

Revista del  
Ministerio de

Marzo 2015 Nº 648 3 €

# Fomento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

EL PUENTE SOBRE LA BAHÍA  
DE CÁDIZ, EN LA FASE FINAL

LA RED DE AEROPUERTOS  
CIERRA 2014 CON  
RÉCORD DE PASAJEROS  
Y OPERACIONES

PRUEBA DE CARGA DEL  
VIADUCTO DEL RÍO ULLA

SALVAMENTO MARÍTIMO  
INTERVINO EN MÁS DE  
5.000 EMERGENCIAS  
EN 2014

150 AÑOS  
DEL FERROCARRIL  
CÓRDOBA-MÁLAGA



# METALÚRGICA DEL GUADALQUIVIR, S.L.



# MEGUSA

Avda. de la Esclusa, s/n. 41011 Sevilla. Telf: +34 954 45 28 00. Fax: +34 954 45 22 47

Email: [tecnica@megusa.com](mailto:tecnica@megusa.com) [www.megusa.com](http://www.megusa.com)

## MEGUSA HA FABRICADO DOVELAS Y CARROS DEL NUEVO PUENTE DE CÁDIZ



## CON ESTA OBRA YA LLEVAMOS MÁS DE 100 PUENTES Y PASARELAS CONSTRUIDAS

### OTRAS CONSTRUCCIONES REALIZADAS

PUENTE DEL ALAMILLO (SE 91) DRAGADOS-FCC

PUENTE DE VENTAS (M 98) DRAGADOS

AUDITORIO DE TENERIFE (TF 02) NECSO

PABELLÓN FERIAL TENERIFE (TF 95) CUBIERTAS Y MZOV

RECINTOS PARA PILAS PUENTE EDIMBURGO (UK 12) FCBC

VIADUCTO DE ARCHIDONA (AVE-GR 11) DRAGADOS

VIADUCTO DE LAS PIEDRAS (AVE- MA 05) ALTEC

MUSEO DE LAS CIENCIAS (V 98) FCC-NECSO

PALACIO DE LAS ARTES (V 03) NECSO-DRAGADOS

PARASOLES DE LA ENCARNACIÓN (SE 10) SACYR

VIADUCTO DE LALÍN (AVE- C 09) FERROVIAL

DIQUE FLOTANTE MAR DEL ENOL (CA 13) FCC

**Director de la Revista:** Antonio Recuero.

**Jefe de Redacción:** Mariano Serrano.

**Maquetación:** Aurelio García.

**Secretaría de redacción:** Ana Herráiz.

**Archivo fotográfico:** Vera Nosti.

**Portada:** DCE Andalucía Occidental

**Elaboración página web:**

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

**Suscripciones:** 91 597 72 61 (Esmeralda

Rojo Mateos)

**Colaboran en este número:** M<sup>a</sup> del Carmen Heredia, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Julia Sola.

**Comité de redacción: Presidencia:**

Mario Garcés Sanagustín

(Subsecretario de Fomento).

**Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez

(Secretario General Técnico).

**Vocales:** Luis Izquierdo Labella (Director de Comunicación), Pilar Garrido Sánchez (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda), Eloísa Contín Trillo-Figueroa (Jefa del Gabinete del Subsecretario), Mónica

Marín Díaz (Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), M<sup>a</sup> José Rallo del Olmo (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes), Pedro Guillén

Marina (Director del Centro de

Publicaciones) y Antonio Recuero (Director 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.

**E-mail:** cpublic@fomento.es

**Impresión y publicidad:** Comunicación y Diseño.

C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.

Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19.

**E-mail:** revista@fomento@cydiseno.com

www.cydiseno.com

Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.

NIPO: 161-15-005-0

**Edita:**

Centro de Publicaciones.

Secretaría General Técnica

MINISTERIO DE FOMENTO

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

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

## CARRETERAS

# 02

**EL COLOSO LUCE SILUETA.**  
FASE FINAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL  
PUENTE SOBRE LA BAHÍA DE CÁDIZ



## AEROPUERTOS

# 12

**EL AÑO DEL DESPEGUE.**  
LA RED DE AENA CIERRA 2014 CON  
RÉCORD DE MOVIMIENTOS Y PASAJEROS.

## FERROCARRIL

# 18

**EXAMEN FINAL.**  
PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO  
SOBRE EL RÍO ULLA.



## SALVAMENTO MARÍTIMO

# 24

**LANZANDO CABOS.**  
SALVAMENTO MARÍTIMO INTERVIENE EN  
UNAS 5.000 EMERGENCIAS EN 2014.

**30. ANTICIPAR Y PREVENIR.**  
APROBADO EL PROGRAMA ESTATAL  
DE SEGURIDAD OPERACIONAL  
PARA LA AVIACIÓN CIVIL.

**34. UN AGRESTE RECORRIDO.**  
150 AÑOS DEL FERROCARRIL  
CÓRDOBA-MÁLAGA.

**42. EN BUSCA DE EL DORADO.**  
PATRIMONIO MINERO-METALÚRGICO  
DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

**52. MEMORIA DEL TREN.**  
EL MUSEO DEL FERROCARRIL  
DE MADRID CUMPLE 30 AÑOS.

**59. BREVES.**

*FASE FINAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE LA BAHÍA DE CÁDIZ*

# El coloso luz silueta



► Estado actual del puente, con el tramo desmontable ya izado.



JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Tras ocho años de trabajos, el puente de la Constitución de 1812, principal elemento del nuevo acceso a Cádiz, tiene prácticamente conectados los distintos tramos de tablero sobre las aguas de la bahía gaditana y muestra con nitidez cuál será su aspecto final. La construcción del mayor puente de carreteras de España ha superado la fase crítica de la obra y progresa según lo previsto hacia su puesta en servicio.



La obra del nuevo acceso viario a Cádiz, el mayor proyecto individual de carreteras en España en este siglo, enfila su recta final. Esta singular actuación, promovida por el Ministerio de Fomento, tiene por objeto aliviar el intenso tráfico existente en las dos entradas por carretera al istmo gaditano —el puente José León de Carranza (N-443) y el corredor de San Fernando (CA-33)—, y pretende captar parte de los más de 40.000 vehículos que circulan a diario por el mencionado puente y evitar las retenciones. Se trata del tercer tramo que completará el nuevo esquema viario de acceso a Cádiz, que ya tiene operativos los dos primeros: el carril reversible del puente Carranza y la duplicación de la carretera N-443.

Este tercer tramo, cuyo presupuesto vigente de obra es de 357 M€, se desarrolla a lo largo de 5 kilómetros entre Puerto Real y Cádiz, salvando las aguas de la bahía gaditana mediante una colosal estructura, el denominado segundo puente, que constituye una de las grandes obras de la ingeniería civil española. Los récords que batirá así lo atestiguan: será el puente más largo de la red viaria española (3.092 metros), ostentará la mayor luz de España (540 metros en su vano principal) y será el segundo con mayor gálibo libre del mundo (69 metros). Otras magnitudes, como el peso del tablero (50.000 toneladas), la altura de las torres (más de 180 metros) o las dimensiones de la dovelas (sin precedentes en España), refuerzan la grandiosidad de la obra.

El proceso constructivo, que ha atravesado diversas vicisitudes, avanza ahora a velocidad de crucero. Actualmente están en pleno desarrollo todos los tajos a lo largo del nuevo acceso a Cádiz, con operarios y maquinaria trabajando tanto sobre el puente como en las infraestructuras que se desarrollan a ambos lados de la bahía. A finales de enero se ha superado una de las fases críticas de la obra, la instalación del tramo desmontable, operación que ha supuesto tanto la conexión con el tramo de acceso a Cádiz, ya acabado, como la



aproximación al tramo atirantado, en su fase final. Tras esta operación, el puente luce la mayor parte del tablero sobre las aguas ya instalado, aunque discontinuamente, desvelando cómo será la imagen definitiva del futuro icono de la bahía de Cádiz. El grado de ejecución global del nuevo acceso a Cádiz se sitúa en el 90% y avanza según la programación hacia su puesta en servicio.

La construcción del puente, dirigida por el Ministerio de Fomento, ejecutada por la UTE Puente de Cádiz (Dragados-Drace) y con asistencia técnica de los proyectistas Ginprosa y Carlos Fernández Casado, es uno de los grandes retos para la ingeniería española, ya que esta obra, además de especialización en grandes estructuras, requiere un elevado nivel de coordinación de equipos que trabajan simultáneamente en las distintas fases de obra, con objeto de orientar con eficacia todos los recursos hacia un objetivo. La obra, además, constituye no solo un exponente de la ingeniería española, sino también un laboratorio de aprendizaje donde las empresas españolas tienen la oportunidad de mejorar procedimientos constructivos y de

### Asesoramiento en la fase final

*Del avanzado estado de los trabajos en el puente da una idea la contratación por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de una empresa especializada para asesorar a la dirección de obra y supervisar los cálculos estructurales en la fase final de obra. Se trata de la empresa de ingeniería Apia XXI, que en diciembre suscribió un contrato para desarrollar los trabajos de redacción del plan de inspección y mantenimiento y la realización de estudios estructurales relativos a las obras del nuevo acceso a Cádiz. Estos trabajos se llevan a cabo sobre tres de los cuatro tramos del puente: tramo de acceso a Puerto Real, tramo desmontable y tramo atirantado.*

*En concreto, la empresa está redactando el plan de inspección y mantenimiento, que incluye la redacción del protocolo de tesado y sustitución de tirantes, el manual de explotación y el archivo documental del puente. Asimismo, desarrollará estudios sobre la respuesta de la estructura frente a la acción de tres factores: el viento (incluidos ensayos de modelo aerolástico integral en túnel de viento), la acción sísmica y el estado límite último de fatiga. También colabora en la supervisión estructural de las maniobras finales del proceso constructivo (llegada del tablero a las pilas 10 y 15 y conexión con los tramos contiguos, paso del tablero sobre las pilas 11 y 14, izado de dovelas e instalación de tirantes en pilas 12 y 13, entre otros). Una vez concluida la estructura, esta empresa realizará la inspección principal inicial del puente y supervisará el desarrollo de las pruebas de carga dinámica y estática, confrontando los resultados obtenidos con el modelo de cálculo de contraste elaborado por la propia empresa.*



► El puente visto desde el lado Cádiz, con el tramo desmontable a punto de ser izado entre el tramo de acceso a Cádiz y el tramo atirantado.



► Transporte del tramo desmontable a bordo de una pontona.

gestión de equipos en estructuras de grandes dimensiones, de cara a su aplicación en trabajos en el exterior.

### ▮ Cuatro puentes en uno

El puente sobre la bahía de Cádiz, principal elemento del acceso viario a la capital gaditana, es una estructura dividida en cuatro tramos conectados entre sí que en realidad son cuatro puentes diferentes, cada uno con características técnicas, procedimientos constructivos y ritmos de ejecución diferentes. El estado de ejecución de los cuatro tramos es el siguiente:

**Tramo de acceso a Cádiz.** Este tramo de puente, que desembocará en una rotonda que distribuirá el tráfico por la ciudad, ha sido el primero de los cuatro con el tablero montado; la obra, iniciada en septiembre de 2012, alcanzó su destino, la pila 9, a finales de 2013. No obstante, para su finalización definitiva queda pendiente de ejecutar toda la superestructura (impermeabilización, firme, pretilos, drenaje, señalización, juntas, etc.), así co-



► Tramo desmontable ya instalado en su posición definitiva.

mo la correspondiente prueba de carga. Su grado de ejecución actual alcanza el 90%.

Este tramo está formado por una estructura con tablero mixto hormigón-acero, de 581,3 metros repartidos en ocho vanos, con una pendiente del 5%, que arranca en un estribo cerrado en el lado Cádiz y se apoya en ocho pilas ubicadas dentro de la bahía. El tablero, con un peso total de 11.300 toneladas (9.100 toneladas de estructura metálica y el resto de hormigón), se colocó sobre las pilas mediante el lanzamiento o empuje con torre de atirantamiento, en un proceso realizado en nueve fases con la ayuda de gatos hidráulicos, que fue monitorizado mediante control topográfico de precisión por medio de antenas GPS dispuestas en el tablero. Posteriormente fue hormigonado.

## El puente sobre la bahía de Cádiz, que constará de cuatro tramos, será el principal acceso a la capital gaditana

**Tramo desmontable.** Segundo tramo del puente con el tablero montado, era originalmente de tipo basculante. Su misión es permitir, previo desmontaje, el eventual paso de embarcaciones de la factoría de Navantia cuyo gálibo vertical sea superior a 69 metros, máximo existente bajo el tramo atirantado. Tiene una luz libre en ho-

### Actuaciones en Cádiz y Puerto Real

A ambos lados del puente se desarrollan cuatro infraestructuras (un enlace en el lado Cádiz y dos enlaces y un viaducto en el lado Puerto Real) que son imprescindibles para la operatividad del nuevo acceso a Cádiz, ya que acogerán todos los movimientos de tráfico sobre la bahía. Estas actuaciones presentan un grado de ejecución avanzado. Se trata de las siguientes:

**Enlace de Cádiz.** La entrada a la ciudad se realizará por esta infraestructura, una intersección que se está remodelando para convertirla en una rotonda partida con cruce preferente desde el puente hacia la avenida de las Cortes de Cádiz. La remodelación se inició en mayo de 2014 y los trabajos se centran ahora en la ejecución de redes de pluviales, semaforización, alumbrado, telecomunicaciones y reposición de servicios afectados; próximamente arrancará la construcción del firme. La actuación supera el 45% de ejecución.

**Enlace de La Cabezuela.** Ubicado al final del tramo de acceso a Puerto Real, consiste en una rotonda a nivel inferior que permite todos los movimientos desde/hacia la zona industrial y residencial de los polígonos de La Cabezuela y Río San Pedro. Los ramales al tramo de acceso están construidos. Con la reposición de los servicios afectados ya concluida, actualmente se procede a restituir la urbanización y a ejecutar las primeras capas de firme. La obra está ejecutada al 50%, quedando pendientes la terminación del firme y los sistemas de contención y drenaje, además de señalización, iluminación y balizamiento.

