fase CAPEX ha supuesto una carga de empleo directo de más de 1.500 trabajadores, la mayoría españoles, con un alto índice de empleo cualificado (sobre todo ingeniería y perfiles técnicos ligados al diseño, ejecución y gestión de proyectos ferroviarios) y una presencia media de



Rover-Africa

► Base de mantenimiento de material rodante en Medina, una de las dos bases que posee la línea.

Transferencia de conocimiento

El proyecto Haramain incluye una callada pero importante labor de formación de personal local a cargo de empresas del consorcio. Estas compañías han desarrollado programas formativos en distintos ámbitos, desde conducción y control de tráfico hasta mantenimiento, atención al público en estaciones y servicios de a bordo, que suponen una transferencia continua de *know how* a los futuros profesionales encargados de la explotación de la línea. En esta labor destacan Renfe y Adif.

Renfe se ha encargado de la formación de maquinistas. Entre 2013 y 2014 instruyó a los 10 primeros aspirantes en la Escuela Técnica Profesional de Conducción y Operaciones (ETPCO), centro de la operadora en Madrid. La colaboración se amplió a raíz de un acuerdo suscrito con Saudi Railway Polytechnic (SRP) para impartir formación teórica a cargo de personal de la ETPCO en las instalaciones del centro formativo saudí en Buraidah (provincia de Qassim). En diciembre de ese año se inició el primer curso con 25 alumnos, que desde marzo pasado realizan la formación práctica en la línea. Paralelamente, la ETPCO implementó un plan para formar al personal docente del centro. En junio comenzó el segundo curso, con 24 alumnos. En ese caso, la ETPCO ejerce de auditor y certificador de la formación teórica del SRP, además de impartir la formación práctica en la línea. Por otro lado, Renfe también ha contratado y formado a más de 150 saudíes para realizar tareas comerciales, tanto en estaciones como a bordo, además de personal de seguimiento de la operación en el puesto de mando.

Adif ha formado hasta ahora a 150 personas, la mayoría saudíes menores de 30 años, en tres ámbitos. Por un lado, ciclos formativos sobre *management* en gestión, mantenimiento y operación de estaciones, que incluye cursos teóricos, prácticas en los puestos de trabajo y cursos de riesgos laborales. Por otro, formación sobre circulación en colaboración con el centro de SRO en Buraidah, un modelo que se extenderá a otros ámbitos del sector ferroviario saudí para proyectos distintos del Haramain. Y por último, formación de los trabajadores del resto de empresas del consorcio para aquellas posiciones necesarias para la operación, como el personal de mantenimiento de la vía.

500 profesionales expatriados, así como más de 5.500 trabajadores de empleo indirecto, según el consorcio.

Fase OPEX

La inauguración del Haramain High Speed Railway y el inicio de la preoperación comercial ha abierto la puerta, aunque sea transitoriamente,

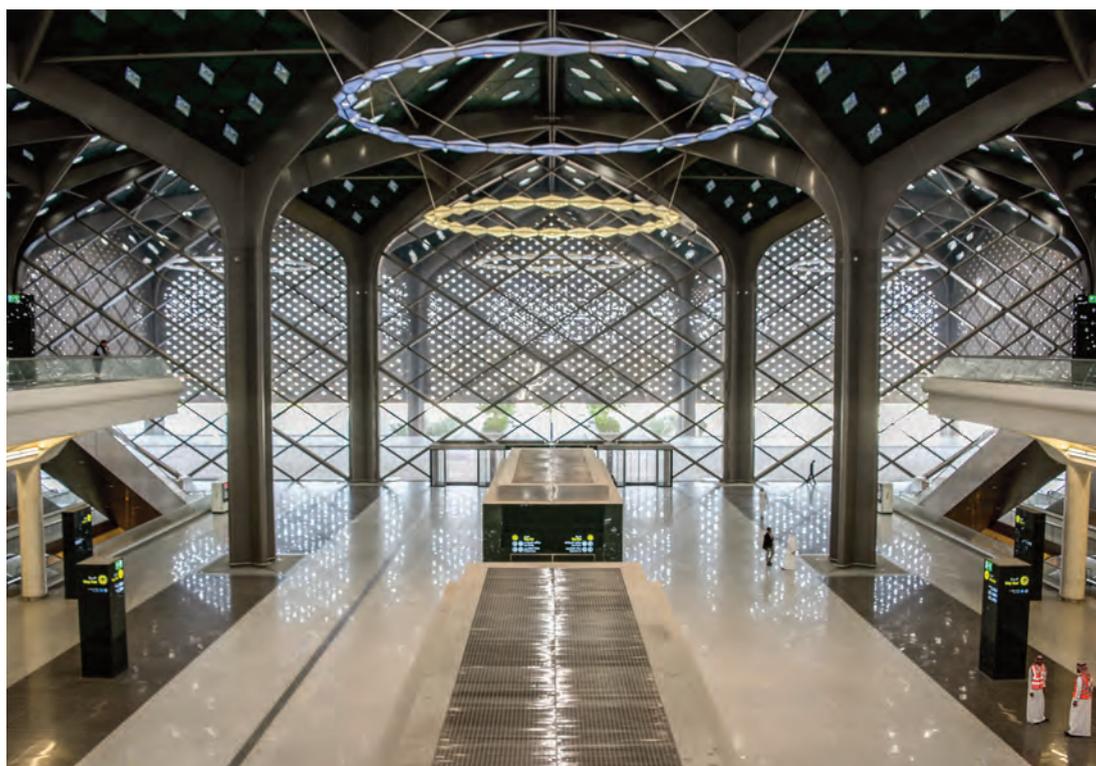
a la segunda parte del proyecto, la fase OPEX, que comprende tanto la operación y explotación comercial de la línea como el mantenimiento de la infraestructura y el material rodante. Esta nueva fase, que tendrá una mayor duración temporal que la fase CAPEX, es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español.

El objetivo de la fase OPEX, con independencia de los resultados de explotación de la línea, es garantizar

el funcionamiento de la infraestructura con sus máximas prestaciones (está previsto una conexión La Meca-Medina sin paradas en 2 horas 10 minutos), y su mantenimiento durante la vigencia del contrato, para prestar un servicio seguro, fiable y cómodo a millones de visitantes a las dos ciudades santas musulmanas. El consorcio ha encargado a una consultora independiente la elaboración de un estudio de mercado que permitirá actualizar las proyecciones originales sobre demanda de pasajeros y que es considerado como un instrumento clave para fijar las necesidades de servicio de la línea.

de infraestructura y sistemas, una actividad crucial para garantizar la operatividad de la línea.

Esta reorientación de las cargas de trabajo en el consorcio tendrá su correspondencia en las cifras de personal español destinado al proyecto, que en la nueva fase procederá mayoritariamente de las tres compañías mencionadas. Aunque no hay cifras globales de esta participación, el equipo de Talgo estará integrado por unas 230 personas cuando la explotación esté a máximo rendimiento, según fuentes de la compañía. En todo caso, el porcentaje



► Vestíbulo de la terminal de Medina, una de las dos estaciones término de la línea.

Si en la fase previa la carga de trabajo del proyecto ha recaído en las ingenierías, constructoras e integradoras de sistemas, en la fase OPEX lo hará sobre las empresas más enfocadas a la operación, Renfe, Adif y Talgo, encargadas de cometidos muy amplios: la operadora lleva a cabo tanto la operación (aporta maquinistas y personal en estaciones) como la operación comercial de la línea; Adif implementa la planificación y programación de capacidad de la línea, la dirección de circulación, la gestión de las estaciones y el mantenimiento de la línea y los sistemas; y Talgo, que aún debe entregar las últimas unidades de trenes y realizar las correspondientes pruebas sobre el terreno, se encarga del mantenimiento del material rodante. El resto de empresas del consorcio lleva a cabo los respectivos planes de mantenimiento

de personal español en la operación de la línea, que para su explotación plena requiere de casi 3.000 personas, será significativo, sobre todo en los niveles de supervisión y dirección, allí donde pueden realizar la transferencia de conocimiento y de experiencia al personal local. Este porcentaje, no obstante, se irá reduciendo año a año dado que el proyecto prevé la saudización progresiva del personal a cargo de la línea.

Para la fase OPEX, los socios de Al Shoula se han agrupado en un nuevo marco de organización y gestión articulado en torno a una compañía ya existente, Saudi Spanish Train Project Company (SSTPC), radicada en Yeda. Esta empresa de operación y mantenimiento de la línea, primera española de este tipo en el exterior, está controlada

Tecnología made in Spain

La línea La Meca-Medina supone la exportación del modelo AVE adaptado a las condiciones de Arabia Saudí. Tanto el *hardware* como el *software* del proyecto, diseñados según los estándares de la alta velocidad española, han sido proyectados, suministrados, instalados y testados por el consorcio o por empresas nacionales subcontratadas, de forma que la tecnología de la línea es cien por cien española.

Superestructura. Prácticamente todos los materiales que conforman la superestructura (carril, traviesas, aparatos de vía, balasto, hilo de cobre para la catenaria, postes de electrificación, cableado, señales de vía...), reforzados para afrontar el rigor climático saudí, han sido fabricados y suministrados por el sector ferroviario español. También procede de empresas españolas la tecnología de señalización (ERTMS nivel 2, Asfa Digital) y de comunicaciones (GSM-R), el sistema de control de operaciones de los puestos de mando de Yeda y KAEC –basado en la plataforma Da Vinci de Adif e Indra que gobierna las líneas AVE– y los simuladores de conducción y operación para el adiestramiento de personal. Asimismo, los talleres de mantenimiento de Medina y La Meca están equipados con tecnología similar a la de Renfe para desarrollar esta labor. Y tanto los manuales técnicos como los planes de operación y mantenimiento de la línea suministrados al cliente están basados en el *know how* español. Además, la tecnología de *ticketing* instalada en las estaciones también es un diseño *made in Spain*.

Material rodante. El tren Haramain es otro producto netamente español. Basado en el Talgo 350, para su construcción se han desarrollado patentes en protección contra el polvo y la arena desértica, seguridad y confort en climas extremos o soluciones para mejorar el mantenimiento, por lo que es un modelo único. Para este proyecto incorpora 30 tecnologías específicas, algunas de ellas basadas en la industria militar o las energías renovables, que conforman el llamado paquete desértico. Para luchar contra la arena y el polvo, los trenes incluyen un sistema de limpieza de carril por aire, acabado especial en cajas y ventanas, pinturas y recubrimientos anti-abrasión, estanqueidad de uniones mecánicas y eléctricas, filtros para expulsar el polvo del interior de los coches, sobrepresión interior y sellado especial de

puertas. Para contrarrestar las altas temperaturas, incorporan equipos autónomos de aire acondicionado de alta potencia con autonomía de dos horas por si falla la electricidad y aislamientos de gran rendimiento. Para mejorar el mantenimiento y reducir el desgaste del material, las ruedas de los trenes son de un diámetro mayor que el Talgo 350. Además, Talgo proyecta con Google Cloud una solución de *Big Data* para almacenar y procesar los datos que emite cada tren (2.000 señales por segundo), con objeto de monitorizarlos en tiempo real, almacenarlos y aplicar técnicas de *machine learning* que mejoren el mantenimiento predictivo.



► Interior del Talgo Haramain en el primer viaje de demostración.

por el consorcio que preside Jorge Segrelles, cuenta con un *general manager* de Renfe (Armandino Fombella) e incluye personal de los socios con atribuciones en operación, servicios comerciales, gestión de estaciones y mantenimiento de infraestructura y trenes. Al término de la fase OPEX, esta

empresa será transferida a SRO para continuar la operación de la línea, aunque el contrato prevé una prórroga a su funcionamiento.

Javier R. Ventosa. Fotos: Consorcio Al Shoula

UN PASO ADELANTE



► Vista desde tierra de un avión despegando.

El Gobierno aprueba un Real Decreto para el desarrollo del reglamento del aire, lo que permitirá a España avanzar en el proyecto

“Cielo Único Europeo”



► Controladores aéreos trabajando en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canaria.

Reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea en Europa, promoviendo su evolución hacia un sistema de transporte aéreo más eficaz. Ese es el gran objetivo del proyecto ‘Cielo Único Europeo’ —Single European Sky (SES)—, que recientemente ha recibido un nuevo impulso en España de la mano del desarrollo del Reglamento del Aire y la modificación del Reglamento de Circulación Aérea.

Con la aprobación del Real Decreto por el que se desarrolla el Reglamento del Aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifica así el Reglamento de Circulación Aérea, a finales de septiembre, el Gobierno de España ratifica su apuesta por mejorar la seguridad aérea y favorecer el incremento de la capacidad del espacio aéreo, reduciendo el impacto medioambiental e impulsando su eficiencia.