**Viaducto de Río San Pedro.** Situada a continuación del enlace de La Cabezuela, esta estructura de 796 metros repartidos en 18 vanos albergará dos carriles por sentido. La estructura está terminada y actualmente se trabaja en la ejecución de la superestructura. Su grado de ejecución es del 80%.

**Enlace de Río San Pedro.** Conexión del nuevo acceso a Cádiz con la red viaria existente, que permitirá los movimientos hacia los dos puentes de acceso a Cádiz, hacia dos polígonos (La Cabezuela y Río San Pedro) y hacia Puerto Real y El Trocadero. Incluye dos viaductos (147 y 106 metros). La conexión está casi finalizada, con un grado de ejecución del 95%, e incluso están operativos los dos carriles del nudo en el sentido Sevilla-Cádiz, pero su apertura completa debe coordinarse con el avance del resto de la obra.



► Carro de encofrado en el tramo de acceso a Puerto Real.

horizontal de 150 metros e ilimitada en vertical. Consiste en una viga cajón metálico de 150 metros de longitud, 34 metros de anchura, 4.000 toneladas de peso y canto variable de 4-8 metros, una pieza muy singular tanto por su geometría como por los medios necesarios para su colocación.

El emplazamiento de esta estructura en su lugar definitivo, entre las pilas 9 y 10, ha sido una de las fases críticas de la obra, debido principalmente al gran peso del tablero. Su colocación ha requerido maniobras muy especializadas y complejas para su transporte, embarque, fondeo e izado, con el apoyo de equipos auxiliares especiales. Además, la operación ha estado condicionada por la meteorología local, para lo cual se han analizado los niveles de viento y oleaje, las mareas y las corrientes de la bahía, así como la necesidad de realizar operaciones en condiciones diurnas, para designar el momento idóneo.

Finalmente, los responsables de la obra eligieron el 27 de enero para realizar esta maniobra, aunque los preparativos comenzaron a principios de año. La estructura fue transportada desde su lugar de fabricación (una



► Trabajos de transporte e izado de una de las secciones del tablero.

factoría de Puerto Real) al muelle mediante conjuntos de plataformas autopropulsadas constituidos por 168 ejes con una capacidad de elevación de 32 toneladas, e izada a la embarcación con grúas. Para el transporte marítimo se empleó una pontona de 100 metros de largo por 30 metros de ancho, cuya estabilidad y calado se mantuvieron con el apoyo de 22 bombas de 950 m<sup>3</sup>/h.

Una vez en el lugar de fondeo, previamente dragado, se procedió al izado hasta la cota definitiva mediante sendos pórticos situados en las pilas 9 y 10, equipados con cuatro unidades de izado de 850 toneladas cada una, dos por punto de tiro, por lo que, dado el peso del tablero, sobra capacidad de izado. Ambos pórticos, además, disponían de medios adicionales tanto para servir como retenida para la ejecución de la maniobra como para igualar la fuerza necesaria para el equilibrio del pórtico durante el izado. La colocación precisa del tablero entre las pilas 9 y 10 ha sido posible gracias a un sistema de diseñado con capacidad de ajuste suficiente, tanto transversal como longitudinal, para garantizar la correcta ubicación del tablero en su posición definitiva. La operación de izado y colocación del tablero, realizada con importantes garantías de seguridad, concluyó en apenas 12 horas.

### La parte más vistosa del puente es un tramo atirantado formado por un tablero mixto de 1.180 m de longitud, de ellos 540 m sobre el agua

Aunque instalado sobre sus apoyos definitivos, el tramo desmontable aún no está conectado a los tramos contiguos, hecho que se llevará a cabo cuando se coloquen las correspondientes juntas de dilatación. Por otro lado, aunque la estructura metálica está finalizada, están pendientes labores de repaso, tanto de soldadura como de tratamiento superficial e interior, además de la ejecución de la superestructura. Actualmente este tramo se encuentra ejecutado al 90%.

**Tramo atirantado.** El tramo más vistoso del puente está formado por un tablero mixto hormigón-acero de 1.180 metros de longitud (540 metros sobre el agua), constituido por un cajón central de 10 metros de ancho y dos voladizos de 12,50 metros, con un ancho variable entre 33,2 y 34,3 metros que albergará cuatro carriles de circulación y una plataforma tranviaria. Está flanqueado por dos torres de atirantamiento de 181 y 186 metros de altura, una construida en el mar y otra en tierra, que lo sustentarán con 176 tirantes de acero activo, anclados a cada torre a un fuste superior formado por cajones metálicos.



► Construcción del tablero y los voladizos del tramo de acceso a Puerto Real.



► Izado del tramo desmontable entre las pilas 9 y 10.



► Vista frontal de la sección de una dovela del tramo atirantado y carro de izado.

Tras el izado de las dos torres de atirantamiento (pilas 12 y 13), que constituyó la primera gran operación de construcción (incluida cimentación profunda en el agua y en tierra), actualmente se ultima la ejecución del tablero. Este está formado por dovelas metálicas de 20 metros de longitud, 35 de anchura y un peso medio de 300 toneladas cada una, construidas en factorías sevillanas, transportadas por piezas a la obra y soldadas allí. Posteriormente son izadas y se ensamblan a la precedente mediante soldadura, siguiendo el método de voladizos sucesivos. Para esta operación se cuenta con el apoyo de grúas de más de 200 metros de altura y cuatro carros de izado, de 500 toneladas cada uno, contruidos *ex profeso* para esta obra. Cada cierto tramo se anclan y tesan las parejas de tirantes corres-

pondientes, al tiempo que se hormigonan las losas inferior y superior de las dovelas.

El proceso constructivo del tablero arrancó a finales de 2012 con el izado de la dovela 0 sobre la pila 13. El montaje de las dovelas ha avanzado por ambos lados de cada torre, montándose de forma alternativa hacia puntos kilométricos crecientes y decrecientes a partir de cada torre, de forma que existen cuatro extremos de avance de la estructura. En total se deben montar 64 dovelas, 32 desde la pila 12 (16 dovelas a la izquierda y 14 a la derecha, más dos dovelas 0 en las pilas 11 y 12), 31 desde la pila 13 (15 dovelas a derecha y 14 a izquierda, más una dovela 0 en pila 14 y la dovela de conexión con el tramo atirantado) y la dovela de cierre, de menor longitud que las demás.



A mediados de febrero estaban izadas 56 dovelas, 29 correspondientes a la pila 12 y 27 a la pila 13, conformando una imagen del tramo formada por dos tramos en forma de T con la mayor parte del tablero construido, aún separados entre sí y con los tramos contiguos, pero ya cerca del final. Y es que apenas restan por colocar ocho dovelas (siete mediante izado, pues la dovela de conexión con el tramo de hormigón se cimbra desde tierra), más la de cierre, lo que supone unos 160 metros para finalizar el tablero. Respecto a los tirantes, quedan pendientes de colocación y tesado ocho tirantes de un total de 88 en la torre 12 y 10 tirantes de 88 en la torre 13. Son cifras que elevan el grado de ejecución del tramo al 85%. Según las previsiones, a un ritmo esperado de una dovela a la semana aproximadamente, se estima que los trabajos en los extremos de avance de este tramo finalizarán previsiblemente en mayo.

**Tramo de acceso a Puerto Real.** El cuarto y último tramo, contiguo al tramo atirantado y que se desarrolla por completo en la orilla de Puerto Real hasta conectar con el enlace de La Cabezueta, presenta actualmente un grado de ejecución del 70%. Se trata de una estructura de 1.180 metros de longitud, con sección de tablero de hormigón pretensado ejecutado *in situ* y 23 pilas de dos

tipos (de tipo palmera en el tramo entre las pilas 15 a 17 y de tipo pórtico en el tramo de la 18 a la 37), con luces entre 32 y 75 metros, que asciende hacia el tramo atirantado. Es una estructura singular, de ejecución muy compleja, que sin embargo resulta eclipsada por la imponente presencia del tramo atirantado.

En este viaducto se distinguen tres partes. Las dos más alejadas del tramo atirantado (una final, de 512 metros distribuidos en 13 vanos, con sección de tablero de hormigón pretensado y anchura variable, ejecutada mediante cimbra cuajada; y una de transición, de 54 metros de longitud, con tablero de sección transversal tricelular y anchura de 33,2 metros, ejecutada mediante cimbra porticada) están ejecutadas en su totalidad, quedando pendientes los trabajos de superestructura. Los trabajos se concentran actualmente en la tercera parte, contigua al tramo atirantado, formada por una estructura de 616 metros, distribuidos en seis vanos, con tablero de sección transversal tricelular, que se ejecuta mediante cimbra porticada y con apoyo de un carro de encofrado que avanza sobre raíles. En este tramo actualmente está en ejecución el 85% del tablero en su cajón central y el 40% de los voladizos que completan la sección. ■

► Estado actual del tramo atirantado del puente.

# COLABORANDO CON EL MINISTERIO DE FOMENTO EN LOS PROYECTOS Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LOS NUEVOS ACCESOS A CÁDIZ



José Echegaray, 18  
28232 Las Rozas (Madrid)  
Tel: 91 799 49 00 / Fax: 91 799 49 10  
[ginprosa@ginprosa.es](mailto:ginprosa@ginprosa.es)

LA RED DE AENA CIERRA 2014 CON RÉCORD DE MOVIMIENTOS Y PASAJEROS

# El año del despegue

PEPA MARTÍN

El balance de actividad de los aeropuertos de la Red de Aena durante 2014 mejora con respecto a ejercicios anteriores, un 4,5 por ciento más de movimientos que durante 2013, alcanzando también una cifra récord de 195,9 millones de pasajeros, que consolida la tendencia positiva registrada durante los últimos catorce meses.



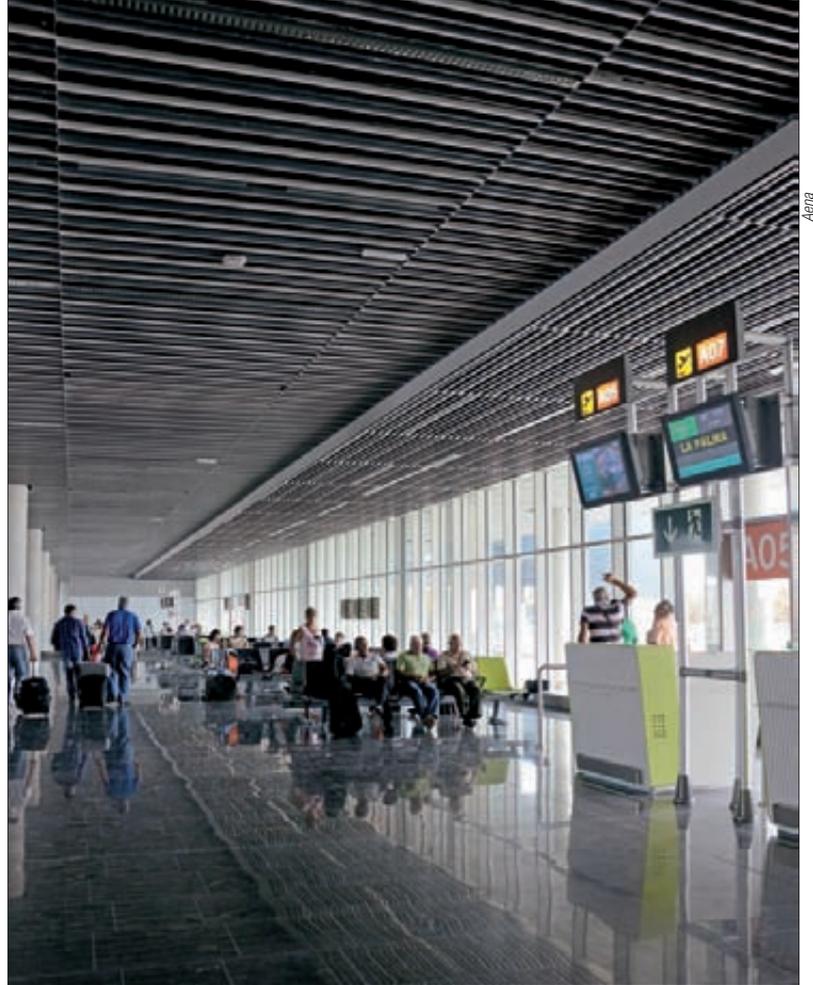
► Vista general de la terminal del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.

P

or capítulos, el tráfico de pasajeros nacionales experimentó un crecimiento del 2 por ciento, con un total de 58,5 millones, pero el récord lo ha marcado el número de pasajeros de vuelos internacionales, que fueron más de 136,4 millones, un 5,7 por ciento más que en 2013.

A estos buenos resultados también habría que sumar los movimientos registrados en el aeropuerto de Londres Luton, que Aena gestiona desde noviembre de 2013, y que el pasado año superó la cifra de 10,5 millones de pasajeros con un crecimiento del 8,1 por ciento. Bate así su propio récord, alcanzado en 2008 con 10,2 millones de pasajeros.

De esta forma, tal y como destacó la ministra de Fomento, Ana Pastor, en el avance de estos datos, dados a conocer en la inauguración de la nueva zona comercial del aeropuerto de Málaga, "Aena es el primer operador aeroportuario del mundo en número de pasajeros", resultados que también alcanzan al número de operaciones, que se incrementaron un 2,3 por ciento hasta los 1,8 millones, al igual que las toneladas de mercancías, que han crecido un 7,2 por ciento hasta un total de 685.209.



Aena



► Arriba, sala de embarque del aeropuerto de Gran Canaria. A la izqda., aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



► Pasajeros embarcando en un aeropuerto español.