En coordinación con la normativa comunitaria sobre las reglas del aire, la nueva legislación española permitirá agilizar determinados procedimientos para actuar en operaciones especiales como la lucha contra incendios, búsqueda y salvamento, vuelos de policía, control de tráfico, vuelos médicos, etc., y comprende otras muchas múltiples cuestiones, como la actualización de los procedimientos asociados a las comunicaciones o las reservas y restricciones de espacio aéreo, para lograr así una mayor flexibilidad de uso del espacio aéreo español por parte de los diferentes usuarios, agilizando los procedimientos, tal y como exige la normativa del proyecto ‘Cielo Único Europeo’.

Aparte del desarrollo de la legislación comunitaria, la nueva normativa española supone una actualización en materia de navegación aérea gracias a la modernización del Reglamento de la Circulación Aérea para adecuarlo a las últimas novedades desarrolladas en el seno de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)—International

Civil Aviation Organization (ICAO). Además, se introducen pequeñas modificaciones puntuales en otros reales decretos, todo ello, merced a la colaboración entre diferentes órganos de la Administración Central y del sector de la navegación aérea en España.

Proyecto “Cielo Único Europeo”

El proyecto ‘Cielo Único Europeo’ —Single European Sky (SES)— es una iniciativa reglamentaria de la Unión Europea (UE) aprobada en 2004, que tiene el objetivo fundamental de reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea del continente para lograr un sistema de transporte aéreo más eficaz, armonizando y mejorando la eficiencia en la prestación de los servicios de navegación aérea en todo el conjunto de países europeos —no únicamente de los Estados miembros de la Unión Europea— al aumentar la capacidad del control aéreo.

El ‘Cielo Único Europeo’ persigue además otros objetivos, como reforzar la seguridad, reducir la fragmentación del espacio aéreo en Europa, mejorar la integración del ámbito militar en los cielos europeos y facilitar la introducción de nuevas tecnologías. Asimismo, y según un informe de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional —Air Trans-

El proyecto “Cielo Único Europeo” tiene el objetivo fundamental de reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea del continente.

port Association (IATA)—, dotar a la Unión Europea de un cielo único permitirá reducir el coste de los billetes para todo tipo de pasajeros, reduciendo el coste de la actual fragmentación que supone 5.000 millones de euros anuales, en datos de la Comisión Europea.

En 2035, fecha límite por ahora para que el proyecto ‘Cielo Único Europeo’ sea una realidad, el ahorro podría situarse en 69 euros en un billete de avión en clase business y de 36 euros para los billetes de clase turista —respecto al precio de 2014— e incluso llegar a 74 euros en business y 48 euros en turista, en un vuelo de unas dos horas de duración y una ocupación del avión de 140 pasajeros.

Estos cálculos se basan, entre otras variables, en una reducción de los tiempos de vuelo, de más de 11 minutos de media, gracias a rutas más directas



► Piloto y copiloto en la cabina de un avión.



► Consola de presentación del radar de control aéreo.

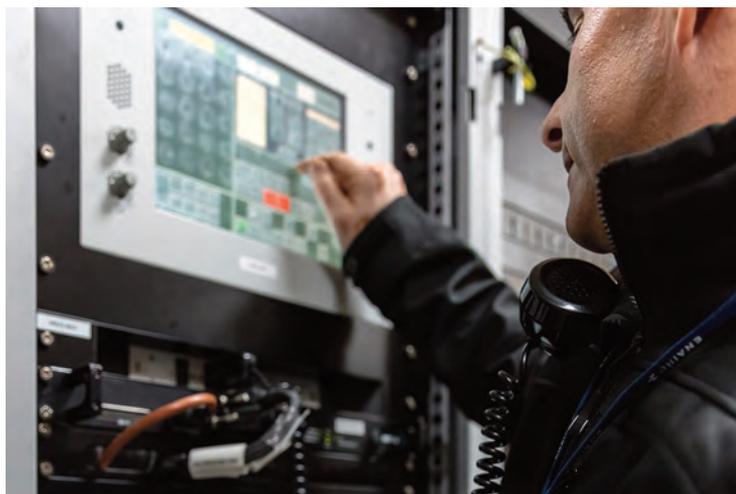
que permitirían aumentar las frecuencias un 35%. Todo ello redundaría además en un menor consumo de combustible, casi 5 euros por pasajero, y de emisiones contaminantes, logrando así una reducción en el impacto medioambiental de hasta un 10%. Para un pasajero que viaje por negocios, el valor por hora sería de 54 euros, con un ahorro de 17 euros según la IATA, que estima que en pasajeros que vuelan por ocio, un tipo de viaje para cuyo cálculo estadístico el tiempo no es una variable tan a tener en cuenta, el valor/hora sería de 18 euros, con 6 euros de ahorro.

Unificar los 28 espacios aéreos actuales, junto a su modernización, permitiría incrementar el PIB europeo en 245.000 millones de euros y el de España en 15.000 millones de euros, en ambos casos en una proyección a 2035 realizada por los expertos de la IATA.

ENAIRES, líder del proyecto

ENAIRES, gestor de navegación aérea de España, dependiente del Ministerio de Fomento, es uno de los proveedores con más peso en el proyecto europeo de cielo único desde su lanzamiento hace 15 años, liderando algunos programas y potenciando la presencia e influencia de España en foros internacionales.

El ‘Cielo Único Europeo’ incluye diferentes iniciativas, como el Programa Single European Sky ATM Research (SESAR), que constituye el componente tecnológico del proyecto, que tras una fase inicial de definición —finalizada en 2008— está en fase de desarrollo y validación —hasta 2024—. Además, incluye la fase de I+D asociada



► Controlador aéreo.

a la modernización de la gestión de tráfico aéreo en Europa.

Otra apuesta de importancia es SESAR Joint Undertaking (SJU) en la que ENAIRES participará hasta finales del 2024, en concreto en la ejecución del Programa de Trabajo I+D SESAR 2020 y en otras iniciativas adicionales gestionadas por la SJU, tomando parte en las decisiones de control y gobierno a través de los órganos existentes.

El Programa I+D SESAR2020 se ha articulado en dos subfases, llamadas respectivamente Wave 1 y Wave 2. Junto a sus afiliados y asociados y en coordinación con el resto de miembros de la SJU, ENAIRES trabajará en los proyectos que tiene adjudicados como resultado de las ofertas presentadas a la Wave 1 (2016-2019) y en los que en un futuro se adjudicarán en la Wave 2, modulando su estrategia en función de los planes/estrategias de iTEC



► Avión A-380 de la Compañía Emirates aterizando en el aeropuerto de Barcelona.

—futuro sistema de tratamiento de datos de vuelo y posición de control, resultado de la cooperación entre ENAIRE, el proveedor alemán DFS y el proveedor británico NATS—, y coordinando su participación con la del resto de Proveedores de Servicio de Navegación Aérea del A6, los grandes proveedores de servicios de navegación aérea en Europa.

El Gestor del Despliegue de SESAR Deployment Manager es otra de las patas más importantes del cielo europeo común. Arrancó en diciembre

de 2014 con la fase del despliegue del Programa SESAR al designar la Comisión Europea el consorcio constituido por miembros del A6 y asociaciones de aerolíneas y aeropuertos, bajo la denominación SESAR Deployment Alliance (SDA).

ENAIRE es uno de los proveedores con más peso en el proyecto europeo de Cielo Único desde su lanzamiento en 2004.

El SESAR Deployment Manager (SDM), gestor de despliegue europeo sincronizado de la infraestructura SESAR, tiene mandato hasta 2020.

ENAIRE, como miembro del Consorcio SESAR Deployment Alliance (SDA) participa en la sincronización de la implantación y el despliegue de los proyectos SESAR, que contarán con una subvención comunitaria de 2.000 a 2.300 millones de euros de los Fondos Connecting Europe Facility (CEF) para el

periodo 2014-2020. La participación de ENAIRE en el Gestor de Despliegue contribuye a desarrollar el proceso de internacionalización de su actividad, añadiendo a su cartera de servicios una experiencia que sirve de base para futuras oportunidades de



► Prototipo I+D, año 2015.



► Avión Iberia MD-87 aterrizando.

desarrollo. Estratégicamente, permite contribuir a la definición y evolución del Programa de Despliegue del Cielo Único Europeo.

Además, ENAIRE ha participado en las sucesivas convocatorias anuales destinadas a subvencionar la implantación de proyectos, lanzadas por la Innovation and Networks Executive Agency (INEA), organismo europeo que, entre otras cosas, trata de facilitar la interconexión de las redes de transporte europeo.

Despliegue de proyectos europeos

España, a través de ENAIRE, seguirá teniendo un rol importante en la constitución del ‘Cielo Único Europeo’ en los próximos años de la mano de su participación en las actividades de planificación del despliegue de SESAR, mediante los distintos mecanismos y procesos puestos en marcha por la Comisión Europea.

Se trata de la actualización del Plan Maestro Air Traffic Management (ATM) europeo, la coordinación del proceso anual de elaboración del Plan Local Español para la Implantación de Cielo Único (LSSIP), en el que se recoge la planificación de todos los agentes nacionales implicados, y la contribución a la monitorización del Programa de Despliegue del ‘Cielo Único Europeo’, elaborado por el Gestor del Despliegue mediante la monitorización del progreso de los proyectos de ENAIRE para la implantación del Proyecto Común Piloto (PCP).



► Hidroavión en vuelo.



Copyright AIRBUS - Computer Graphic by © i3m

► Airbus A-380.



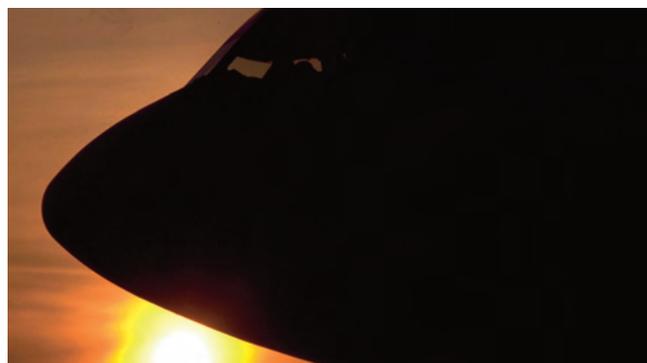
► Controladores aéreos de ENAIRE

Anteriormente, España ya podía presumir de diferentes logros en pos del cielo único en Europa, como el acuerdo con Portugal para desarrollar el South West Functional Airspace Block (SW FAB) y el Acuerdo AEFMP, firmado con Argelia, Francia, Marruecos, Portugal y Túnez.

El acuerdo denominado South West Functional Airspace Block (SW FAB) o Bloque Funcional de Espacio Aéreo del Suroeste, firmado en mayo de 2013 tras una larga historia de colaboración en materia de gestión del tránsito aéreo entre España y Portugal, supone que ambos países trabajen conjuntamente con el fin de establecer las medidas más efectivas que permitan alcanzar un 'Cielo Único Europeo'. El SW FAB se constituye, así como uno de los nueve bloques de espacio aéreo europeos.

Por su parte, el Acuerdo AEFMP permite gestionar las actuaciones multilaterales entre Argelia, España, Francia, Marruecos, Portugal y Túnez para favorecer la armonización de los servicios de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) y gestión del tránsito aéreo (ATM) en el área de influencia

► Cabina de un avión Boeing 737.



de los proveedores de servicio de los seis países. En línea con el marco internacional de planificación establecido por la OACI y la Unión Europea, el Acuerdo AEFMP abarca cinco áreas: Armonización de actividades de despliegue, Interoperabilidad de sistemas, Optimización de flujos de tráfico aéreo, Interconexión de sistemas y Facilitadores técnicos y operacionales. España, de la mano de ENAIRE, ostentó la Presidencia del Acuerdo AEFMP en 2017.

Jaime Arruz

Viaje en el tiempo

VISTAS TOPOGRÁFICAS

LOS MAPAS DE LOS BEATOS

La exposición “De Iberia a España a través de los mapas”: un recorrido por la evolución de la representación cartográfica de la península Ibérica.



►Exposición
"De Iberia a España",
en el Instituto Geográfico Nacional.

cartografía peninsular

Tras la exposición “Ecúmene, la evolución de la imagen del mundo”, que ocupó durante el pasado año la sala de exposiciones del IGN, le toca ahora el turno a nuestra Península. Hasta el mes de abril de 2019 se podrá visitar la muestra “De Iberia a España a través de los mapas”, un recorrido desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII por la imagen cartográfica del territorio que Estrabón comparó con una piel de toro.

Se ha dicho a veces que un lugar no se descubre realmente hasta que no ha sido cartografiado y que, en consecuencia, pueda ser alcanzado de nuevo. La frase, referida sobre todo a la época de los grandes descubrimientos, podría aplicarse no obstante a cualquier momento y territorio. La Península Ibérica, visitada una y otra vez desde tiempos remotos, no es una excepción. Es de suponer que si Estrabón (que, por cierto, nunca llegó a visitar estas tierras) pudo hacer aquella famosa comparación, fue porque antes había visto unos cuantos mapas de este rincón del Mediterráneo, aunque ninguno haya llegado hasta nuestros días, realizados por fenicios y griegos, y que permitieron poner límites a lo que entonces era el extremo occidental del mundo conocido, donde unas míticas columnas de Hércules, a ambos lados del estrecho de Gibraltar, señalaban el confín del ecúmene, la parte del mundo que, según los antiguos, era habitable por los seres humanos. Más allá, un océano ignoto y terrible plagado de monstruos, pero también una oportunidad de expansión y descubrimientos. Esa condición de finis terrae fue la que llevó a todos los pueblos de la Antigüedad a recalar en ella y, por tanto, a cartografiarla, comenzando por sus costas y, más tarde, también el interior, poniendo sobre el plano su accidentada geografía, cada vez con una mayor precisión y exactitud.

Esa evolución en la forma de representar la imagen de nuestra Península es la que nos muestra la exposición del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través de medio centenar de mapas, varios atlas, vistas de ciudades y un globo terráqueo. Salvo unos pocos facsímiles –de excelente reproducción–, la mayoría de los documentos mostrados son originales,



lo que pone de manifiesto la importancia de la labor del Instituto en orden a preservar y difundir la cartografía histórica como parte de un patrimonio documental y bibliográfico de incalculable valor.

La Península en la Antigüedad

Varios textos anteriores a la era cristiana hacen referencia a un pueblo del suroeste peninsular al que llamaron Tarsis o Tartessos con el que comerciaron los pueblos del Mediterráneo. Los fenicios fundaron en el sur colonias como Gades o Gadir, llegando incluso a las Canarias (llamadas islas Afortunadas), y exploraron las costas atlánticas hasta unas míticas y cambiantes islas Casitérides, de las que obtenían estaño, y que los primeros geó-



► Mapamundi de la *Cosmographia* de Ptolomeo. Pietro del Massaia, 1472. (Biblioteca Apostólica Vaticana).

grafos situaron frente a las costas de Galicia. También los griegos fundaron colonias en la costa levantina de la que ellos conocieron como Iberia (del río Ebro, Íber). La Iberia de griegos y fenicios —ya por entonces púnicos cartagineses— fue seguida por la Hispania romana, dividida primero en dos provincias, Citerior y Ulterior, y más tarde en tres, Lusitania, Baetica y Tarraconense.

Sin embargo, y a pesar de la gran relevancia que debió de tener nuestro territorio, ningún mapa ha llegado hasta nuestros días, con excepción de la denominada *Tabula Peutingeriana* (el nombre proviene de Konrad Peutinger, humanista alemán), que es la representación de un itinerario romano del siglo IV, cuya copia conservada más antigua data del XIII.

La Península Ibérica no es una excepción, y salvo muy escasas representaciones realizadas sobre materiales duraderos —petroglifos, tablillas mesopotámicas, monedas griegas o tumbas egipcias—, no han llegado hasta nosotros los mapas que con seguridad confeccionaron todos los pueblos antiguos. Por supuesto los tuvieron, y se sabe de la existencia de un mapamundi del siglo VI a. de C., atribuido al griego Anaximandro de Mileto, en el que se dividía el mundo en dos partes, Europa y Asia, incluyendo en esta última a África, entonces denominada Libia. Cuatro siglos más tarde, Crates de Mellos construyó un gran globo terráqueo con cuatro continentes, de los que solo uno era habitable, separados por masas de agua u océanos relativamente estrechos. Pero no sería hasta el desarrollo de la geometría y la utilización de proyecciones cartográficas —cuya invención se atribuye a Hiparco de Nicea en el siglo II a. de C.— cuando se haría posible plasmar con cierta exactitud una superficie curva, la Tierra, sobre otra plana, el mapa.

En este sentido, el gran referente sería Claudio Ptolomeo, nacido en la Tebaida egipcia hacia el año 100 de nuestra era. Astrónomo, matemático y geógrafo, trabajó en la biblioteca de Alejandría, donde, tomando como base las mediciones de la Tierra de otros astrónomos, elaboró la famosa *Geographia*, una guía para hacer mapas que ejerció una influencia incontestable durante más de 1.500 años. La obra de Ptolomeo, conocida por copias posteriores que se conservaron en Bizancio, fue redescubierta en el Renacimiento, sirviendo de base desde entonces y hasta el nacimiento de la cartografía moderna para todos los mapas que se confeccionaron posteriormente. Gracias a la *Geographia* de Ptolomeo, a falta de mapas originales de la época, sabemos la imagen que griegos y romanos tenían del mundo entonces conocido.

El paréntesis medieval

Hasta el redescubrimiento de la *Geographia* de Ptolomeo y, con él, de la cartografía científica, el mundo siguió, por supuesto, haciendo mapas. Durante la Alta Edad Media se asistirá a una representación predominantemente simbólica y esquemática del orbe, en la que primará el punto de vista religioso. En la exposición del IGN se pueden ver algunos mapas de los pintados en los conocidos como *Beatos*, los códices iluminados del *Comentario al Apocalipsis de San Juan*, escrito entre los años 776 y 786 por el abad del monasterio de San Martín de Turieno (actualmente Santo Toribio de Liébana,



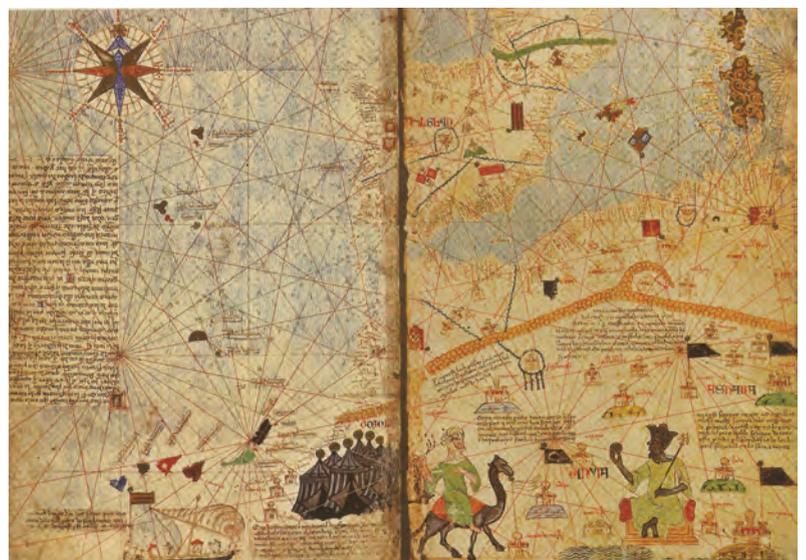
► Mapamundis de códices del Comentario al Apocalipsis de San Juan, de Beato de Liébana. (Facsimil. Fondos cartográficos del IGN).

en Cantabria). Transmitidos a lo largo del Medievo con un enorme impacto, varios de estos códices incluyen mapamundis en los que se representan, rodeados por el océano, los tres continentes conocidos, Asia, Europa y África, así como los principales ríos, montañas y otros accidentes. Una particularidad de los mapas de esta época, basados en las descripciones del Génesis y con intenciones puramente religiosas, es su orientación con la parte superior hacia el Este, donde se representa Asia con el Jardín del Edén –al fin y al cabo la palabra “orientación” proviene de dirigirse o mirar a Oriente–; África se encuentra en la parte inferior derecha y Europa en la inferior izquierda, ocupando el Mediterráneo la parte más central del mapa. En ese cuadrante inferior izquierdo, lindando con el océano desconocido, se sitúan las tierras que hoy constituyen la Península Ibérica.

Frente a esta visión religiosa, la otra gran manifestación de la cartografía, ya a finales de la Edad Media y principios de la Moderna, estará dirigida a fines más prácticos, los de la navegación, que ya se servía de la brújula y otros instrumentos. Las cartas náuticas y los portulanos recogían con bastante exactitud el perfil de las costas de todo el Mediterráneo, incluida la Península Ibérica. Fue una variedad de la cartografía en la que destacaron los cartógrafos judíos pertenecientes a la escuela mallorquina, especialmente Abraham Cresques y sus

continuadores, como en el facsimil expuesto de la Carta de Mecià de Viladestes (1413). Los portulanos de zonas limitadas dieron lugar a cartas mucho más amplias, como el curioso mapamundi circular catalán (anónimo de hacia 1450, cuya reproducción también puede verse en la exposición), el único de estas características de la escuela mallorquina antes citada. En él, con el mismo diseño que los portulanos –líneas loxodrómicas y banderas o escudos de reinos y ciudades–, se combinan los datos de las exploraciones recientes de los

► Detalle de Atlas Catalán Cresques, 1375, una de las cartas náuticas más relevantes del final de la Edad Media. (Facsimil. Fondos cartográficos del IGN).





► Edición del Siglo XVI de la *Geographia* de Ptolomeo.

navegantes con fuentes bíblicas y literarias, como los viajes de Marco Polo.

El redescubrimiento de Ptolomeo

Desde el siglo XIV la ciencia geográfica asistiría al renacer de la llamada cartografía científica, basada en el libro de Ptolomeo, que se tradujo al latín por primera vez en 1406. Frente a los mapas de simbología religiosa fundados en las Escrituras, o las cartas y portulanos locales levantados con datos empíricos —y que, paradójicamente, eran más exactos que los mapas “científicos” ptolemaicos ya que se basaban en singladuras reales y mediciones hechas *in situ*—, se daría la prioridad a los mapas realizados según las proyecciones que Ptolomeo ideara más de mil años antes. En efecto, la *Geographia* contenía instrucciones para realizar proyecciones del mundo, así como para seccionar ese mapa y obtener otros a mayor escala de carácter regional, 26 según la mayoría de ediciones (12 de Asia, 10 de Europa y 4 de África; el de la Península, el segundo: *Tabula secunda Europae*). En su libro, Ptolomeo ofrece dos proyecciones de tipo cónico o pseudocónico, una con meridianos rectos y radiales y paralelos curvos y concéntricos, y otra con paralelos y meridianos curvos. Además, la *Geographia*

incluye una lista de coordenadas geográficas de ocho mil lugares —alrededor de 500 en la Península Ibérica— basadas en la longitud y latitud en grados. El primer meridiano pasaba por las islas Afortunadas y los mapas están orientados con el Norte en la parte superior. La exposición del IGN muestra algunos de estos lujosos atlas ptolemaicos de gran tamaño.

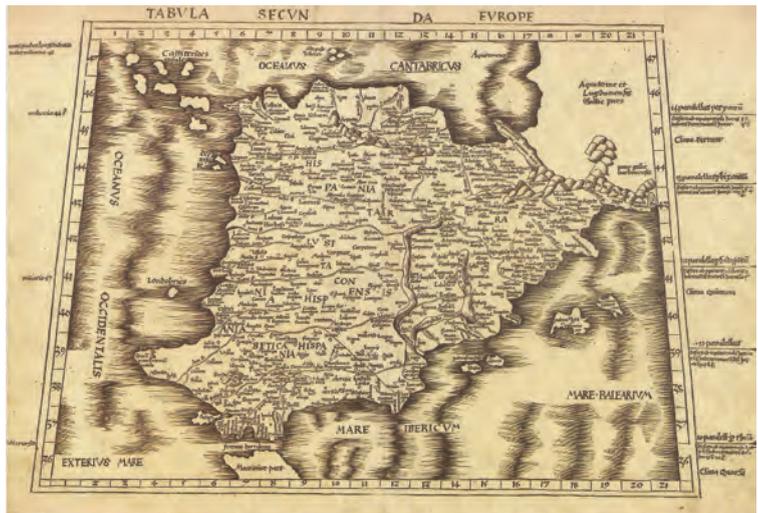
La influencia de la *Geographia* fue enorme y sus mapas establecieron una forma de concebir el mundo que ha llegado hasta nosotros. No obstante, en una época a las puertas de la Revolución Científica, en que la navegación y los grandes descubrimientos vivieron su momento dorado, se comprobó muy pronto que las proyecciones ptolemaicas estaban lejos de ser perfectas —ninguna proyección cartográfica lo es—, produciendo una perspectiva trapezoidal o de “estiramiento”, algo que se puede apreciar perfectamente en los mapas de la Península Ibérica. A ello habría que añadir que Ptolomeo había partido de unas mediciones previas de la esfera terrestre que daban como resultado un mundo mucho más pequeño. Estas contradicciones entre las observaciones de fuentes más actuales y los mapas de Ptolomeo dieron lugar a las denominadas *tabulae modernae o novae*, mapas modernos que corregían en parte esos errores y que a partir de

De Iberia a España

► Tabula Moderna Hispania (1482). Es el primer mapa impreso de España con el contorno "moderno", no obtenido a partir de mapas ptolomaicos. (Fondos cartográficos del IGN).