## Mejora generalizada

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se mantiene como el primero de la Red, y cierra también 2014 con récord de cifras, con un crecimiento del ejercicio por encima de la media del conjunto de aeropuertos de Aena. Más de 41 millones de pasajeros han pasado a lo largo del pasado año por sus instalaciones, un 5,3 por ciento más que en 2013, el mayor incremento porcentual registrado desde 2007.

Le sigue el aeropuerto de Barcelona-El Prat que también logra en 2014 su mejor dato en número de pasajeros, 37.559.044, un 6,7 por ciento más que el año anterior, seguido del de Málaga-Costa del Sol, que con un 6,4 por ciento más llega hasta los 13.749.134 millones de pasajeros, mejorando su anterior récord de 2007, y el de Alicante-Elche, que por primera vez en su historia supera los diez millones de viajeros, un 4,4 por ciento más que en 2013.

El conjunto de los aeropuertos canarios también experimenta una mejora muy positiva. El de Tenerife Sur alcanza un nuevo récord con 9.176.274 pasajeros, un 5,5 por ciento más que en 2013, mejorando el dato histórico que no superaba desde 2001, al igual que el de Lanzarote, que con un incremento del 5,5 por ciento alcanza los 5.883.039 millones de pasajeros.

## Consolidación

La tendencia positiva que se viene registrando en el último año en cuanto a recuperación del tráfico aéreo se consolida si valoramos los datos del mes de diciembre en la red de aeropuertos de Aena, que superó los 12 millones de pasajeros, un 4,3 por ciento más que el mismo mes del año anterior. De ellos, 7.872.326 eran de vuelos internacionales, un 5,2 por ciento más, y 4.310.173 nacionales, un 3,1 por ciento más.

El número de operaciones que se realizaron en diciembre pasado se incrementó un 0,8 por ciento si lo comparamos con el mismo mes de 2013, al igual que el de mercancías, que aumentó un 3 por ciento, alcanzando 59.527 toneladas en el último mes del año anterior.

## En cabeza

El incremento constante de la actividad del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas se consolida teniendo en cuenta que desde el mes de febrero de 2014 viene experimentando subidas consecutivas en el número de pasajeros, una situación que se repite a partir de marzo en el número de operaciones.



► Facturación de equipaje en el aeropuerto de Alicante-Elche.

Así, el aeropuerto madrileño se sitúa con un crecimiento registrado en 2014 por encima de la media del conjunto de aeropuertos de la Red de Aena, que ha sido del 4,5 por ciento en cuanto a pasajeros, y un 2,3 por ciento respecto a operaciones, mientras que las instalaciones madrileñas han crecido un 5,3 y un 2,9 por ciento respectivamente.

Las cifras acumuladas en 2014 mejoran las del año anterior, tanto en pasajeros de vuelos comerciales internacionales, un 6,9 por ciento más y un total de 29.618.803 pasajeros, como en el caso de los vuelos comerciales nacionales, un 1,6 por ciento más, con 12.146.090 pasajeros; en ambos casos, superando los registros de 2007, que hasta la fecha situaban a este ejercicio con el récord.

Respecto a las operaciones realizadas para el tráfico de mercancías, el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas ha registrado 366.644 toneladas durante el pasado año, un 5,8 por ciento más que el año anterior, y un 53 por ciento del total de la carga aérea movilizada en la red de Aena.

Estos incrementos consolidan la tendencia registrada en el último año, y si comparamos el mes de diciembre de 2014 con el del año anterior, los 3.345.050 pasajeros registrados representan un incremento del 9,8 por ciento.

También en lo que se refiere a operaciones, los 27.622 vuelos comerciales gestionados en diciembre suponen un incremento del 5,9 por ciento respecto al

dato registrado en el mismo mes del año anterior, el décimo mes consecutivo de crecimiento y el mayor incremento porcentual en un mes desde el de febrero de 2008.

Las mercancías movilizadas en diciembre de 2014 han sido 33.741 toneladas, en este caso prácticamente el mismo volumen de carga, teniendo en cuenta que en diciembre de 2013 se registraron 33.809 toneladas.

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2014/s 2013
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	342.601	2,9%
BARCELONA-EL PRAT	283.850	2,7%
PALMA DE MALLORCA	172.628	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	108.263	5,8%
GRAN CANARIA	102.211	7,0%
ALICANTE-ELCHE	71.570	4,8%
TENERIFE SUR	60.290	7,7%
IBIZA	60.142	6,8%
VALENCIA	56.438	-1,3%
TENERIFE NORTE	52.689	6,9%
LANZAROTE	49.575	12,0%
BILBAO	42.590	-0,2%
SEVILLA	42.380	1,9%
FUERTEVENTURA	40.066	12,9%

► Descenso de pasajeros de un avión en la T4 de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Vera Nosti

Según los datos de ACI Europa (Airport Council Internacional), el aeropuerto madrileño ha destacado también con su crecimiento continuado durante 2014 entre los grandes aeropuertos europeos, y a fecha del mes de octubre ocupaba el cuarto lugar en cuanto a incremento de la actividad.

Destacar, en este sentido, las nuevas rutas que las compañías aéreas han abierto desde el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas a distintos destinos. Es

el caso de Ryanair, que ha estrenado vuelos a Bremen y Colonia, en Alemania; Eindhoven, en Holanda, y Varsovia-Modlin, en Polonia, como destinos europeos, al que se suma Fez, en Marruecos; o Iberia Express a las ciudades alemanas de Stuttgart y Hannover, o Air Europa a Oporto, en Portugal.

También se han iniciado las operaciones de Ethiopian Airlines en España a través de una nueva ruta abierta entre el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas con Adís Abeba (Etiopía), vía Roma, con tres frecuencias semanales, además de las compañías Norwegian, que ha lanzado nuevos vuelos a Londres, Oslo, Varsovia, Estocolmo, Hamburgo, Helsinki y Malta; United Airlines que vuela a Washinton, y Air Europa a Miami.

Por otro lado, las instalaciones madrileñas se consolidan como el principal centro de conexiones de Europa con Iberoamérica gracias a la inauguración en el mes de junio del nuevo *hub* de Air Europa y la alianza SkyTeam en las terminales T1, T2 y T3, que se añade al de Iberia y al grupo IAG y la alianza Oneworld en las terminales T4 y T4S, mientras que los vuelos nacionales y Schengen se operan desde las terminales T2 y T3.

De esta forma, las tres terminales del Adolfo Suárez Madrid-Barajas se convierten en una plataforma estratégica para las aerolíneas de la alianza SkyTeam, que disponen de un centro de conexiones de vuelos en el que pueden concentrar a pasajeros que proceden de distintas ciudades y quieren volar a un mismo destino. ■

Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2014/s 2013
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	41.833.374	5,3%
BARCELONA-EL PRAT	37.559.044	6,7%
PALMA DE MALLORCA	23.115.499	1,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	13.749.134	6,4%
GRAN CANARIA	10.315.732	5,6%
ALICANTE-ELCHE	10.065.873	4,4%
TENERIFE SUR	9.176.274	5,5%
IBIZA	6.211.882	8,5%
LANZAROTE	5.883.039	10,3%
FUERTEVENTURA	4.764.632	11,9%
VALENCIA	4.592.512	-0,6%
BILBAO	4.015.352	5,6%
SEVILLA	3.884.146	5,3%
TENERIFE NORTE	3.638.953	3,2%



*PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO SOBRE EL RÍO ULLA*

# Examen final



JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: IDEAM

El Eje Atlántico de alta velocidad entre Santiago de Compostela y Vigo apura la fase final de construcción. El viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de esta línea y última en construirse, ya está terminado y se ha sometido recientemente al examen final, las preceptivas pruebas de carga, que son un requisito imprescindible para su puesta en servicio.

► Vista del viaducto al paso de uno de los convoyes utilizado durante las pruebas de carga.

**E**sbello e integrado en el entorno. Son algunas de las características que definen al nuevo viaducto sobre el río Ulla, principal estructura de ingeniería del Eje Atlántico. Tanto por su complejidad constructiva como por su lugar de emplazamiento, el estuario de la ría de Arousa, o incluso por el récord que atesora (posee el vano central de mayor luz del mundo, 240 m, entre los viaductos de su tipología), constituye una estructura de gran singularidad y “un referente a nivel mundial”, en palabras de la ministra de Fomento. Además, será un símbolo para las comunicaciones ferroviarias en Galicia, al servir de nexo de unión entre las provincias de A Coruña y Pontevedra.



La construcción de esta estructura, que ha estado sometida a importantes condicionantes medioambientales, se inició a principios de 2009 con los trabajos de cimentación, tanto en tierra como en el agua; progresó luego con la ejecución de las 11 pilas que lo sustentan, tres sobre el cauce; continuó con el complicado montaje de la celosía de color verde que la caracteriza, proceso iniciado en los dos vanos laterales y finalizado en el central; y ha culminado a finales de 2014 con la ejecución de la losa superior de hormigón. Sobre el tablero, de 14 metros de anchura, se ha montado la vía y la superestructura que harán posible el paso de los trenes.

### **▲ Fase de ensayos**

Una vez finalizada la obra civil, la dirección de obra ha sometido a la estructura a las preceptivas pruebas de resistencia, una condición de obligado cumplimiento recogida en la normativa de construcción del Adminis-

trador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), que es indispensable para autorizar su puesta en servicio. Su finalidad no es otra que la de comprobar que el viaducto se ha ejecutado correctamente y que cumple con todos los requisitos técnicos y de seguridad, garantizando de esta forma que los trenes pueden circular sobre el mismo con todas las garantías.

Estas pruebas se prolongan durante días, ya que se componen de un conjunto de operaciones de control de la estructura. Entre ellas se incluyen la inspección preliminar, donde se comprueba el estado de los distintos elementos del viaducto; el análisis del proyecto constructivo, que permite comprobar si se han realizado modificaciones respecto al proyecto original; la inspección principal, que aporta información sobre el estado funcional y resistente de la estructura, con objeto de determinar si puede cumplir su función con seguridad; y las pruebas de carga, que permiten conocer cómo reacciona la estructura al paso de los trenes. El proceso concluye con el análisis y el informe final de resultados.

► *Para las pruebas de carga estática el convoy se situó en distintos puntos del tablero durante tres jornadas.*



### Objetivo cercano

*El objetivo de culminar el Eje Atlántico entre A Coruña y Vigo, línea que enlazará las principales ciudades de la fachada atlántica gallega, está ya cerca de ser una realidad. Actualmente se avanza a buen ritmo en los dos últimos tramos de la parte sur de la línea entre Santiago y Vigo: la variante Padrón-Vilagarcía de Arousa, donde se encuentra el viaducto sobre el río Ulla, y el tramo Arcade-Vigo Urzaiz. Ambos tienen la plataforma terminada y ultimán la instalación de la superestructura (vía, electrificación e instalaciones seguridad, señalización, control del tráfico y comunicaciones).*

*La conclusión de estos trabajos permitirá poner en servicio este año el trayecto entre Santiago y Vigo (93,9 km), que quedará conectado al trayecto A Coruña-Santiago (61,7 km), ya operativo. La finalización del Eje Atlántico, al que el Ministerio de Fomento ha destinado 837,8 M€ en esta legislatura, revertirá en importantes ahorros en los tiempos de viaje en todas las relaciones. Con el nuevo trazado se podrá viajar entre Vigo y A Coruña en una hora y 10 minutos, y entre Santiago y Vigo en alrededor de 45 minutos.*

### Pruebas estáticas y dinámicas

El viaducto sobre el río Ulla se ha sometido durante el mes de febrero a las preceptivas pruebas de carga, que constituyen la fase más vistosa de los ensayos ya que implican el empleo de material rodante. La naturaleza de estas pruebas ha venido definida por el anteproyecto de prueba de carga elaborado por la consultora pública Ineco, donde se concretan las diferentes hipótesis de carga a reproducir sobre el viaducto, así como los medios materiales a emplear para las mismas, con objeto de obtener datos sobre la respuesta de la estructura a las cargas actuantes. Las pruebas se han dividido en dos tipos: pruebas de carga estática y pruebas de carga dinámica.

Para las primeras se ha empleado un vehículo ferroviario compuesto por cuatro conjuntos de una locomotora 333 de Renfe (de seis ejes, de 20 toneladas cada uno) y un máximo de diez tolvas cargadas de balasto

## Datos del viaducto

Tipología	celosía mixta
Longitud	1.620 m
Luz principal	240 m
Altura máxima pilas	60 m
Tramos	3 (370 m-930 m-320 m)
Vanos	12
Pilas	11 (tres en el cauce)
Peso celosía	20.000 t
Periodo ejecución	2009-2014
Constructora	Dragados/Tecsa
Proyecto	Ideam/Euroestudios
Asesoría técnica en estructuras a AT y DO	Ideam
Asistencia técnica a la DO	Typsa
Presupuesto	117,4 M€



► Las pruebas de carga han permitido comprobar, entre otros vectores, el comportamiento del viaducto frente a acciones dinámicas.

(cada una compuesta por cuatro ejes de 20 toneladas cada uno). Durante tres días, los convoyes se han situado en distintas posiciones a lo largo de los tres tramos en que se divide el viaducto (vanos de acceso del lado Catoira, vanos de acceso del lado Rianxo y vanos centrales), siempre en las dos vías de forma simultánea, hasta completar un total de 18 posiciones de carga diferentes. En cada vano se han instalado aparatos de medición (transductores de desplazamientos), encargados de medir las flechas (deformaciones de la estructura) y las aceleraciones.