► Tabula Secunda Europae, de Martín Saldseemüller, 1513, que representa a la Hispania romana con la característica silueta de los mapas ptolomaicos. (Fondos cartográficos del IGN).



► Tabula Moderna Hispania. Mapa "moderno" de España incluido en la Geographia de Ptolomeo de S. Münster de 1544. (Fondos cartográficos del IGN).

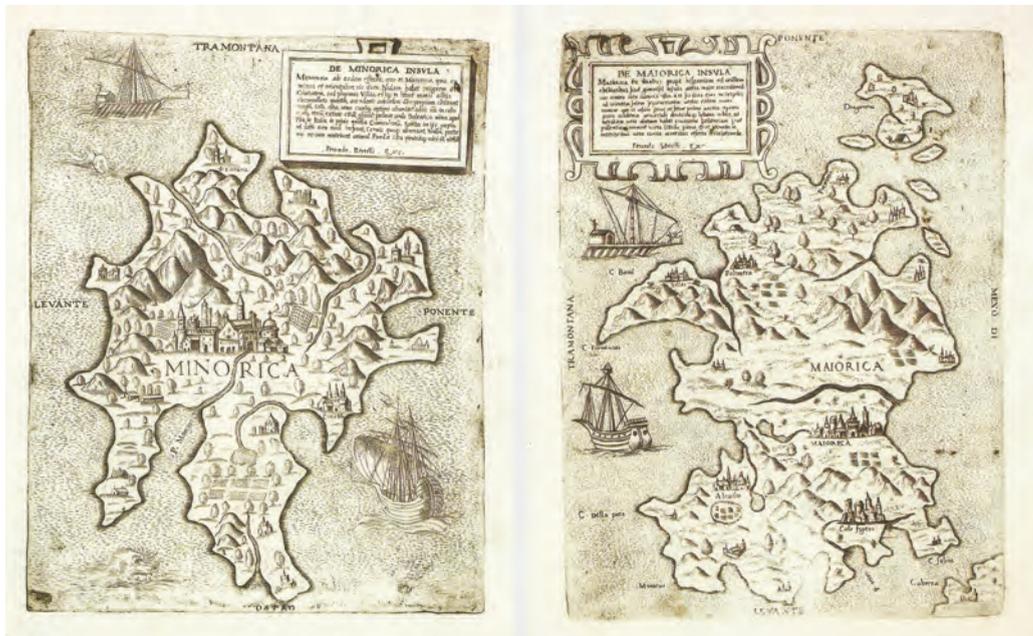




► Mapa orlado de Johannes Visscher, 1623. (Fondos cartográficos del IGN).



► Mapa de la Península Ibérica de Vincenzo Maria Coronelli, incluido en su Atlante Veneto, 1691. (Fondos cartográficos del IGN).



► Mapas de las islas de Mallorca y Menorca de Fernando Bertelli, 1565. (Fondos cartográficos del IGN).

Al final del siglo XV empezaron a incluirse cada vez con mayor frecuencia en los atlas ptolemaicos. Es el caso, por ejemplo, de la *Geographia* de Ulm, publicada en 1482. En esta obra, cuya segunda edición, de 1486, puede verse en la muestra del IGN, se incluye el primer mapa “moderno” impreso de España.

De esas fechas es también el globo terráqueo de Martin Behaim, del que el IGN exhibe una copia. El de Behaim –astrónomo y navegante alemán que trabajó para la corte portuguesa– es el globo más antiguo que se conserva, aunque, el mismo año de su construcción, 1492, ya se había quedado obsoleto: faltaba, claro está, todo un continente.

De los atlas de bolsillo a la Ilustración

Los siglos XVI a XVIII están considerados como la edad de oro de la cartografía. Geógrafos y grabadores italianos, flamencos y holandeses, muchos de ellos al servicio de los reinos hispánicos, elaboraron mapas mucho más exactos que los de sus predecesores gracias a los recientes descubrimientos y a nuevos instrumentos científicos, como el cronómetro marino, de importancia trascendental para medir la longitud, perfeccionado a principios del siglo XVIII.

Por otro lado, se desarrollaron mapas más variados, como los temáticos, entre los que podrían

destacarse los islarios o “isolarios”, un género muy de moda a lo largo del siglo XVI, que consistían en compendios de mapas que representaban solo islas, generalmente acompañados de un mapamundi. En la exposición del IGN se puede ver el “isolario” de Benedetto Bordone, cuya primera edición está fechada en 1528 (el que posee el Geográfico es la segunda edición, de 1534) y que contiene 111 mapas de islas de todo el mundo. De las costas de nuestra Península se representan, además de las Baleares, la “isla” de Cádiz –que aparece, en efecto, como una isla bastante separada de la costa– y las míticas Casitérides, frente a las costas gallegas (y en cuyo lugar, en algunos mapas, una vez comprobado que las Casitérides eran pura leyenda, se situaba a las Azores, evidentemente muy alejadas de su posición real).

Durante esta “edad dorada” de la cartografía, los atlas y mapas adquirieron, además, un valor no solo práctico y científico sino también estético, que los convirtió en objeto de deseo de muchos coleccionistas. Uno de los más apreciados fue el *Theatrum Orbis Terrarum*, de Ortelius, publicado en 1570 y considerado el primer atlas moderno. Su tamaño, su encuadernación, la calidad del grabado e impresión hicieron del *Theatrum*, al igual que de otros grandes atlas, un objeto de lujo al alcance de muy pocos. Ello dio lugar a la aparición, a finales de esa misma centuria, de los atlas de bolsillo, más manejables, de menor precio y asequibles para un mayor número de coleccionistas. Del propio atlas de Ortelius se realizaron desde 1577 y a lo largo de todo el siglo XVI varias ediciones de bolsillo bajo



► Vista de Bilbao perteneciente a la obra *Civitates Orbis Terrarum* de George Braun y Franz Hogenberg, 1572-1617. (Fondos cartográficos del IGN)

el nombre de *Epitome* o *Enchiridion*. Otros cartógrafos como Mercator y Hondius también publicaron sus atlas en este formato.

Novedad del siglo XVII fueron los mapas orlados, de los que la exposición también presenta una buena muestra. Estos mapas, también conocidos como *cartes à figures* y que tuvieron una gran demanda del público, se adornaban con una orla alrededor del elemento cartografiado, bien en dos de sus lados o en los cuatro, en la que se representaban vistas de ciudades, escudos y banderas, personajes con atuendos típicos del lugar o personajes ilustres. Existieron mapas orlados de diferentes tipos, mundiales, regionales, de países, etc. El primer mapa orlado conocido de la Península Ibérica se debe a Hondius, que lo realizó hacia 1610. Uno de los más ricamente decorados, que puede verse en la exposición junto a otros, es el de Nicholas Visscher (1623), en cuyas orlas superior e inferior se representan vistas de ciudades españolas y portuguesas, y en las laterales, figuras con atuendos típicos de cada región.

Las vistas de ciudades, como las representadas en estas orlas, fueron también objeto de otra cartografía temática de esta misma época. Obra

cumbre del género es sin duda el *Civitates Orbis Terrarum*, publicado en seis tomos entre 1572 y 1617. Pensado como complemento al *Theatrum* de Ortelius, es una colección de vistas panorámicas, planos y textos explicativos de cerca de 500 ciudades de todo el mundo, constituyendo uno de los principales proyectos editoriales de la Edad Moderna.

Durante el siglo XVIII, los avances en astronomía que había propiciado la Revolución Científica de la mano de genios como Kepler, Newton, Halley o Huygens permitirán realizar mapas con mucha mayor exactitud. Se crean, además, las primeras instituciones, academias y sociedades que darán un gran impulso al avance científico en todos los campos. En cartografía, destacan en esta época los geógrafos franceses como Guillaume de Lisie Nolin o Robert de Vaugondy, que tuvieron una gran influencia en la cartografía española. En este siglo, varias expediciones y trabajos científicos suponen la adquisición de nuevos datos que, a la larga, darán lugar a avances en la cartografía hispana. Así, en 1734, Jorge Juan y Antonio de Ulloa participan en la expedición francesa de La Condamine al Virreinato del Perú con el fin de medir el arco del meridiano terrestre. Entre 1789 y 1794 tiene lugar la





► Carta del Estrecho de Gibraltar de Claes Jansz Vooght; Johannes van Keulen, y Jan Luiken, (grabador), realizada en 1695. (Fondos cartográficos del IGN).

expedición Malaspina, con el resultado de un atlas y varias decenas de nuevas cartas náuticas. Por su parte, en España, Vicente Tofiño, director de la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz, fue el primero en emprender la medición de las costas españolas con métodos astronómicos, dando lugar su trabajo al Derrotero de las costas de España (1787). Fruto de todo ello es la creación en 1797 de la Dirección de Trabajos Hidrográficos con el fin de coordinar y sistematizar en nuestro país la producción cartográfica.

En estos años finales del XVIII, no puede dejar de mencionarse en la cartografía española a Tomás López de Vargas Machuca (1730-1802), que se había formado en Francia especializándose en el grabado y dibujo de mapas. Su obra llenó un vacío existente en la cartografía española, la de un mapa general con la división administrativa del territorio reflejando sus jurisdicciones eclesiásticas, civiles y judiciales. La influencia de los trabajos de López se dejó sentir en las décadas posteriores, incluso una vez implantada la división provincial de Javier de Burgos (1833), pues los primeros nuevos mapas administrativos de nuestro país, como el que cierra la exposición del IGN, seguían basados en las mediciones y dibujos del gran cartógrafo ilustrado.

INFORMACION práctica de la exposición:

Localización

Instituto Geográfico Nacional (Acceso por la Casa del Mapa)

C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 – Madrid

Metro Guzmán el Bueno

Visitas

Libre: de lunes a viernes, de 12 a 14 h.

Guiada: hasta el 17/04/2019,

previa solicitud al correo de Reservas

Fechas

Del 26/04/2018 al 20/04/2019

Reservas e información

documentacionign@fomento.es

Entrada gratuita



► Stand de España organizado por MAFEX en la feria Innotrans 2018.

Gran FERIA



FERROVIARIA

PABELLÓN ESPAÑOL EN LA FERIA INNO TRANS
EN BERLÍN DEL 18 AL 21 DE SEPTIEMBRE 2018.



► Visita del Ministro Ábalos a la feria Innotrans 2018.

Aspectos como la sostenibilidad, la I+D, el ecosistema digital y la interoperabilidad son algunos de los factores prioritarios en los que trabajan las empresas españolas del sector para contribuir a un futuro ferroviario global. Su presencia en la principal feria del transporte consolidada como escaparate internacional de la industria del sector; InnoTrans, ha sido una magnífica oportunidad para el análisis de este sector.

La presencia de las empresas en el pabellón español en la feria InnoTrans 2018, estuvo coordinada por la Asociación Ferroviaria Española (Mafex) con el apoyo de Ices, España Exportación e Inversiones, sumando así su octava edición consecutiva. En esta ocasión fueron 57 empresas e instituciones las que participaron de manera agrupada en la mayor exposición mundial del sector que se celebró en Berlín entre los días 18 y 21 de septiembre. Entre ellas destacó la participación directa dentro del stand de la asociación de RENFE y de ADIF, la operadora y la administradora de infraestructuras estatales respectivamente.

La feria contó con la visita del ministro de Fomento, José Luis Abalos, que de esta forma mostro su apoyo a la industria ferroviaria española en su internacionalización, subrayando que las empresas españolas se han convertido en líderes globales en el diseño, construcción y gestión de ferrocarriles, excelencia que se demuestra con la participación de empresas españolas en proyectos ferroviarios en todo el mundo.

La amplia presencia española estuvo representada por compañías como Adif, Albatros, Amurrio, Aquafriech, Arcelormittal, Ardanuy Ingeniería,



► Convertidor de transición del nuevo TALENT 3, presentado en la feria por Bombardier Transportation España para ÖBB.

Presencia mundial y liderazgo

En la actualidad, los servicios y la tecnología española están presentes en 95 países de todo el mundo y han sido elegidos por su alta cualificación, experiencia en proyectos de gran envergadura y know-how propio que ha contribuido a que sean elegidos socios preferentes para desarrollar los planes de modernización y ampliación de redes de transporte en los cinco continentes.

Las cifras muestran cómo el sector español es considerado mundialmente como un socio ferroviario con múltiples cualidades por su amplio conocimiento técnico, la alta preparación de sus expertos, así como la sinergia de trabajo en equipos multidisciplinares que forman parte en la planificación, diseño y puesta en marcha de numerosos sistemas de transporte en todo el mundo.

Electrotécnica Artech Smartgrid, Ceit-IK4, Cetest, Colway Ferroviaria, Comsa, Danobat, Duro Felguera Rail, Flexix, Funorsa, Gamarra, GMV, Goal Systems, Goratu Máquinas Herramienta, Grupo CAF, Icon Multimedia, Ikusi, Implaser, Integteam Power Technology, Indra, Industrial de Transformados, Ineco, International Hispacold, Jez Sistemas Ferroviarios, Kelox, La Farga, Limmat, Lander Simulation and Training Solutions, MB

Sistemas S. Coop, Metalocauchos, MGN Transformaciones del Caucho, Nem Solutions, Newtek Sólidos, Patentes Talgo, Premium, Renfe Operadora, Revenga Smart Solutions, Segula, Sice, Talleres Alegría, Talleres Corral Mecanizados, Tecnatom, Tecnival, Telice, Teltronic, Thales España, Uromac Systems, UTE Ogi (Azvi - Tria), Virlab Testing Laboratory o Xubi Engranajes entre otros. Además, han asistido también otras empresas mul-



► Exteriores de la feria Innotrans 2018.



► Nuevo tren de alta velocidad VELARO. Presentado en la feria por Siemens Movility.

internacionales con instalaciones en España como Alstom, Bombardier, Siemens, Stadler o Thales que han estado presentes en la feria a través de los stands corporativos de sus matrices.

La innovación de las empresas españolas ha sido uno de los aspectos más interesantes para los profesionales del transporte a nivel mundial, por los adelantos tecnológicos que la caracterizan, además de la consolidada experiencia española en proyectos internacionales de gran envergadura, unido a la oferta de una amplia gama de productos y servicios. Tecnología española de vanguardia que ha protagonizado constantes adelantos en diversas facetas como son el confort del usuario y su seguridad, la gestión medioambiental, la sostenibilidad, la interoperabilidad, la automatización de sistemas y la accesibilidad entre otros muchos.

La industria española conquista el mundo

La industria ferroviaria española ha desarrollado un sólido know-how que ha posibilitado que cerca del 40% de las principales concesiones de transportes en todo el mundo estén gestionadas por empresas españolas, presentes en más de 95 países. Sus vanguardistas sistemas y su proceso de implantación en campos como material rodante, señalización, telecomunicaciones, ticketing, etc., cuentan con los más modernos avances que incorporan al mercado sus propios desarrollos tecnológicos.

España actualmente es considerada una potencia tecnológica mundial, referente en el sector con una clara supremacía en la puesta en servicio de nuevas líneas y actualización de las existentes. Su tejido industrial realiza un trabajo muy competitivo, profesional y altamente integrado. Nuestras empresas están presentes en todas las fases de la cadena de valor ferroviaria, esto es en su planificación, puesta en servicio, operación y mantenimiento.

Además, la red ferroviaria española es una de las más extensas y modernas del mundo. Cuenta con 3.200 kilómetros de alta velocidad y líneas de metro en las principales ciudades: Barcelona, Bilbao, Madrid, Málaga, Palma de Mallorca, Sevilla y Valencia. También son referentes sus innovadores sistemas de metro ligero y tranvía en otras trece capitales (Alicante, Barcelona, Bilbao, Granada, Jaén, Madrid, Murcia, Parla, Sevilla, Tenerife, Valencia, Vitoria y Zaragoza) y un completo servicio nacional de cercanías y recorridos de media distancia. La flota en trenes es además de las más avanzadas del mundo, está a la cabeza en ERTMS (1.900 kilómetros) y ha conseguido superar numerosos retos de ingeniería.

España integra una de las ofertas más competitivas del mundo en proyectos de Alta Velocidad. Prueba de ello son las constantes visitas de delegaciones extranjeras motivadas en conocer nuestro sistema ferroviario nacional y su funcionamiento. Por otro lado, también muy valorado internacionalmente, es la capacidad de construir y mantener infraestructuras interoperables, proveer sistemas de gestión de tráfico con máximas garantías en seguridad y eficiencia, a precios muy competitivos, lo que hace que la industria española tenga cada vez un peso más notable. La recuperación energética, ha hecho posible la circulación sin catenaria, o sistemas de tren-tram, diseñados especialmente para conectar los núcleos urbanos con las poblaciones próximas utilizando unidades que aprovechan las redes de cercanías. Además, las empresas españolas son también líderes en el diseño y construcción de grandes túneles ferroviarios.

Tecnologías presentadas por empresas españolas

ALSTOM MAESTRIA

Orquestador de tráfico multimodal que utiliza el análisis avanzado de datos para ayudar a gestionar e integrar la movilidad urbana.

ARCELORMITTAL

Orquestador de tráfico multimodal que utiliza el análisis avanzado de datos para ayudar a gestionar e integrar la movilidad urbana.

BOMBARDIER TRANSPORTATION ESPAÑA

La fábrica Trápaga participa en el desarrollo del convertidor de tracción del nuevo TALENT 3 (presentado en la feria) para ÖBB.

CAF LEADMIND

Plataforma digital que monitoriza, almacena e interpreta datos emitidos por el material rodante, el operador y la infraestructura.

CETEST

Novedades en el campo de ensayos, como ejes instrumentados para medición de fuerzas contacto-carril.

COLWAY FERROVIARIA

Proyectos de interiorismo ferroviario completo y módulos de aseo con materiales ligeros y sostenibles.

GMV Sistemas, S.A.U.

EMV integrado en equipos ticketing embarcado, Optimización para transporte público GMV Planner, nuevo SAE-R ferroviario.

CENTRO TECNOLÓGICO IK4-CEIT

MainRail. Plataforma online para la gestión y ayuda en la toma de decisiones del mantenimiento de infraestructura ferroviaria.

GORATU MÁQUINAS HERRAMIENTA S.A. – GEMINIS

Geminis GR3-W, máquina destinada al mandrinado de cubos de ruedas.

IMPLASER 99 SLL

IMPLAGUIDE: Sistema de Señalización de Seguridad Inteligente y Autónomo, para personas en transporte público y estaciones.

INDRA

Indra Mova Solutions, innovadora oferta para liderar el futuro de la movilidad y la tecnología para el transporte.

► Fondo de cuadro: Diseño y fabricación de aparatos de vía de altas prestaciones. Presentado a la feria por Talleres Alegría.

Feria Innotrans 2018

INSERAIL - TELICE

HAMMER: Nueva tecnología de análisis de estructuras ferroviarias para mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, construcción e I+D.

LANDER SIMULATION & TRAINING SOLUTIONS, S.A.

Tecnología de simulación para la formación de personal ferroviario, mostrando un simulador real de cliente.

SATYS INTERIORS RAILWAY SPAIN

Nueva herramienta de gestión sistemas galley: GMS.

SIEMENS MOBILITY

Nuevo tren de alta velocidad Velaro Novo: 30% menos de consumo energético, reducción sustancial de los costes de inversión y mantenimiento y aumento del 10% en la capacidad.

STADLER RAIL VALENCIA, S.A.U.

Locomotora EURODUAL – versátil y potente locomotora bimodal de 6-ejes que puede ser utilizada en todo tipo de líneas, electrificadas o no.

TALLERES ALEGRIA, S.A.

Diseño y fabricación de Aparatos de Vía de Altas Prestaciones.

TECNATOM, S.A.

Sistema de Inspección por Ultrasonidos de Ejes Ferroviarios. Mantenimiento en servicio, eje montado (SAIS).

TECNIVIAL, S.A.

Señales NANOTEC: Realizadas en composites de última generación aditivados con nanopartículas de carbono que mejoran el reducimiento de la señal, sin necesidad de conservación y mantenimiento.

TELTRONIC

CeCoTrans, nuevo centro de control para el sector del transporte.

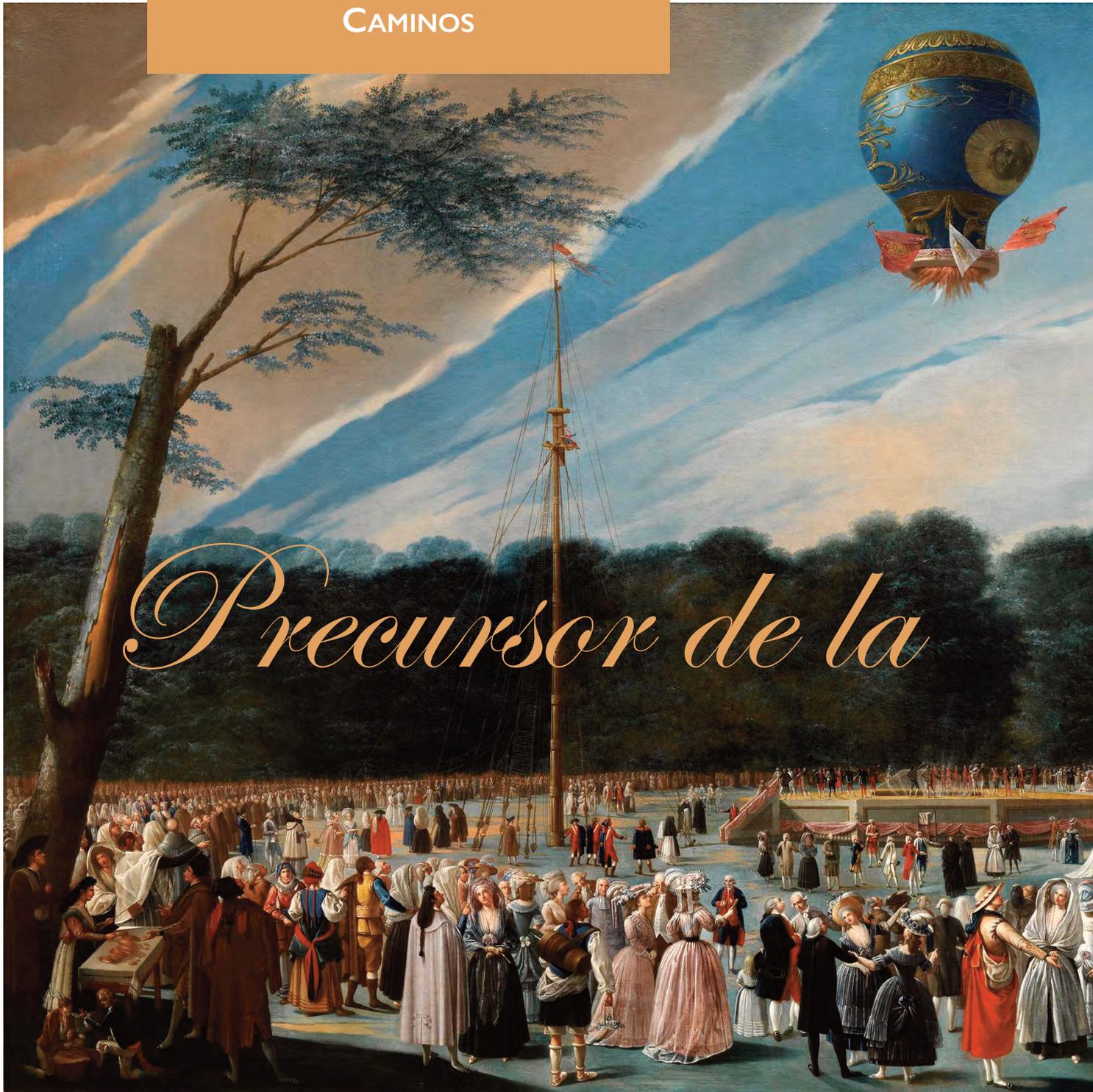
THALES España

Aplicaciones digitales TIRIS para mantenimiento predictivo y NAIA que mejora la experiencia de los viajeros.

UTE OGI

Ejes de ancho variable para transporte de mercancías. La solución para los cambios de ancho

SE CUMPLEN 260 AÑOS
DEL NACIMIENTO DEL FUNDADOR
DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE
CAMINOS



Agustín de Betancourt



► Retrato de Agustín de Betancourt.
Autor: Platón Tiurin (1859).



ingeniería moderna

► Ascensión de un globo en Aranjuez en noviembre 1783 (Antonio Carnicero, 1784. Museo del Prado).



Con una larga carrera, no solo en España, también fuera de nuestras fronteras, en Francia, Inglaterra y Rusia. Betancourt fue inventor, científico, alto funcionario en varios países, ingeniero dedicado, tanto a la investigación como a la práctica, gran dibujante de planos y creador de maquetas destinadas al estudio de la ingeniería, primer impulsor en España de la enseñanza reglada con la creación de la Escuela de Caminos y el correspondiente cuerpo de funcionarios. Betancourt es valorado y recordado hoy en toda Europa como el fundador de la ingeniería moderna.

► La Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en la Ciudad Universitaria de Madrid.