En cuanto a las pruebas de carga dinámica, se celebraron el pasado 13 de febrero en presencia de la ministra de Fomento, Ana Pastor, que había acudido para supervisar los trabajos del Eje Atlántico en esta zona. Esta prueba consistió en el paso de un tren de carga por el viaducto a distintas velocidades, desde estática y

velocidad media hasta la máxima velocidad permitida en ensayos, así como una prueba de frenada. Su objetivo es recabar de los sensores información adicional sobre la estructura, más allá de la proporcionada por la prueba de carga estática. En concreto, con esta prueba se ha obtenido información relevante sobre las frecuencias propias de vibración y el amortiguamiento de la estructura, dos parámetros básicos del viaducto en su comportamiento frente a acciones dinámicas. También ha sido de utilidad para detectar anomalías de carácter funcional, como movimientos imprevistos en aparatos de apoyo o vibraciones.

El análisis de los resultados de ambas pruebas permitirá a los responsables de Adif conocer cómo se comportará el viaducto ante el paso de convoyes de la tipología que recorrerá el Eje Atlántico, así como determinar la aptitud de la estructura para su puesta en servicio. ■

## EJE ATLÁNTICO DE ALTA VELOCIDAD

Asistencia Técnica y Control y Vigilancia de las Obras de los tramos Villagarcía de Arousa – Catoira y Viaducto del río Ulla



Puerto Cortés, Honduras

Proyecto y supervisión de la ampliación de la terminal de graneles sólidos



Metro de Estocolmo

Planificación y diseño de 11 km de nueva línea con un túnel en roca bajo el mar de Saltsjön



Aeropuerto de Guarulhos, Sao Paulo, Brasil

Plan director y proyecto básico y constructivo de la ampliación y modernización del aeropuerto

# detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

- Conocimiento, experiencia, capacidad técnica e independencia empresarial.
- 2.500 profesionales de la consultoría al servicio de la inversión en infraestructuras y equipamientos, tanto en España como en el mercado internacional.
- Desarrollo propio de tecnologías aplicadas y nuevos sistemas avanzados. Más de 30 proyectos de I+D+i en marcha.
- Exportación de ingeniería española a todos los continentes, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

**TYPSA**  
INGENIEROS  
CONSULTORES  
Y ARQUITECTOS

[www.typsa.com](http://www.typsa.com)

*SALVAMENTO MARÍTIMO INTERVIÑO EN UNAS 5.000 EMERGENCIAS EN 2014*

# Lanzando cabos

*BEGOÑA OLABARRIETA. FOTOS: SASEMAR*

A lo largo de 2014 la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Sasemar) coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 14.413 personas en las 5.041 actuaciones desarrolladas en toda España, gracias a un equipo de 1.500 trabajadores que han conseguido posicionar a este servicio como un referente en Europa.



La ministra de Fomento, Ana Pastor, presentaba a comienzos de año el balance anual de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima relativo a 2014: 14.413 personas atendidas en 5.041 acciones de rescate, de asistencia o de búsqueda y 1.500 profesionales implicados en el éxito de este servicio.

Un balance que cada año dibuja el panorama de las acciones de emergencia en el mar y de la respuesta de Salvamento Marítimo, entidad dependiente del Ministerio de Fomento que, como resaltó Ana Pastor, ha conseguido convertirse en un referente para servicios similares en toda Europa.



► Tareas de rescate y evacuación de la tripulación de un mercante en aguas gallegas.



Con un sistema de alerta de 24 horas, Salvamento Marítimo tuvo una media diaria de 14 actuaciones y 39 personas atendidas durante el pasado año; unos datos que muestran una variación frente al ejercicio de 2013: se produce un descenso en el número de actuaciones, un 1,5% menos, pero se incrementa el de atenciones, un 10% más.

En su mayoría, las actuaciones estuvieron relacionadas con el salvamento de vidas en la mar, en concreto 3.921 del total; a las que se suman 795 intervenciones dirigidas a garantizar la seguridad marítima y otras 325 relacionadas con la protección del medio ambiente marino.

## Asistencia a pateras

Se destaca en este balance anual la labor de asistencia a pateras en las zonas Sur y Levante, y la atención a los inmigrantes que iban a bordo de las mismas. En 2014 Salvamento Marítimo coordinó la asistencia a 5.330 personas que intentaban llegar a las costas españolas a bordo de 423 de estas embarcaciones, procedentes del continente africano.

En estas intervenciones los equipos de Salvamento rescataron a un total de 3.500 inmigrantes, que fueron

David S. Biscamante



► 1.500 profesionales prestan sus servicios en el salvamento y seguridad en el mar en España.

### GRÁFICO (cuadro por zonas). Balance 2014

Zona	Actuaciones	Personas rescatadas
Andalucía	1.077	6.306
Canarias	648	2.142
Cartagena	84	306
Cataluña	646	1.565
C. Valenciana	480	788
Galicia	484	783
Gijón	219	398
País Vasco	296	511
Santander	88	125
Baleares	535	1.381

trasladados a puertos españoles, mientras que el resto fueron auxiliados por medios marroquíes y trasladados a Marruecos.

Por fachadas, el volumen de emergencias relacionadas con pateras tiene especial incidencia en Andalucía, donde desde los cuatro centros ubicados en esa Comunidad Autónoma se atendió a 4.965 inmigrantes de 400 embarcaciones.

Por importancia en número les siguen Canarias, atendiendo a 254 personas procedentes de 13 pateras; Cartagena, con 92 personas a bordo de 8 embarcaciones, y la Comunidad Valenciana, con 19 personas asistidas procedentes de 2 pateras.

Pero además de este tipo de embarcación en 2014 hubo otro tipo de buques implicados; en total fueron 3.535, algo menos que en 2013, año en el que ascendieron a 3.789.

## ▲ Embarcaciones de recreo

En su mayoría, el 55% de todos los casos atendidos, los implicados en las labores de emergencia fueron embarcaciones de recreo (1.953), con especial incidencia en Baleares, donde del total de los 420 barcos auxiliados, 381 eran de este tipo; seguidos en volumen por la Comunidad Valenciana y el País Vasco, con 209 y 138 respectivamente.

## Nuevas tecnologías para la seguridad

*Desde el pasado mes de julio Sasemar facilita una aplicación para smartphone destinada a mejorar la seguridad en la náutica de recreo.*

*Se llama App SafeTrx y se puede descargar de forma gratuita tanto en dispositivos Android como Apple. Su misión es monitorizar los viajes de la embarcación, avisar a los contactos designados por el usuario cuando hay retrasos en el viaje programado y proporcionar información a Salvamento Marítimo sobre la derrota de una embarcación para tomar las acciones oportunas.*

*Es una aplicación que está especialmente orientada a mejorar la seguridad en la navegación de las embarcaciones de recreo que no disponen de sistemas de identificación automática, pero que no sustituye a los dispositivos del sistema mundial de socorro y seguridad marítima que deba llevar una embarcación determinada, sino que los complementa.*

*Con SafeTrx el navegante puede introducir de forma sencilla los detalles de su plan de navegación en su smartphone y zarpar sabiendo, que si no llega a la hora prevista, su contacto de emergencia y él mismo recibirán una alerta. La aplicación envía periódicamente datos de localización a Salvamento Marítimo, con lo que la capacidad para dar una respuesta rápida en una emergencia es mayor.*

*Esta aplicación, desarrollada en Irlanda, ya funciona en ese país y en otros, como Australia o Reino Unido, a través de organismos relacionados con el salvamento o la náutica, y está en estudio en otras naciones.*

► En el balance anual destacan las asistencias a pateras en las zonas Sur y Levante.



## Coordinación con Puertos del Estado

Puertos del Estado y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima firmaban en marzo del pasado año un acuerdo para la ordenación, coordinación y control del tráfico marítimo portuario, y también la intervención en situaciones de emergencia ocasionadas por contaminación marina.

Tras la firma de este acuerdo Sasemar es el organismo encargado de este control en los puertos del Estado con arreglo a los estándares internacionalmente establecidos para los Servicios de Tráfico de Buques, que contemplan servicio de información, servicio de organización del tráfico y la asistencia a la navegación.

Además se encarga de dar respuesta a las necesidades específicas de cada puerto; la coordinación y control de las operaciones asociadas a los servicios portuarios, comerciales y otras actividades; la asistencia en labores de gestión y administración portuaria relacionadas con el tráfico marítimo y las operaciones portuarias; y la coordinación de las tareas de prevención, y actuaciones de emergencia, salvamento y lucha contra la contaminación.



Hugo Ramos



A estos, les siguen en volumen de intervenciones los pesqueros (547 implicados en toda España) y los mercantes (403); mientras que los 632 casos restantes estuvieron relacionados con otros tipos de embarcaciones o artefactos flotantes.

A todas estas labores de rescate e intervención hay que sumar actuaciones en las que no se han visto involucrados buques y que corresponden a asistencias de diferentes tipos a personas en dificultades: caídas al mar, rescate en acantilados, etc.

Por otra parte, y completando el ámbito de actuación, el número total de buques controlados por los 20 centros de Salvamento Marítimo durante 2014 fue de 305.270, de los cuales 143.445 corresponden a buques identificados a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico de Fisterra, Tarifa y Cabo de Gata y Canarias Oriental y Occidental; mientras que los otros 161.825 buques se controlaron en las entradas/salidas de los puertos españoles. ■

► Sobre estas líneas, dos operaciones de asistencia y rescate de Sasemar. A la izqda., embarcación "Salvamar" de Sasemar.

# Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)



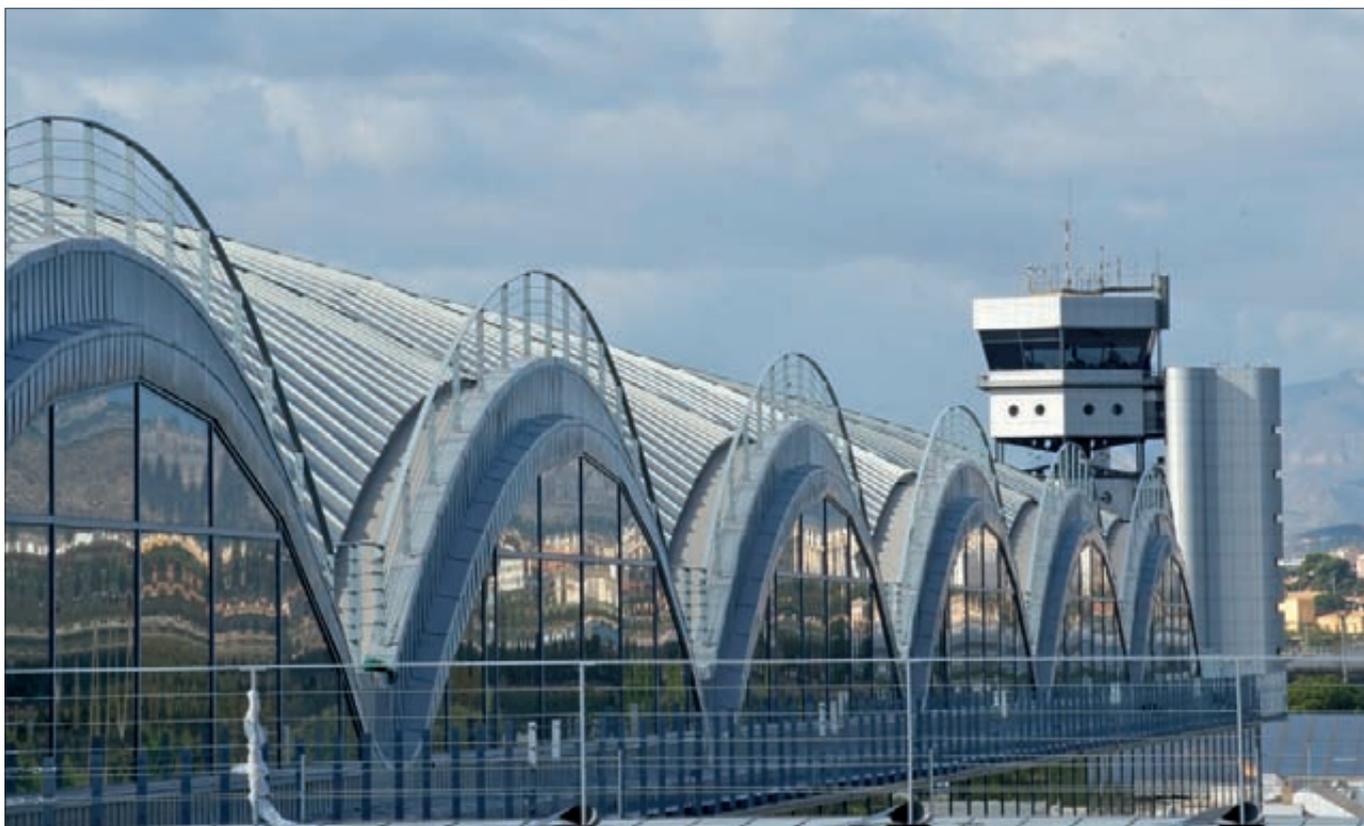
► Vista de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



► Sistema de vigilancia por radar.

*APROBADO EL PROGRAMA ESTATAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL PARA LA AVIACIÓN CIVIL*

# Anticipar y prevenir



► Aeropuerto de Alicante-Elche.

R.F. FOTOS: AENA

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), aprobado recientemente por el Gobierno a instancias del Ministerio de Fomento, además de configurarse como una valiosa herramienta para facilitar la toma de decisiones en el ámbito de la seguridad aérea, busca reforzar la prevención mediante la evaluación continua de riesgos y estimulando la participación de los principales agentes del sector.



iniciativa del Ministerio de Fomento, el Gobierno aprobó el pasado 23 de enero el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (PESO), con el que ante todo se busca reforzar la seguridad aérea mediante la aplicación de modelos de gestión basados en la prevención y en la mayor participación de los diferentes agentes que integran el sector, desde los fabricantes y proveedores de material aeronáutico, a los prestadores de servicios y gestores de infraestructuras, etc.

### Contexto internacional

El nuevo Programa Estatal se adapta a los requerimientos establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en la materia, de manera singular a uno de sus principios esenciales, que establece

que los niveles aceptables de rendimientos en cuanto a seguridad operacional sean determinados por los Estados. En este sentido, OACI define el Programa Estatal de Seguridad Operacional como el conjunto integrado de reglamentos y actividades destinado a mejorar la gestión de la misma, e insta a los países a exigir que también los proveedores de servicios y productos aeronáuticos implanten sistemas de gestión de la seguridad operacional acordes con los objetivos de los programas estatales.

Conforme a esos requerimientos, la Unión Europea, a fin de avanzar en la gestión coordinada de su espacio aéreo, ha definido también tres grandes ejes o líneas de actuación en materia de seguridad operacional. En primer lugar, la Estrategia Europea de Seguridad Operacional, considerada como el conjunto de políticas y objetivos decididos al respecto por la Comisión Europea. En segundo, el Programa Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, caracterizado hoy por el conjun-

to integrado de reglamentos y actividades dedicados a gestionar la seguridad operacional en Europa conforme al marco del Reglamento Base de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), que establece unas normas comunes en materia de seguridad operacional en el ámbito comunitario. Finalmente, el tercer gran eje lo configura el Plan Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación, también elaborado por EASA y donde se definen las áreas prioritarias en la materia para los países de la UE, así como las medidas de control y seguimiento necesarias. Los objetivos del Plan se establecen a cuatro años, aunque se procede a la revisión anual del mismo.

### El Programa Estatal de Seguridad Operacional se ha desarrollado según las pautas fijadas por la EASA y la OACI

Además de todo ello, y como consecuencia de la regulación derivada del Programa Cielo Único Europeo, coexiste un marco regulatorio contrastado, cuyos objetivos, en consonancia con los de los países comunitarios, buscan, además de incrementar la capacidad y fluidez en el espacio aéreo del Viejo Continente, aumentar también la eficiencia global en los sistemas de gestión del tráfico aéreo.

En este sentido, dentro de la normativa desarrollada para su aplicación en el ámbito comunitario, cabe des-



► Sistema de aterrizaje instrumental (ILS).



► Radioayuda del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

## Componentes del Programa Estatal de Seguridad Operacional

### 1.- Política y objetivos estatales de seguridad operacional

- a) Marco legislativo estatal en materia de seguridad operacional.
- b) Las responsabilidades funcionales y obligación de rendición de cuentas del Estado respecto de la seguridad operacional.
- c) Investigación de accidentes e incidentes.
- d) Política de cumplimiento.

### 2.- Gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional

- a) Requisitos de seguridad operacional para proveedores de servicios y productos aeronáuticos.
- b) Acuerdo sobre el rendimiento en materia de seguridad operacional de los proveedores de servicios aeronáuticos.

### 3.- Aseguramiento estatal de la seguridad operacional

- a) Supervisión de la seguridad operacional.
- b) Recopilación, análisis e intercambio de datos sobre seguridad operacional.
- c) Fijación de objetivos en función de los datos de seguridad operacional para la supervisión de los elementos más preocupantes o que requieren mayor atención.

### 4.- Promoción estatal de la seguridad operacional

- a) Instrucción, comunicación y divulgación internas de la información sobre seguridad operacional.
- b) Instrucción, comunicación y divulgación externas de la información sobre seguridad operacional.

► Estacionamiento de aeronaves de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



taar: el Reglamento 1035/2011 de la Comisión, que determina los requisitos comunes para la prestación de servicios de navegación, entre ellos el de disponer de un sistema de gestión de la seguridad operacional por parte de los proveedores de servicios de navegación aérea; el Reglamento 1034/2011 de la Comisión, sobre la supervisión de la seguridad en la gestión del tránsito aéreo y los servicios de navegación aérea, y el Reglamento de ejecución n.º 390/2013, en el que se define un sistema de evaluación del rendimiento de los servicios de navegación aérea y de las funciones de red y que, junto con la Decisión de Ejecución de la Comisión de 11 de marzo de 2014, donde se fijan los objetivos de rendimiento de la red de gestión del tránsito aéreo para el período 2015-2019 en la UE, establece los indicadores y objetivos de rendimiento en materia de seguridad operacional en los países comunitarios.

## ▶ Pautas y desarrollo

El Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil ha sido desarrollado, pues, teniendo en cuenta las pautas fijadas por la EASA y la OACI, así como la normativa comunitaria adoptada al respecto.

En concreto, por lo que respecta al desarrollo de su marco y líneas generales, se han seguido fielmente las pautas de la OACI que definen 4 grandes áreas de contenidos, de las que se derivan otros 11 capítulos prioritarios. Esas cuatro grandes áreas del Programa son: la política y objetivos estatales de seguridad operacional; la gestión estatal de los riesgos de seguridad operacional; el aseguramiento estatal de la seguridad operacional, comprendiendo la supervisión, recopilación, análisis, intercambio de datos y fijación de objetivos, y por último, la promoción estatal de la seguridad operacional (para más detalle, ver cuadro adjunto).

Con todo ello el Programa, además de ofrecer una visión integrada del sector aéreo civil en nuestro país, se constituye como una herramienta de ayuda necesaria para identificar, evaluar y prevenir cualquier tipo de riesgos asociados a la seguridad operacional. El PESO busca, en definitiva, extender un enfoque preventivo en la gestión de la seguridad, agilizando el diagnóstico y anticipando la adopción de las medidas correctoras necesarias con la participación activa de los agentes del sector.

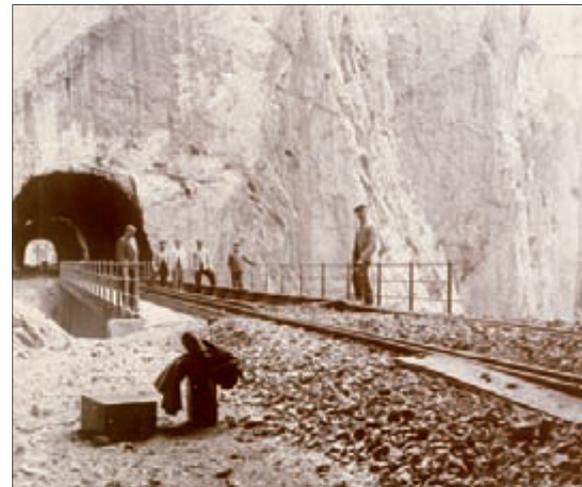
Para avanzar en el alcance de sus objetivos, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) trabaja ya adicionalmente en la confección de un Plan de Acción de Seguridad Operacional (PASO), que comprende también la elaboración de un informe o memoria en la que con periodicidad anual se reflejarán los cumplimientos del Programa. ■



▶ Junto a estas líneas, túnel de Almona. Debajo, viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Age).

150 AÑOS DEL FERROCARRIL CÓRDOBA-MÁLAGA

# Un agreste recorrido

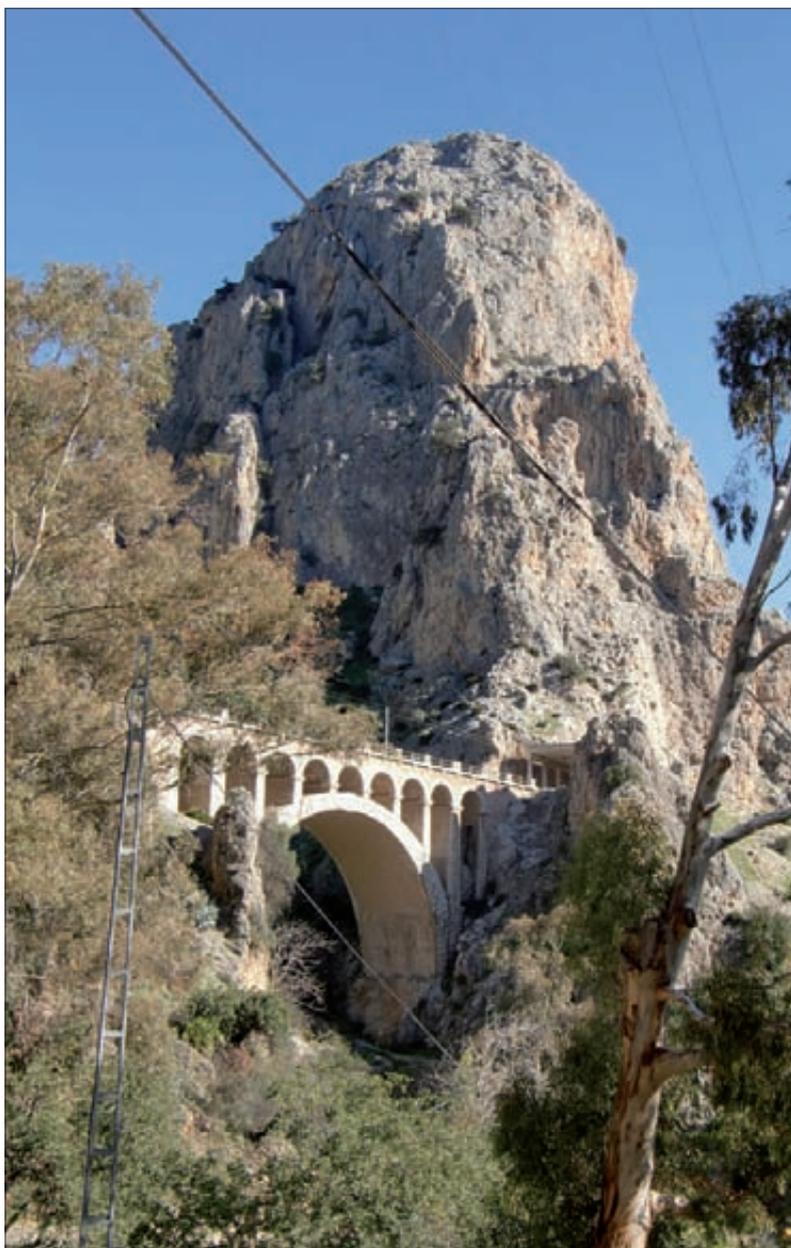


TEXTO Y FOTOS: MARÍA DEL CARMEN HEREDIA CAMPOS

La construcción del ferrocarril de Córdoba a Málaga nace como respuesta a la necesidad de los grandes industriales y agricultores malagueños de impulsar y ampliar sus negocios dando salida a sus mercancías por un camino más rápido y económico que el comúnmente utilizado con carros y acémilas. Los productos agrícolas irían hacia el norte y de allí a Europa sin deteriorarse en el camino, y los siderúrgicos hacia el puerto de Málaga y desde él se distribuirían a todo el Mediterráneo. Sobre el papel era un proyecto perfecto.

**E**

stamos en la pujante Málaga de mediados del siglo XIX, en que los grandes inversores y emprendedores locales aspiran a modificar sus fuentes de negocio tradicionales en la provincia, como la uva y la pasa, el vino o el aceite, por otros de desarrollo industrial, apoyados en nuevos productos como el hierro de las ferrerías de la casa Heredia, los tejidos de los telares de la casa Larios u otras industrias auxiliares, o en la introducción de nuevos cultivos de regadío como los cítricos en la vega del río Guadalhorce o la revitalización de la caña en su desembocadura para sus fábricas de azúcar. Industrias que funcionan con máquinas de vapor alimentadas con carbón, cuando el carbón mi-



► Viaducto de La Fuente.

neral español de los yacimientos del norte resultaba muy caro para los industriales del sur por el coste de un largo y lento traslado, mientras que el carbón inglés, algo más barato, estaba gravado aún con fuertes aranceles. Los comerciantes debían afrontar pese a todo la devaluación de muchos de los productos que entraban por el puerto o se recogían en sus campos, pero que debían encarecerse o correr serio riesgo de deterioro como consecuencia del lento viaje en carros hacia otros lugares de España. Con este sobrecoste, en definitiva, el comercio malagueño raramente resultaba competitivo.

Industriales y hacendados —en gran parte los mismos— deciden apostar por un medio de transporte innovador y rápido, el ferrocarril, y proyectan traer con él el carbón de piedra de las ricas minas de Espiel y Bélmez (Córdo-

ba), necesario para sus fábricas, a la vez que establecer en el puerto de Málaga un gran depósito del mineral para venderlo por todo el Mediterráneo, bien con la flota propia de la casa Heredia (de 18 veleros en 1846), bien con otros barcos que arribasen al puerto. La rapidez del nuevo transporte también les permitiría una mejor distribución de sus productos comerciales, recoger los de otros sectores y recibir abonos y semillas para sus campos. Con la idea de enlazar el puerto con el interior de España a través de Córdoba, empiezan a planificar en 1845 cómo conseguir un camino de hierro que irá sufriendo toda clase de incidencias en su trazado hasta lograr el definitivo ferrocarril Córdoba-Málaga, que, inaugurado en 1865, cumple 150 años en 2015 manteniendo su antiguo recorrido, si bien conviviendo desde 2007 con la línea de alta velocidad.

### El largo camino

En sus inicios, la construcción del ferrocarril español se consideraba un negocio particular, y el gobierno, remiso a tomar decisiones de apoyo económico a un medio con su rentabilidad por demostrar, se limitaba a dar las concesiones, proporcionar los terrenos y supervisar los proyectos, con lo que la construcción de los caminos de hierro solo la podían afrontar hombres con gran capacidad de inversión y riesgo ante un éxito inseguro, lo que dilataba las obras en azarosas búsquedas de capital y daba lugar al paso de las concesiones de unas manos a otras por caducidad o por inactividad.