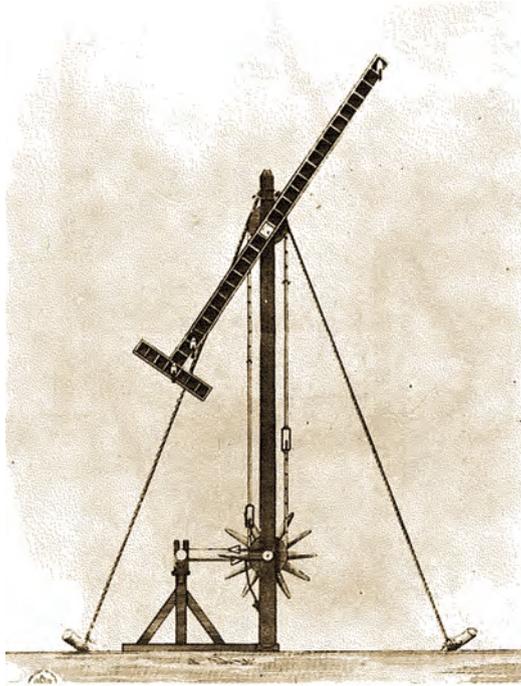
La creación de La Escuela de Caminos, Canales y Puertos fue una propuesta de Agustín de Betancourt al conde de Floridablanca, que tardaría tiempo en materializarse. La caída de Floridablanca primero y de Aranda después, y el nombramiento de Godoy como primer ministro, retrasaron la puesta en marcha de un centro de formación de ingenieros pensado a semejanza del fundado en París en 1747, la *École royale des ponts et chaussées*, en la que Betancourt había estudiado durante su primera estancia en Francia. No sería hasta 1802 cuando se abrió la Escuela de Caminos y Canales, con el objetivo de “dar instrucción a los jóvenes que habían de dirigir las obras públicas”. La carrera constaba entonces tan solo de dos cursos, y en la primera promoción, la de 1804, se graduaron cinco ingenieros. Cuatro años después, cuando habían salido de sus aulas once ingenieros que, promovidos por Betancourt, ingresaron directamente en el Cuerpo de Ingenieros, en 1808, la escuela tuvo que cerrar sus aulas como consecuencia de la guerra de Independencia.

Desaparecieron la escuela y cuerpo profesional y volvió a surgir fugazmente entre 1820 y 1823 pero, no sería hasta 1834 cuando abriría sus puertas por tercera y definitiva vez. Lo haría en el edificio de la Aduana de la actual calle de la Bolsa, publicándose dos años después el Reglamento del Cuerpo

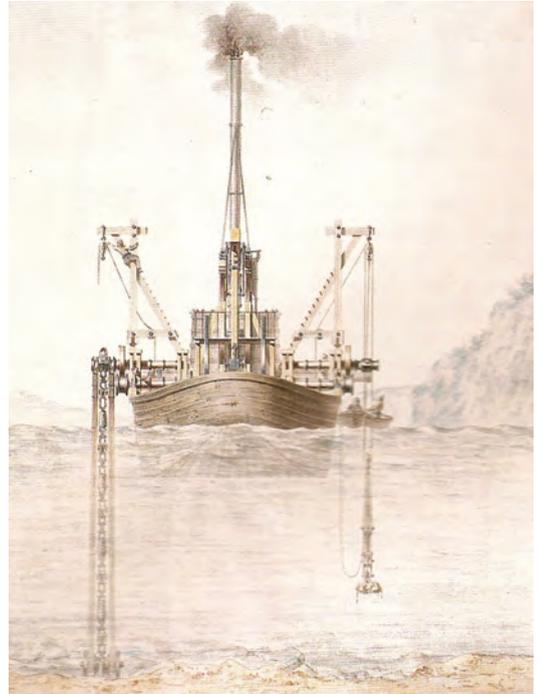
de Ingenieros de Caminos, que regulaba el funcionamiento de la escuela y el plan de estudios. En 1880 se traslada a la calle del Turco, donde permanece diez años hasta que se ubica en la calle Alfonso XII, en un edificio diseñado *ex profeso* por el ingeniero y arquitecto Mariano Carderera. En 1926 se concede a la escuela personalidad jurídica propia e independencia económica. En los años sesenta, la falta de espacio en el viejo caserón de la calle Alfonso XII obliga su traslado a otra sede, un nuevo edificio en la Ciudad Universitaria proyectado por Luis Laorga y José López Zanon, donde ha permanecido hasta nuestros días.

La etapa francesa

Durante los seis años que Betancourt permaneció en Francia, realizó diversos estudios e informes para los ministros de Carlos IV y dio a luz algunos de los inventos que luego tendría la oportunidad de poner en práctica en España y Rusia, como el telégrafo óptico, desarrollado junto al relojero suizo Abraham Louis Breguet, o la draga de rosario y otras máquinas para la limpieza de canales y puertos. Además, quedó encargado de la preparación de los pensionados que se le enviaran desde España —entre otros, su hermano José, Tomás de Verí, Juan de la Fuente, Joaquín Abaitúa o Juan López Pe-



► Telégrafo óptico de Betancourt y Abraham Louis Breguet (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



► Draga como las utilizadas para limpiar el puerto de Kronstadt (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

ñalver— para, junto con ellos, formar la colección de planos, dibujos y maquetas con destino al Real Gabinete de Máquinas.

Viajaría a Inglaterra
con su familia donde llegaría a ser
acusado de espionaje.

Entre los estudios más destacados de esa época se podrían citar la *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra*, encargada por el conde de Aranda para la Sociedad de Amigos del País de Asturias; los proyectos para el establecimiento en España de una fábrica de cajas de carey y de otra para hilar seda; los informes derivados de un viaje de reconocimiento de puertos y su maquinaria en la región de Cherburgo; la *Mémoire sur une machine à vapeur à doublé effet*, resultado de un viaje a Inglaterra para el estudio de la máquina de vapor, o la descripción de la fundición de cañones de Yndrid.

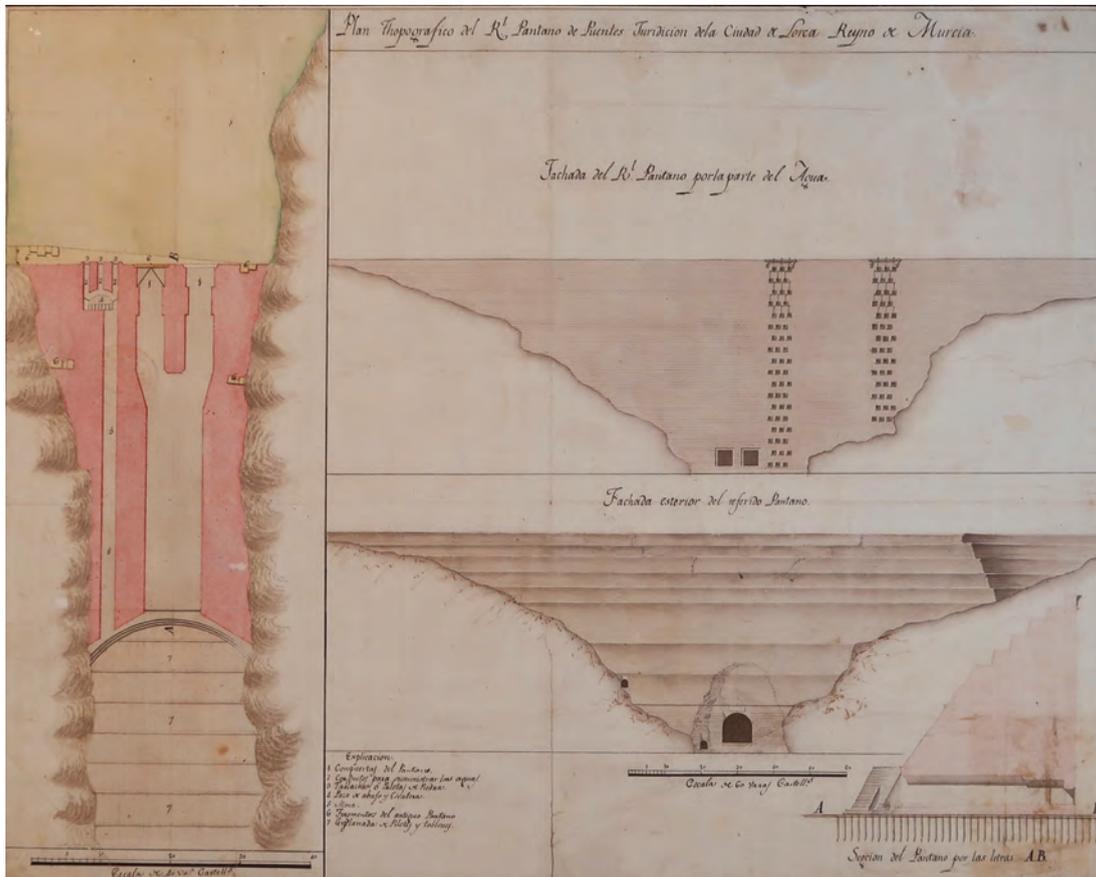
A principios de 1791, Betancourt y su equipo reciben la orden de regresar a España con el material recolectado por toda Europa para la creación del gabinete, tras el estallido de la revolución francesa en 1789.

La Inspección de Caminos

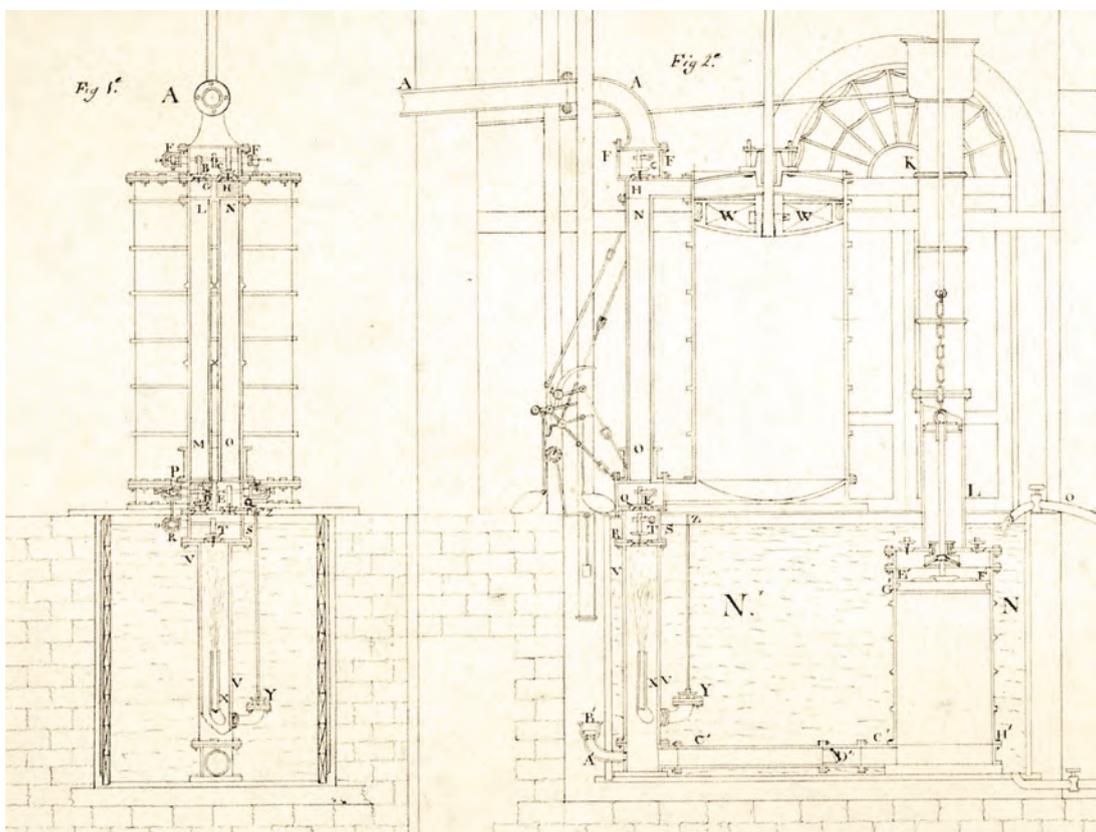
A su llegada a España, Betancourt es nombrado director del Real Gabinete de Máquinas, instalándose en el palacio del Buen Retiro. A ello se dedica casi por entero durante los primeros años de su estancia aquí, si bien realiza también algunas memorias e informes, especialmente sobre hidráulica, e intenta llevar a la práctica alguno de sus inventos como su draga de rosario.

En 1793, Godoy, el nuevo hombre fuerte de Carlos IV, le aumenta su asignación y le envía a Inglaterra para adquirir nuevo material para el gabinete y proseguir sus estudios. Betancourt viajará a Inglaterra con su familia permaneciendo en ese país durante los siguientes tres años en los que realizará estudios sobre la máquina de Watt y la aplicación del vapor a diferentes industrias —el ingeniero escocés llegaría a poner sobre aviso a las autoridades británicas sobre las actividades del español, acusándolo de espionaje—; también profundizará en sus investigaciones sobre el telégrafo óptico.