Es en 1851 cuando se crea el Ministerio de Fomento como responsable, entre otras, de las políticas ferroviarias, y se inicia la ordenación de las concesiones con otorgamiento de subvenciones, y cuando también se constituye en Málaga una comisión compuesta por los representantes de su Diputación y su Junta de Comercio. En su nombre, Martín Larios solicita una concesión, que obtiene en 1852, para construir un camino de hierro de Málaga a Córdoba, en base al estudio y planos realizados en 1851 por técnicos ingleses. Con dirección noroeste en el tramo inicial y luego más hacia el norte por el curso del río Guadalhorce, el proyecto de la línea atraviesa los tajos del Gaitán hasta describir a su salida una amplia curva hacia el este, hasta Antequera, donde retoma dirección norte para finalizar en Almodóvar del Río y enlazar con la línea de Sevilla a Córdoba, ya en proyecto. Es este el primer plano que se tiene de la línea, en el que pronto se trazará una rectificación desde Bobadilla, desechando el acercamiento a Antequera para cortar en línea recta hasta Fuente de Piedra y, desde allí, continuar por la traza anterior ofreciendo un recorrido de 178 km. A partir de este momento, es cuando empiezan las dilaciones en el proyecto que impedirían su final feliz. No fueron solo las precauciones de la Administración, lógicas ante un sistema

altamente innovador del que se no se controlaban las consecuencias y no se decidía si proteger o liberalizar, ni las comprensibles presiones de unos pueblos u otros por contar con acceso al camino de hierro, ni tampoco la búsqueda de capitalistas para financiar tan magna empresa; fue la suma de todos esos factores la que retrasó hasta diez años el comienzo del tendido. Y finalmente, aunque el proyecto se culminó en un tiempo récord pese a su dificultad, no reportó la rentabilidad esperada a los inversores y las industrias locales.

Otorgada la primera concesión a Larios en 1851, surgen de inmediato los primeros problemas con otro malagueño, el gran promotor del ferrocarril español, José de Salamanca, apoyado por los inversores descontentos con el trazado aprobado al no pasar este por los grandes centros productores de Andalucía situados entre la parte oriental de la provincia de Córdoba y la occidental de Jaén, con los cuales Málaga mantenía un activo intercambio comercial recibiendo aceite y grano y enviando productos coloniales, telas y manufacturas. Se produce la pugna entre los dos malagueños que finaliza con la anulación de la concesión a Larios y una nueva subasta que obtiene Salamanca en 1854 con un nuevo trazado, obra del inglés Wilson. Esta línea, conocida como Ferrocarril de Málaga a Almodóvar, que si bien circula por los tajos del Gaitán al igual que el de Larios y termina igualmente en Almodóvar, sí recorre los pueblos más importantes de la campiña cordobesa no surcados por el trazado anterior.

### El 16 de septiembre de 1863 se terminaba el tendido del primer tramo, de Málaga a Álora, y dos años después se inauguró el resto de la línea

Al entrar en vigor la Ley General de Ferrocarriles de 1855, producto de la preocupación de las Cortes por la ordenación, protección del ferrocarril y control de las concesiones, se anulan varias y entre ellas la del Ferrocarril Córdoba-Málaga. Se convoca nueva subasta de la línea y se adjudica en 1856 a la Sociedad del Ferrocarril Grand Central, de Francia, como ramal de la línea de Madrid a Almansa (Albacete), que ya tenía adjudicada dicha empresa, partiendo de Villarrobledo hacia Jaén, Córdoba y Málaga, pero la empresa francesa desiste en 1857 por dificultades económicas y de nuevo se paraliza el proyecto. Mientras tanto, el Ministerio de Fomento decide ceder sus mejores ingenieros de caminos a obras particulares "para vigilar los intereses públicos y asegurar la buena ejecución de los trabajos de las empresas", cuyo cometido será trazar planos, corregir pre-



► Viaducto de La Cantina con el túnel Rocas Llanas al fondo (arriba), y puente de hierro (Archivo de CEHOPU).

supuestos de gastos de los trabajos ferroviarios y presentarlos a la Junta Consultiva para su aprobación. El proyecto Córdoba-Málaga le fue asignado a un ingeniero ya reconocido por su intervención en la línea férrea Madrid-Valladolid: Máximo Perea. Este nuevo trazado (el cuarto), presentado en 1857, evitaba el paso por el tajo del Gaitán y transcurría al oeste de la línea de Wilson por Cártama, Coín, Casarabonela, Carratraca, Ardales, Campillos y Fuente de Piedra para cruzarse con el anterior trazado en Casariche (Sevilla) y, salvando el Genil, circular por tierras de Aguilar y Montilla hacia Córdoba capital. Plasmado en un magnífico plano de grandes dimensiones, se conserva hoy en el Ministerio de Fomento. Sin embargo, el proyecto de Perea tampoco sería el último.

El recorrido de esta línea era de 198,961 km con un presupuesto total estimado de 204 millones de reales y una subvención de 71.637.897 reales (360.060 reales el km), y obligaba a construirse con el plano de Perea.

► La estación de Málaga en la actualidad y en una foto de 1918 (Archivo Municipal de Málaga).

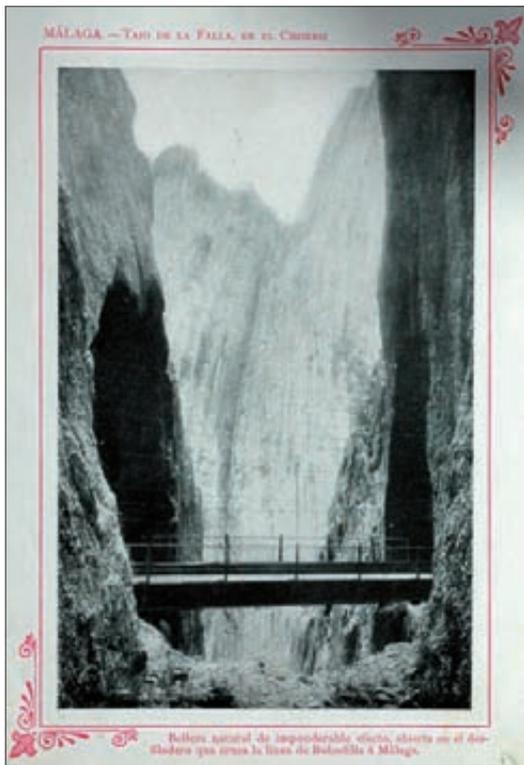


Se adjudica por R.O. de 19 diciembre 1859 al malagueño Jorge Loring en representación de un variado grupo de inversores, cediendo el marqués del Duero todos los terrenos de su propiedad que atravesase la línea. En mayo de 1860 la Compañía empieza la explanación de Málaga a Cártama, pero en junio contrata las obras con Vitaly, Picard y Compañía. En 1861, ante las dificultades que presenta la línea de Perea en sus primeros 63 km, se solicita una modificación al Ministerio de Fomento para llevarla por el antiguo diseño de Wilson, por el tajo del Gaitán, lo que paraliza las obras durante 10 meses mientras se estudia la rectificación, que se aprueba por R.O. de 31 de diciembre de 1861 rebajando los kilómetros de

198,9 a 192,3, aunque elevando el presupuesto de la partida de obra de 149 millones de reales a 182,4. Y mucho dio que hablar la elección de variante, en el deseo de conjugar la mayor recogida del tráfico con la posibilidad de unas obras que tenían que dominar profundas quebradas del terreno y perforar grandes montañas, según los comentarios de la época. Al elegir el punto final de la línea en Córdoba, este debía ser también el punto donde se estableciera la conexión con la cuenca carbonífera del río Guadiato, idea fundamental que inicialmente motivó la complicada empresa ferroviaria: llevar a Málaga los carbones de Bélmez y Espiel.

**Pocos recorridos ferroviarios ofrecen tanta variedad de infraestructuras entre ríos, fallas y tajos que jalonan este agreste paisaje**

En la Memoria de 28 de abril de 1862, se informaba a los socios de la superación de los mayores obstáculos y de la buena marcha de las obras y los beneficios que se obtendrían con el enlace de Córdoba con Manzanares y de esta con la línea del ferrocarril del Norte, por donde los ricos y abundantes frutos de la provincia de Málaga circularían directamente a Europa, al mis-



► A la izqda., viaducto de La Falla en un folleto de la época. Arriba, plano de la línea (Archivo del Ministerio de Fomento). Junto a estas líneas, tren entrando en el viaducto de La Falla (AHP de Málaga, fondo Luis Age).

mo tiempo que la gran riqueza de las minas de Espiel y Bélmez lo harían hacia el sur. Sin embargo, los quince años pasados desde que se tuvo la primera idea del ferrocarril en una Málaga boyante no habían transcurrido en balde y, para 1862, ya la industria malagueña se deslizaba por un camino preocupante: cerraba la ferrería El Ángel de Giró por falta de combustible, La Constancia de Heredia reducía producción esperando el carbón de Bélmez y la industria textil de Larios empezaba a ser amenazada por los protegidos productos textiles catalanes y vascos.

## La inauguración tan deseada

El 16 de septiembre de 1863 se termina el tendido del primer y más fácil tramo de la línea, Málaga a Álora (37,1 km), y lo inaugura la reina Isabel II durante su visita a la capital para la Exposición de Productos Agrícolas y de Tecnologías Industriales, y el 10 de agosto de 1865, el ministro de Fomento declaró en nombre de S.M. que estaba el nuevo ferrocarril inaugurado, dándose un viva a la reina y empezando a tocar una de las bandas municipales. Unos días después se ponía en explotación y el diario *El Avisador Malagueño* recogía con todo detalle las fiestas que se celebraron y anunciaba los dos viajes diarios de ida y vuelta y los precios de los billetes de viajeros, mercancías y correo para un viaje que tardaba 8 horas, saliendo a las 11 de la mañana de Málaga y llegando a las 7 de la tarde a Córdoba.

La prensa también describía el recorrido, con 17 túneles, 18 puentes, 13 estaciones, 8 viaductos y el paso de 5 ríos: Guadalquivir, Guadajoncillo, Cabra, Genil y Guadalhorce. El coste final se había elevado a 210,5 millones de reales.

Inaugurada la línea, los grandes comerciantes y agricultores instalados próximos a la vía principal proyectan enlazar sus propiedades con esta mediante los “apartaderos”, cuya primera autorización obtuvo Tomás Heredia, tendiendo una vía (1867) desde la estación de Málaga a su ferrería La Constancia, que se prolongaría en 1888 hasta el puerto cruzando el río Guadalmedina por un hermoso puente de hierro. La vega del Guadalhorce y la campiña cordobesa se sembraron de apartaderos, origen a menudo de futuras estaciones o poblados.

## Crisis financiera

El transporte ferroviario de la línea Córdoba-Málaga inicialmente no fue tan fluido como se deseaba, pero fue aumentando hasta dar buenos resultados en 1868, año en que comienzan tiempos políticos difíciles y la fragilidad de la industria malagueña aumenta, no solo por el problema no resuelto del carbón debido al retraso de la línea de Bélmez, sino por nuevos gastos causados por la construcción de la línea Bobadilla-Granada. Finalmente, Jorge Loring se une con otro importante empresario del ferrocarril, Joaquín de la Gándara, y juntos constituyen la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces, que



► Estación de El Chorro y túnel del viaducto en esa misma estación.

absorbe el Ferrocarril de Córdoba a Málaga (1877), el ramal de Granada y la línea Córdoba a Espiel. Y, si bien el ferrocarril malagueño no pudo salvar a sus promotores, sí que sirvió para movilizar grandes capitales, estimular la producción minera andaluza y dar trabajo a 26.620 obreros con 2.516.800 jornales a lo largo de los tres años que duraron las obras.

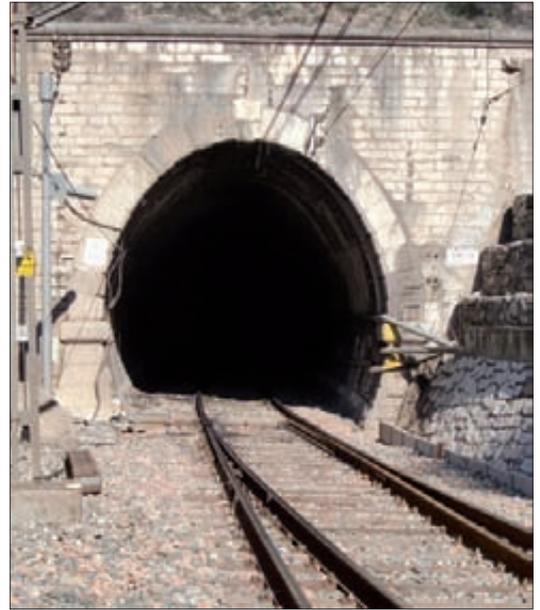
Paradójicamente, la Málaga ferretera no pudo participar en la fabricación de elementos para el ferrocarril, no solo por falta de apoyo al hierro andaluz sino también porque el capital para el ferrocarril era, en un alto grado, inglés, belga y francés, y sus representantes importaron infraestructuras, material rodante y vías de sus propias empresas hasta los años 80 del siglo XIX.

### .\ Dificil relieve

Pocos recorridos ferroviarios españoles ofrecen tal variedad de elementos de infraestructura entre ríos, tajos y fallas rocosas que jalonan el agreste recorrido del ferrocarril Córdoba Málaga, que 150 años después mantiene su imagen con mínimos cambios.