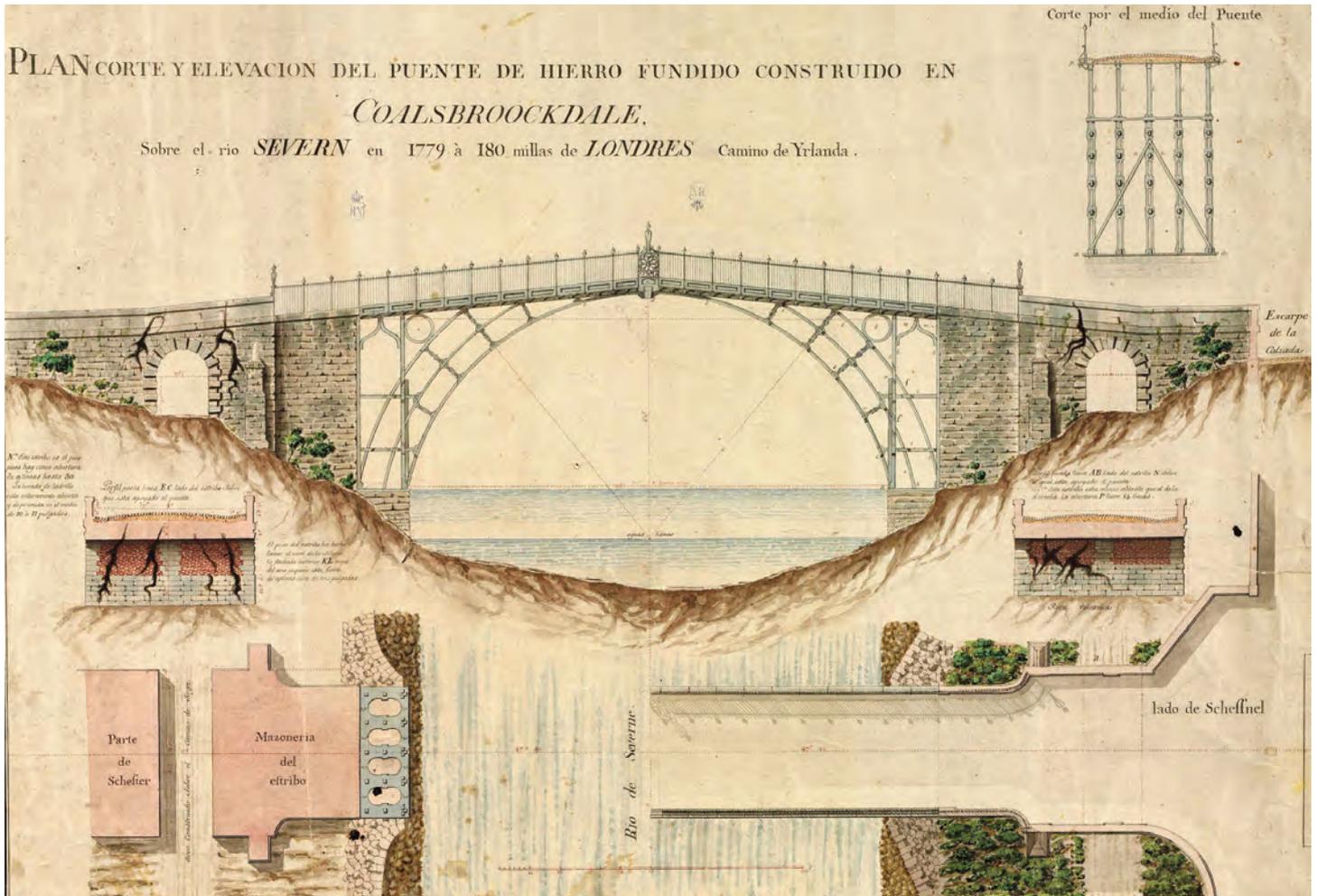
En 1796, Inglaterra y España se declaran la guerra, un largo enfrentamiento que no acabaría hasta la década siguiente con la mítica batalla de Trafalgar. Betancourt debe regresar. Lo hace, tras una parada de varios meses en París, con el encargo de



► Presa de Puentes, Lorca, Murcia (Archivo del Ministerio de Fomento).



► Sistema de funcionamiento de la máquina de vapor de doble efecto (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



► Plano de corte y elevación del puente de Coalsbrookdale. Dibujo atribuido a Betancourt (BNE).

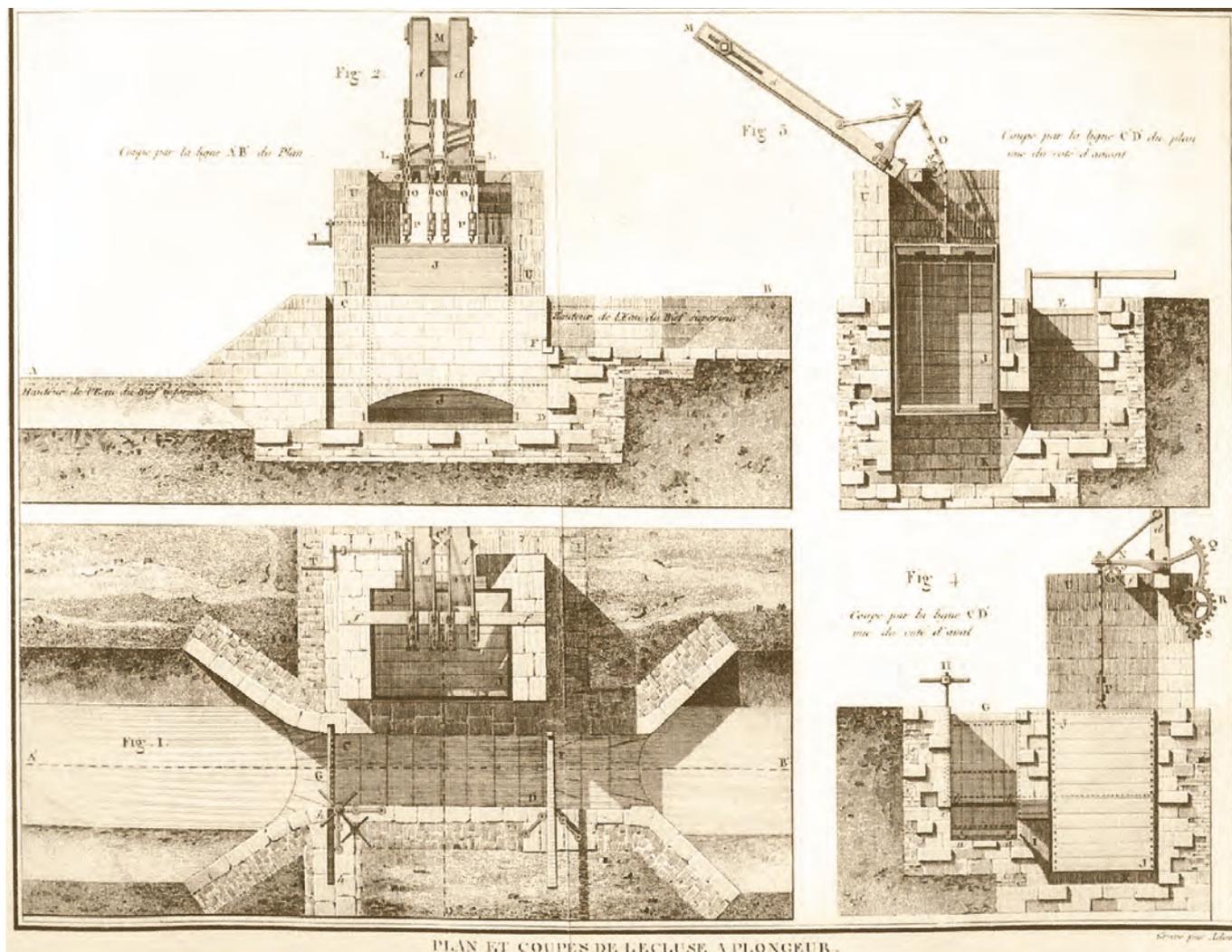
embarcar hacia Cuba en una comisión que debería llevar la aplicación del vapor a las plantaciones de azúcar, pero, una vez en España, por distintos motivos –entre ellos el bloqueo inglés de La Coruña y el apresamiento del bergantín español con todo el instrumental ya embarcado– renuncia al viaje. Instalado de nuevo en Madrid, vuelve a hacerse cargo del Gabinete de Máquinas y consigue, tras varios intentos fallidos, la aprobación de la instalación del telégrafo óptico, aunque, a pesar de que en principio la línea debería haber unido Madrid y Cádiz, por razones económicas el invento de Betancourt solo llegaría a ser operativo entre Madrid y Aranjuez.

La vida de Betancourt dio un giro cuando en diciembre de 1801 fue nombrado inspector general de Caminos y Canales. Desde entonces y hasta su licencia del cargo en 1807, deberá tomar numerosas decisiones sobre distintas obras públicas –el camino de Reinosa, los canales de Aragón y Castilla, la acequia del Jarama, presas en Lorca y Granada, propuesta de un ferrocarril entre Reus y Salou que no llegó a iniciarse–, pero sobre todo

llevará a cabo una profunda reforma en el modo de entender la profesión, con la instauración de un cuerpo de facultativos especializados en el proyecto y construcción de las obras públicas y la creación de una escuela donde formar a esos profesionales, algo que había propuesto varios años antes pero que no llegó a materializarse hasta su llegada a la Inspección. Ya al final de su mandato consiguió la independencia funcional del ramo de Caminos de la Superintendencia de Correos y Postas, de la que había dependido hasta entonces.

Ingeniero del zar

A pesar de sus logros al frente de la Inspección, Betancourt no se encontraba plenamente satisfecho pues tenía problemas económicos derivados de varios negocios fallidos y pasaba por momentos de tirantez en sus relaciones con Godoy. Decide pedir una licencia, en principio temporal, que se convertirá en definitiva y en mayo de 1807 marcha de nuevo a Francia.



PLAN ET COUPES DE LECLUSE A PLONGEUR.

► Esclusa de émbolo buzo (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

En París seguirá con sus investigaciones y publicará varias obras bien acogidas por la Academia francesa, como la memoria sobre un nuevo sistema de navegación interior, el ensayo sobre la composición de las máquinas, que escribe junto a José María Lanz, y las conclusiones sobre un nuevo invento, la esclusa de émbolo buzo. Y en octubre de 1807 se produce un hecho de grandes repercusiones para su futuro, viaja por primera vez a Rusia comisionado por la administración francesa y autorizado por la española, donde le invitan a conocer y estudiar algunas de las principales industrias del imperio y, al final del viaje, le hacen el ofrecimiento formal de darle un empleo si decide trasladar su residencia a Rusia.

Desde el pasado mes de mayo un nuevo puente en San Petersburgo ha sido bautizado con el nombre de Agustín de Betancourt.

De vuelta en Francia, la situación de Betancourt se vuelve muy delicada. Los antiguos aliados se han convertido en enemigos, con la forzada abdicación de Carlos IV y su hijo

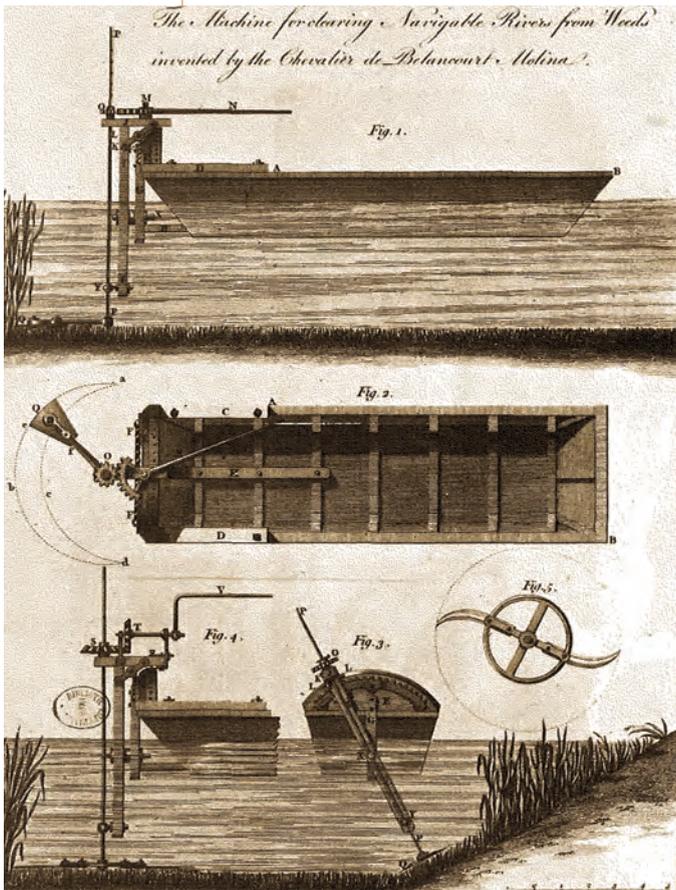
Fernando en favor de los Bonaparte, la invasión de España y el levantamiento popular de los españoles. Betancourt no quiere volver a un país en guerra, pero, a pesar del ofrecimiento de formar parte del funcionariado galo, tampoco puede permanecer en Francia sin recaer sobre él la acusación de traidor. En septiembre, con ocasión del encuentro en Erfurt (Alemania) entre Napoleón y el zar Alejandro I, Betancourt viaja en la comitiva francesa, tiene una entrevista con el zar y acepta el ofrecimiento que le habían hecho unos meses antes, continuando ca-

Real Gabinete de máquinas

► Retrato del conde de Floridablanca. Autor: Francisco de Goya (Museo del Prado).



En 1786, Betancourt propuso al conde de Floridablanca la formación de una colección de planos y modelos de máquinas. La propuesta fue muy bien acogida por el gobierno, y durante los años siguientes, tanto él como otros pensionados bajo su dirección, recorrieron Europa, lápiz y papel en mano, para realizar planos y escribir informes de cuantas máquinas útiles para la industria y las obras públicas se utilizaban en otros países. Visitaron Francia, Inglaterra, Bélgica, Alemania y Holanda, provocando en algunos casos la suspicacia de las autoridades ante una actividad que hoy podría ser calificada como espionaje industrial. Pero Betancourt no se limitó a aprender, sino que también aprovechó para realizar planos de máquinas de su propia invención.



Tras los planos vino la fabricación de las maquetas. A tal fin, Betancourt, que ya había sido nombrado por Carlos IV director del gabinete, contó en París con un plantel de ebanistas, cerrajeros y otros artesanos, "siendo necesario –según cuenta en una carta de 1789 a su padre– que yo examine dos o tres veces al día cuantas piecitas hace cada uno, y que haga por mis manos los planos de cada máquina, pues es cosa que no la puedo dar a hacer. De toda esta tarea continua lo que me consuela es que están todos muy contentos con lo que hago, y que tendré el gusto toda mi vida de haber formado el mejor gabinete de máquinas que habrá en Europa".

El Real Gabinete abrió al público en el palacio del Buen Retiro de Madrid en abril de 1792. Contaba, según el *Catálogo* que escribió en 1794 Juan López Peñalver, con 270 maquetas, 359 planos y 99 memorias. Desde que las tropas de Napoleón se instalaran en 1808 en el Retiro, el gabinete corrió una suerte azarosa, marcada por los traslados, la dispersión y la pérdida. En 1824 las piezas conservadas se ubicaron en el Real Conservatorio de Artes y, más tarde, algunas de ellas en la Escuela de Caminos. En la actualidad estas obras están dispersas en varios museos y colecciones públicas y privadas dentro y fuera de España.

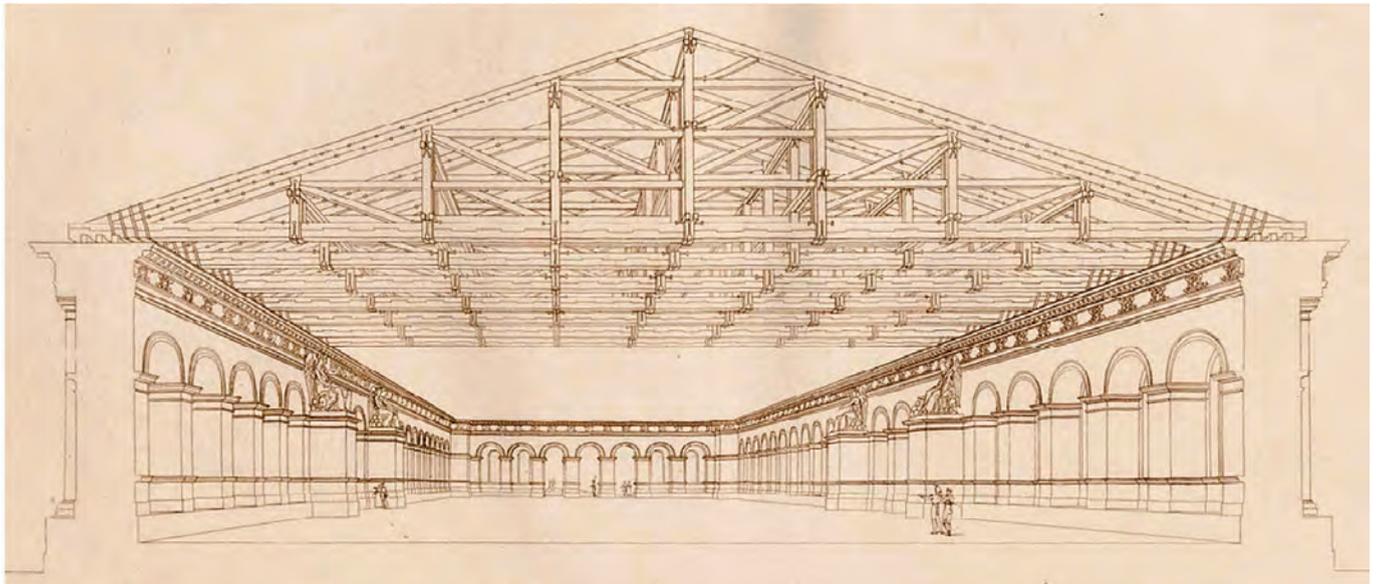
► Máquina de cortar hierbas en ríos y canales (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

mino hacia San Petersburgo con su mujer y sus hijos. Tenía entonces 50 años, edad avanzada para la época, pero aun así le esperaban los más fructíferos momentos de su carrera.

Nada más llegar a Rusia, Betancourt ingresa en el ejército ruso con el grado de Mayor General, y es destinado al Departamento de Vías y Comunicación "para misiones especiales de su majestad imperial". Durante los 16 años que le que-

daban de vida acometió multitud de trabajos en todo el imperio ruso, y, al igual que en España, tomó la iniciativa para impulsar la creación del Cuerpo de Ingenieros de Vías de Comunicación y el Instituto del Cuerpo del que fue nombrado profesor y director.

Entre las actuaciones más destacadas al frente del Departamento se podrían citar la modernización de la fábrica de cañones de Tula con el montaje



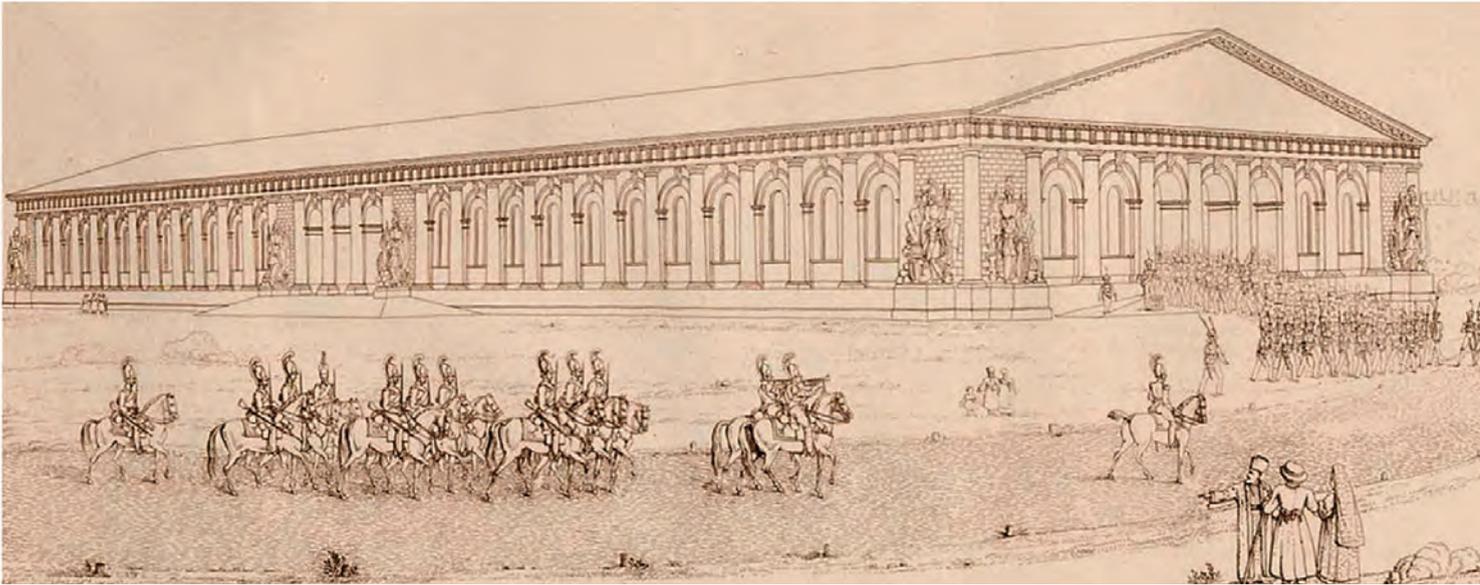
de maquinaria de vapor moderna; el dragado del puerto de Kronstadt con dragas de su invención; el proyecto y dirección de varios puentes y canales en San Petersburgo y otras ciudades; las inspecciones e informes para nuevas obras en los caminos, canales y abastecimiento de aguas en el Cáucaso y Crimea; la feria y urbanización de la ciudad de Nizhni Nóvgorod; la sala de ejercicios

ecuestres de Moscú, de espectacular e innovadora cubierta, o su decisiva intervención en los mismos planes urbanísticos de Moscú y San Petersburgo. Durante su mandato, además, se rodeó de un magnífico plantel de ingenieros rusos y de otros países, entre ellos varios españoles, haciendo de esa época una de las más brillantes de la ingeniería rusa.

► Interior de la Sala de ejercicios ecuestres de Moscú (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



► Mercado de la feria de Nizhni Nóvgorod (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



► Exterior de la Sala de ejercicios ecuestres de Moscú (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

En 1822 el zar nombra a su pariente el duque de Württemberg administrador general de Vías y Comunicaciones, cargo por encima del de Betancourt, que hasta entonces había dependido directamente del emperador, por lo que el español va a sentirse postergado. Dos años después, Betancourt, con 66 años y enfermo, solicita el retiro, que el zar le concede junto a una pensión y la promesa de acoger bajo su protección a la esposa e hijos del ingeniero cuando falleciese. Fue el 26 de julio de 1824, cuando muere en San Petersburgo y es en el cementerio de Smolenski, donde aún reposan sus restos.

Desde el pasado mes de mayo los habitantes de San Petersburgo disponen de un nuevo puente que ha sido bautizado con el nombre de Agustín de Betancourt en recuerdo al ingeniero canario que vivió en ella y que dejó honda huella en la ingeniería del antiguo país de los zares. La nueva estructura en el río Neva, atraviesa la segunda ciudad de Rusia y comunica varias islas de esta urbe también conocida como la “Venecia del norte” por la multitud de brazos fluviales y canales que la recorren.

Redacción Centro de Publicaciones

Información de interés y bibliografía

Imprescindible es *Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna*, catálogo de la exposición organizada por el Cehopu en 1996, publicado por el ministerio de Fomento. Por lo demás, la bibliografía sobre el ingeniero canario es muy amplia, por lo que aquí nos limitaremos a citar solo algunas de las publicaciones más accesibles:

Cioranescu, A.: *Agustín de Betancourt. Su obra técnica y científica* (1965).

Rumeu de Armas, A.: *Agustín de Betancourt, fundador de la Escuela de Caminos y Canales. Nuevos datos biográficos* (1967).

Sáenz Ridruejo, F.: “Agustín de Betancourt en España, Francia, Inglaterra y Rusia”. En *Libros, caminos y días. El viaje del ingeniero* (2016).

Otros trabajos y más información en: <http://fundacionorotava.es/betancourt/> y en la “Biblioteca digital Agustín de Betancourt” de la web del Cehopu: http://www.cehopu.cedex.es/es/biblioteca_d.php.

Juan Navarro Baldeweg

Premio Nacional de Arquitectura



Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento

www.fomento.gob.es

cpubli@fomento.es

Plaza San Juan de la Cruz, 10 28003 Madrid



Mapa Oficial de Carreteras[®]

ESPAÑA

2019

Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Incluye:

- Cartografía (E. 1:300.000 y I: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 24.0

Español / Inglés

Actualizable vía Web

ISBN: 978-84-498-1029-9
NPO: 161.18-170-8
D.L.: M-21754-2018



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte, incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones similares, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.

También en el DVD:

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