## La línea Córdoba-Bélmez

*La extracción de carbón de piedra de las minas de Espiel y Bélmez empieza en 1845, pero las minas estaban incomunicadas por ferrocarril. Serán los hermanos Mamby, ingenieros, en sus estudios de 1851-52, los primeros en pensar en llevar el ferrocarril desde sus yacimientos a Córdoba. La vida de la línea es aún más azarosa que la de Córdoba a Málaga pero finalmente, en 1869, el grupo capitalista malagueño Heredia-Larios-Loring funda una sociedad no ya tanto para llevar el carbón a sus industrias, como inicialmente buscaba, sino para extenderlo a otros mercados internacionales. Se hace con un gran número de minas de carbón y emprende el ferrocarril Córdoba-Bélmez, de 71 km, entre 1870 y 1873, bajo la dirección de Loring.*



Desde Málaga el tren iniciaba un agradable recorrido por el valle bañado por el Guadalhorce y las estaciones de Campanillas, Cártama y Pizarra hasta cruzar dicho río por un robusto puente de fábrica para dirigirse al primer túnel en Álora, La Canasta (189 m), y seguir hacia las estaciones de Álora y Las Mellizas, donde de nuevo cruzaba el Guadalhorce por el elegante puente de hierro de Las Mellizas (148 m). Tras él, el terreno iba tornándose agreste hacia la cordillera de los Gaitanes y tres grandes túneles seguidos, en ascenso como el resto de los túneles de la línea –Bombichar (740 m), La Pintada (467 m) y La Almona (436 m)–, pasados los cuales recorría la falda de la montaña por el magnífico viaducto curvo de hierro del Chorro, de más de 300 m de longitud y a 57 m de altura sobre siete pilas, pero de corta vida al estar cimentado en tierras deslizantes y dañarse tanto en 1872, que de 1875 a 1877 se hubo de sustituir por un largo túnel, llamado del Viaducto (897 m). A su salida, entraba en el túnel de La Fuente (77 m) y el viaducto del mismo nombre, de viga inferior de celosía de hierro con los estribos de sillería apoyados en los extremos del barranco de La Fuente. Continuaba el viaje por el túnel del Chorro (248 m) y salía a un barranco en cuyo terraplén deslizante se asentó la vía hasta 1866, año en que se construyó un viaducto techado de celosía de hierro, el del Tajo (52 m), encuadrado en la boca del túnel de La Falla y dejando un ligero hueco de unión entre ambos por donde se podía entrar, en el siglo XX, al Caminito del Rey, pasarela adosada a gran altura de la pared de la montaña. El túnel de la Falla, proyectado como único, fue la gran sorpresa de las obras al toparse los trabajadores con dos profundas e inesperadas fallas en la montaña, obligándoles a construir dos túneles contiguos, la Falla grande (125 m) y la Falla chica (40 m), unidos por el puente de celosía de La Falla (308 m) y confi-



► Viaducto del Tajo junto al túnel de La Falla y el Caminito del Rey.

gurando el lugar más emblemático del recorrido al ofrecer una panorámica excelente de la inmensa pared vertical del desfiladero de Los Gaitanes. Continuaba la locomotora por el viaducto de hierro de El Hoyo (73 m), el túnel de Miguel (230 m), el viaducto tubular de hierro Gaitán (68 m) y el túnel de Rocas Llanas (326 m) pasando sobre una zona abierta mediante un amplio pontón de fábrica para alcanzar de nuevo otra zona rocosa de gran altura y obstáculo difícil, con tres nuevos túneles: Tajo Gaitán (368 m), Canutos (163 m) y Turón (595 m). Luego cruza el Guadalhorce por un bello puente de hierro y remonta la margen derecha por los túneles de Gaitán (567 m) y de Bogantes (262 m) para alcanzar la estación de Gobantes y el último túnel, de Vadoyeso (355 m). Tras ello el tren se abría paso por un paisaje ya más plácido, salvando el arroyo Tinajas por un puentecillo de hierro y siguiendo por la campiña antequerana hacia las estaciones de Bobadilla y Fuente Piedra. Luego llegaba a tierras sevillanas en la estación de La Roda, sorteaba el cruce del río Yeguas por un puente de fábrica y arribaba a la estación de Casariche.

**Casi todos los puentes y viaductos se construyeron de celosía de hierro, pero posteriormente muchos fueron sustituidos por hormigón o sillería**

Ya en tierras cordobesas salvaba el río Genil por un magnífico puente de celosía de hierro de 130 m de longitud y 28 m de altura sobre pilas de hierro apoyadas en basamentos de sillería. Las siguientes paradas eran las estaciones de Puente Genil y Aguilar de la Frontera y, tras el paso del río Cabra, las de Montilla y Fernán Núñez. Para salvar el río Guadalquivir se levantó un puente

de hierro antes de la estación de Torres Cabrera y, de nuevo, a la salida de esta, también sobre el Guadalquivir, el puente de Fuensequilla (48 m). Por último la línea atravesaba el río Guadalquivir por el magnífico puente de El Alcaide, de viga de celosía (198 m) con tres pi-

las geminadas de fábrica de artística decoración en sus capiteles que ofrecían dos vanos de luz centrales de 57,60 m y dos laterales de 44,80 m, y ya, a unos 6 km de Córdoba, la línea se hermanaba con la de Sevilla-Córdoba, hasta la estación de Cercadilla.

Casi todos los puentes y viaductos de la línea se construyeron de celosía de hierro, pero, tras las normativas de 1902 y 1905, que imponían el refuerzo o sustitución de puentes y viaductos metálicos no aptos para



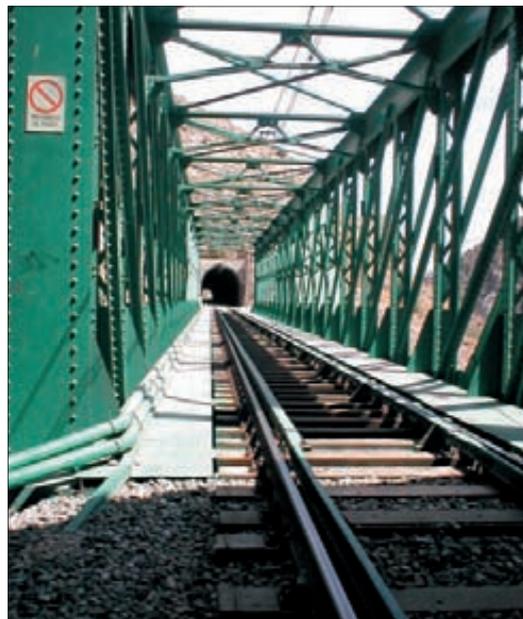
► A la izqda., viaducto de La Fuente (AHP de Málaga, fondo Luis Age). A la drcha., el viaducto del Tajo.

soportar las cargas de las nuevas locomotoras, ténedres y vagones, y el plan de Primo de Rivera de mejora de las comunicaciones de 1926, algunos se refuerzan y sobreviven, pero otros, la mayoría, se sustituyen por sólidos ejemplares de hormigón, sillería o mampostería. Así fue con el viaducto de la Fuente y los puentes sobre los ríos Genil y Guadalquivir, mientras el singular puente de la Falla, volado en 1937, se sustituía en 1940 por un bello ejemplar de hormigón, obra del ingeniero Viader Muñoz.

Modificación relevante en el trazado fue la de 1972, entre Bobadilla y el desfiladero de los Gaitanes, debido a la construcción del embalse del Guadalhorce-Guadaltaba, bajo cuya cola quedaron la antigua estación de Gobantes, el pueblo de Peñarrubia y los túneles de Vado Yeso, Gobantes, Gaitán, Turón, Canutos y Tajo Gaitán. La variante férrea se desplazó al este de la primitiva y se construyeron tres túneles nuevos: Vado Yeso (1.684 m), Gobantes (861 m), Gaitán (5.321 m), más un cuarto, el túnel del Turán (616 m) en forma de "Y" para unión del antiguo trazado con el moderno, a cuya salida sur continuaba la antigua línea férrea.

### Para saber más

- Morilla Critz, José: "El ferrocarril de Córdoba a la cuenca hullera de Espiel y Bélmez (1852-1880)", Revista de Hª Económica, 1984.
- Olmedo Checa, Manuel: "El primer camino de hierro", Revista Péndulo, Málaga, 1992.
- Torquemada, José A.: "La compañía de los Ferrocarriles Andaluces en la cuenca minera de Bélmez". Congreso Historia Ferroviaria, Málaga, 2006.
- Wais Sanmartín, F.: "Centenario de ferrocarriles en 1965". Revista de Obras Públicas, Madrid, 1965.



### Estaciones

La estación de Málaga se construyó con proyecto del ingeniero de caminos Antonio Arriete, de 1863, en una de las huertas de Martín Larios, y su tipología respondía a los grandes edificios con los que las compañías de la época trataban de mostrar su importancia. Constaba de dos amplios pabellones para llegada y salida de viajeros enlazados mediante una gran cubierta de 80 m de longitud y 31 de luz, construida en la fundición francesa de Ferdinand de la Rochette, cerrada al frente por una gran verja con columnas de fundición a la que más tarde se añadió una vistosa vidriera. Entre sus reformas del siglo XIX destaca la de 1877 con la instalación en Málaga de los talleres principales de "Andaluces" y un importante depósito de locomotoras. En Córdoba, en 1864 la Compañía construyó la estación de Cercadilla, muy próxima a la estación de la línea Córdoba a Sevilla (1859), que en 1877 pasó a depender de "Andaluces", parando en ella los trenes procedentes de Almorchón, Málaga y Marchena y los de Córdoba a Bélmez. El estilo del resto de las estaciones de la línea Córdoba-Málaga fue, en general, bastante homogéneo, sencillo y de carácter regional.

Entre las reformas del siglo XX destaca en 1975 la conexión de la estación de Málaga con el aeropuerto y la instalación, en 1989, de un pequeño jardín climatizado en sus toperas, dos elementos que por entonces no tenía ni la estación de Atocha, y en 2007 la construcción de una nueva y gran estación para recibir al AVE Madrid-Córdoba en su mismo lugar histórico. No se mantuvo la marquesina pero sí sus dos pabellones de viajeros, cuya rehabilitación se ha terminado en 2014. La estación de Cercadilla, fue demolida en 1991 para la construcción de la nueva estación del AVE de Córdoba en su lugar. ■



*PATRIMONIO MINERO-METALÚRGICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID*

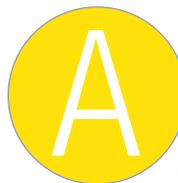
# En busca de El Dorado



► La Torre de la Mina en Bustarviejo y la sierra desde la explanada del pozo maestro.

TEXTO Y FOTOS: MARIANO SERRANO

Quedan pocos vestigios, pero hubo un tiempo en que las minas de la sierra Norte, la del Rincón y la sierra de Guadarrama alimentaron de plata y cobre las cecas de Segovia o Madrid, y que de sus veneros también salieron otros minerales que tiñeron de rojo fundiciones, forjas y fraguas. Algunos itinerarios de arqueología industrial permiten asomarnos a la historia de un patrimonio madrileño poco conocido, el minero-metalúrgico, del que aún quedan interesantes restos.



Aunque hoy sea poco más que un recuerdo solo presente en museos y monografías especializadas, muchos municipios de la sierra de Guadarrama, la sierra Norte madrileña o la del Rincón —hoy pertenecientes a Madrid pero antaño también de Segovia, Guadalajara o Toledo— pueden presumir de su pasado minero, incluso de haber vivido su particular “fiebre del oro”. Es cierto que muchos de los restos de la minería de los metales madrileña —a veces simples calicatas o galerías y pozos cegados o inundados hace muchos años— son hoy irreconocibles y pasan inadvertidos. Pero quedan huellas, algunas atesorando aún suficientes elementos como para haber despertado el

interés por su protección como parte del patrimonio industrial madrileño. Una industria, la minero-metalúrgica, que, aun de forma muy irregular en cuanto a rendimiento, ha estado presente en el entorno serrano durante siglos.

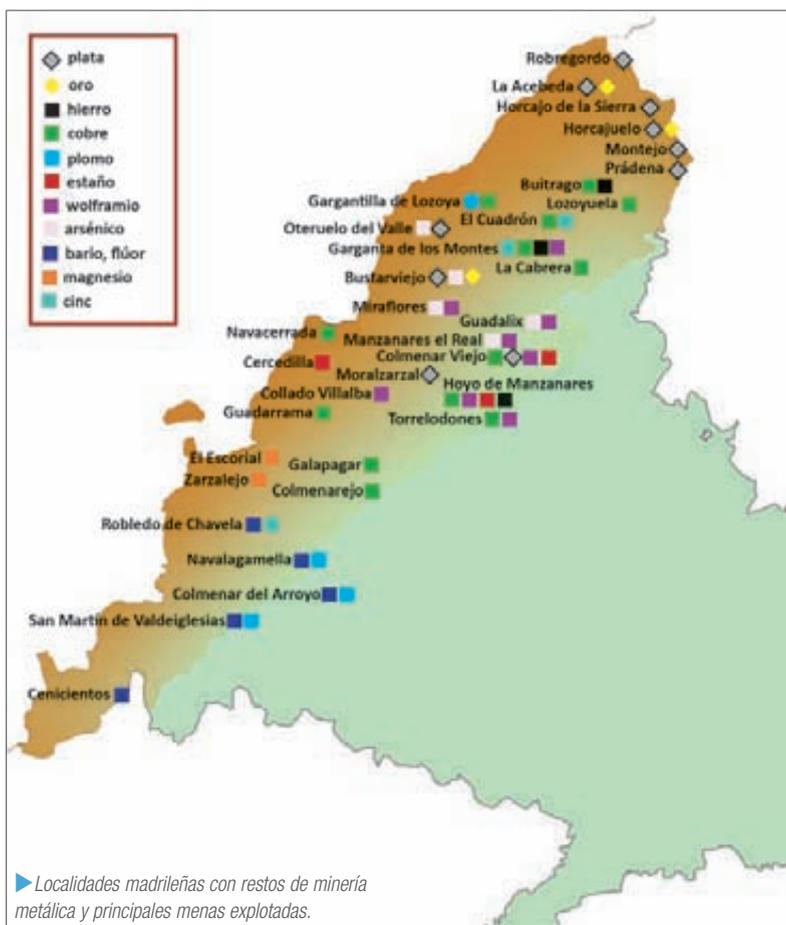
## Yacimientos minero-metalúrgicos

Ya a finales del siglo XVIII, Eugenio Larruga, en sus *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, da noticia de docenas de explotaciones mineras en todo el arco de sierras, piedemontes y valles que se dibuja entre el oeste de la actual Comunidad de Madrid y el sur de la provincia de Segovia. Y desde Somosierra hasta Cenicientos aún pueden observarse vestigios de aquellas minas mencionadas por Larruga y de otras abiertas con posterioridad, hasta incluso en los años 70 del pasado siglo, en la mayor parte de municipios de la sierra.

En cuanto a los recursos beneficiados de las menas madrileñas, podemos citar cobre, estaño, wolframio, arsénico, bario, hierro, plomo, cinc o incluso oro. Pero fue sobre todo la plata –obtenida de minerales como la freibergita y la pirargirita– la que dio lugar al mayor número de explotaciones, dada su relativa abundancia y el interés que despertó en la Corona de Castilla a partir del siglo XV.

Sin duda en la actual Comunidad de Madrid fueron explotados yacimientos desde la Edad del Cobre (III milenio a. de C.) y en época romana, pero apenas quedan vestigios de esa actividad. Tampoco de la Edad Media quedan restos de minería en el entorno del Guadarrama, y no será hasta 1417 cuando Juan Sánchez, Ferrando Robledo y varios maestros comisionados por Juan II de Castilla para la exploración de los montes en busca de recursos, descubran varios yacimientos en distintos puntos de las sierras de Ayllón y Guadarrama, además de los montes de Toledo, aunque no se tiene constancia de que en los años siguientes existiera una explotación continuada ni provechosa de esos descubrimientos.

Sería a comienzos del siglo XVI cuando la Corona, tal vez animada por el ejemplo de los tesoros americanos, empezó a mostrar un verdadero interés en la minería de los metales en el territorio peninsular –interés que se cifraba no solo en las materias primas extraídas sino sobre todo en los impuestos obtenidos por las concesiones–, legislando en un sentido favorable a la búsqueda, registro y concesión de nuevos yacimientos. Pudo influir también en este despertar del interés minero la obra de Georgius Agricola, *De re metallica*, de 1556, muy divulgada en su tiempo, en la que se desarrollan las bases de la minería de los metales y la metalurgia tal y como se practicó hasta la revolución industrial.



► Localidades madrileñas con restos de minería metálica y principales menas explotadas.



La explotación de estos yacimientos, no obstante, fue muy irregular en los siglos siguientes, e incluso casi inexistente durante largos periodos, y habrá que esperar a la segunda mitad del XIX para que pueda hablarse de una breve y fugaz “edad de oro”, cuando nuevos conocimientos científicos –en nuestro país, y en especial por lo que a Madrid se refiere, hay que destacar la

► A la izqda., pirargirita, mena de plata (Prádena del Rincón). A la dcha., malaquita, mena de cobre (Colmenarejo), y casiterita, mena de estaño (Hoyo de Manzanares). Ejemplares del museo del IGME.



► Arriba, fundición de Colmenarejo. Junto a estas líneas, arcos de herradura de la “casa del malacate” de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.



figura del ingeniero y geólogo Casiano de Prado—, con nuevos métodos de excavación, extracción y fundición del mineral, y la aparición de las sociedades capitalistas —con entrada de capital extranjero— que jugaban en los mercados bursátiles, inauguraron un resurgimiento de la minería madrileña que duraría hasta finales de ese siglo y comienzos del siguiente. Cuenta Casiano de Prado que en los primeros años de la década de 1840 se realizaron en Madrid más de medio millar de solicitudes de registro o denuncia de minas: 300 sobre plomo, 100 sobre cobre, 40 sobre plata, 40 sobre hierro, 40 sobre arsenopirita, 2 de oro y 2 de estaño. Ha de tenerse en cuenta, además, que en ocasiones lo que se denunciaba era una mina de hierro cuando en realidad lo que se pretendía explotar era plata o cobre, dado que los derechos de superficie eran mucho más baratos en el caso del hierro. Añade De Prado que en esta fiebre por los metales “se obraba con la mayor ceguedad y desconcierto, y sin la cooperación de ingenieros o con ingenieros no suficientemente hábiles”. En Bustarviejo llegó a construirse una nueva fundición que —sigue criticando el mismo autor— “costó 30.000 duros y que desde que se concluyó permanece cerrada”. Todavía en los años inmediatamente posteriores a la Guerra Civil las minas del entorno del Guadarrama darían un rendimiento



► Edificio principal de la mina Antigua Pilar de Colmenarejo.

nada despreciable, sobre todo teniendo en cuenta la situación económica del país.

Algunos de los restos minero-metalúrgicos que aún se conservan están recogidos en el Inventario del Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid. Con dos de ellos —el conjunto compuesto por la mina, fragua y potro de herrar de Horcajuelo de la Sierra, y las minas del Cerro de la Plata de Bustarviejo— la Fundación para el Conocimiento de Madrid (mi+d) ha diseñado sendos itinerarios de Arqueología Industrial fáciles de recorrer. Otros restos como las minas de cobre de Colmenarejo, fundiciones abandonadas —como la de estaño de Tielmes—, fraguas tradicionales o potros de herrar de pequeños pueblos constituyen también elementos de un patrimonio en riesgo de desaparecer.

## ▮ Cobre de Colmenarejo y Galapagar

Galapagar, municipio al oeste de Madrid, al pie del Guadarrama, luce en su escudo un campo de sinople sembrado de galápagos, al parecer, según la historiografía local, por la existencia en tiempos remotos de una laguna donde abundaban estas tortugas. No obstante, existe otra posible explicación, pues galápago es también, según la 6.<sup>a</sup> acepción del diccionario de la RAE, un

lingote corto de plomo, estaño o cobre, por lo que es más probable que el topónimo Galapagar haga referencia a las fundiciones en las que se fabricaban, desde tiempos de la Hispania romana, estos lingotes con los metales extraídos de las numerosas minas que fueron explotadas durante siglos en esta zona, en el actual municipio de este nombre y en el muy próximo de Colmenarejo.

Según las *Memorias* de Larruga, la calcopirita y otros minerales de cobre fueron explotados ya por los romanos, y algunas galerías de minas de Colmenarejo documentadas con posterioridad han sido atribuidas a estos por algunos investigadores. No obstante, habrá que esperar hasta 1514 para encontrar el primer documento que se refiere a las minas de cobre de esta zona. Se trata de una carta de concesión de la reina Juana I a don Diego Hurtado de Mendoza, señor del Real de Manzanares (a la sazón dueño de gran parte del territorio que hoy constituye la sierra madrileña), en el que se ubica la mina concedida “cerca del lugar de Galapagar”.

A partir de entonces, y durante más de 400 años, fueron explotados numerosos filones en toda esta zona, destacando el paraje denominado de los Quemados —topónimo que hace referencia a las labores de fundición del mineral—, en Colmenarejo, en el que se asentaron, ya en el XIX, las más famosas de estas minas, entre ellas



► Minas del Cerro de la Plata, en Bustarviejo: interior de una bocamina y torre donde se ubica la primitiva piedra de moler.

la Pilar, cuyos restos aún pueden contemplarse. Entre mediados del siglo XIX y principios del XX, las minas, propiedad por entonces de varias compañías mercantiles, algunas de ellas extranjeras, llegaron a constituir la principal riqueza de la zona y uno de los recursos minerales más importantes de Madrid. A principios del siglo pasado sus recursos se estimaban en un millón de toneladas de calcopirita con un contenido de un 10% de cobre. Tras décadas de inactividad o explotaciones menores y esporádicas, todavía entre 1961 y 1963 se obtuvieron casi doce mil toneladas de mineral. A pesar de todo, a principios de los años 70 todas las minas de la zona fueron abandonadas. Muy cerca de Colmenarejo, a la vera de la colada del Cerro del Burro, pueden verse aún los restos de la fundición, en actividad hasta 1920, y un par de kilómetros más adelante, los restos de la mina Antigua Pilar: pozos, escombreras de mineral y varias edificaciones, entre ellas la “casa del malacate” (cabestrante), que albergaba el pozo maestro, singular construcción cuyas entradas están terminadas en arcos de ladrillo de medio punto.

**Según Casiano de Prado, en los primeros años de la década de 1840 se registraron en Madrid más de 500 minas, 40 de ellas de plata**



## El Dorado en Madrid

En 1840 se descubren en Hiendelaencina, un pueblo de Guadalajara próximo a Madrid, varios yacimientos de plata que muy pronto se convertirían en las minas de este metal más importantes de España durante la segunda mitad del siglo XIX. El “efecto Hiendelaencina” se extendió como la pólvora a la cercana sierra madrileña del Rincón, despertando una auténtica “fiebre del oro” que, tras unos años de furor —hasta principios del siglo XX—, acabó enriqueciendo a unos pocos especuladores y llevando a la ruina a más de una sociedad mercantil. En todo el entorno de esa sierra —Horcajo, Horcajuelo, Montejo o Prádena— se denuncian y reclaman docenas de yacimientos, fundamentalmente de plata aunque también de hierro e incluso de oro. Muchos de ellos, una vez hechos los análisis oportunos, ni siquiera llegaron a ser explotados por falta de interés, y otros revelaron una rentabilidad mucho menor de la esperada. En la actualidad, solo quedan restos apreciables de la mina San Francisco de Horcajuelo de la Sierra: la bocamina principal, el pozo maestro, escombreras con restos del estéril y ruinas de una edificación, llamada por los vecinos del pueblo “el polvorín”. La veta —de la mina San Francisco no solo se extrajo plata asociada a otros minerales sino in-



cluso plata nativa— se encontraba a unos 60 metros de la superficie, y una vez extraída era golpeada y machacada a pie de mina para hacer trozos más pequeños, tarea de la que se encargaban fundamentalmente las mujeres y los niños. Ese mineral se llevaba después en carros a la cercana fundición de Hiedelaencina para ser procesado. Horcajuelo de la Sierra presenta otros puntos de interés relacionados con el patrimonio metalúrgico: el pozo de herrar y la fragua, que seguían utilizándose hasta hace solo 25 años, cuando se jubiló el último herrero del pueblo.

El otro itinerario minero diseñado por la Comunidad nos lleva a Bustarviejo, a pocos kilómetros al suroeste de Horcajuelo. Allí nos encontraremos con las minas madrileñas explotadas durante más tiempo —desde principios del siglo XV hasta hace cuatro décadas— y también las que albergaron más esperanzas, ambiciones y desengaños en torno a ese supuesto El Dorado a la puerta de casa. Desde el área recreativa de la fuente del Collado, situada a un kilómetro y medio de Bustarviejo por la carretera que lleva a Miraflores, junto a un panel explicativo, parte un ramal del GR-10 que en 15 minutos nos llevará a la bifurcación con un nuevo sendero, que, tras otros 30 minutos de subida, nos dejará al pie de la llamada Torre de la Mina, declarada Bien de Interés Cultural, en cuyo interior aún pueden verse los restos de la piedra de moler. Además de la torre, de las escom-

breras procedentes de la fundición a pie de mina —llegó a haber otra en el mismo pueblo de Bustarviejo, hoy desaparecida—, de la bocamina principal y del pozo maestro, se pueden ver el malacate y otras máquinas y herramientas procedentes de los últimos intentos de re-flotar el yacimiento, allá por los años 70 del pasado siglo.

El de Bustarviejo está considerado como uno de los principales conjuntos minero-metalúrgicos de la Comunidad de Madrid, además de ser uno de los mejor documentados gracias a las citadas *Memorias* de Larruga. Fueron, desde luego, las minas que más tiempo han estado activas, aunque poco sabemos de sus comienzos, excepto que probablemente fueron descubiertas en 1417 por los exploradores enviados por Juan II. El relato de Larruga empieza en tiempos de Felipe III, cuando las minas de la llamada ya por entonces Cuesta de la Plata eran explotadas por un tal Juan Antonio Buitrón.

► *Minas del Cerro de la Plata: entrada de la mina Indiana y escombrera con restos del estéril.*

**Todavía en los años 70 del pasado siglo hubo intentos de volver a explotar la minas del Cerro de la Plata, esta vez para beneficiar arsénico**



► Fragua de Horcajuelo de la Sierra. Debajo, pozo maestro de la mina de Bustarviejo y malacate utilizado en los años 70 del pasado siglo.

Después de que otros pioneros intentaran explotar el recurso, al parecer sin mucho éxito, en 1659 la Corona concede la explotación del yacimiento a “un Indio” —como dice Larruga; seguramente un indiano—, que comienza la construcción de un molino, pero que muere al poco tiempo sin haber terminado la obra, aunque su breve paso dejará huella en el nombre de la mina más importante del cerro: la Indiana. En 1679, Carlos II ordena averiguar el estado de la mina, que pasará por distintas concesiones, una de ellas a un platero, Juan Aranda, que encarga la dirección a un “práctico en mineralogía”, Luis

Romero, con 20 años de experiencia en el Perú. Aunque al principio apenas se obtiene beneficio, a comienzos del XVIII, con solo cuatro mineros, Aranda y Romero empiezan a obtener algunos resultados, y entre 1703 y 1705 se consiguen 26 marcos, 5 onzas y 2½ ochavas de plata (algo más de 6 kg). Pero Aranda ha tenido que incurrir en muchos gastos para sanear pozos inundados y abrir galerías, y cuando la Corona le deniega la prórroga de exención de pagar los quintos, de la que había disfrutado hasta entonces, y tiene además problemas para obtener la leña necesaria para la fundición (estuvo en pleitos con los señores de aquellos contornos, los Mendoza), pierde la concesión.

En 1725, con la concesión a Bernardo Ventura de Capua, teniente coronel, y a un tal Bartolomé de Areni, las minas del Cerro de la Plata viven una de sus mejores épocas. Solo en 1726, en una fundición realizada sobre 2.300 kg de mineral, se obtienen 4 kg de plata. Pero, además, de ese mismo mineral se sacan 2,3 kg de oro, lo que aviva el interés de la Corona, que con el fin de prevenir fraudes nombra un “veedor” y prohíbe a los propietarios sacar nada de la fundición hasta que los metales ya afinados estuviesen pesados, sellados con el sello real y pagados los quintos. Capua y Areni forman entonces una sociedad, a la que pronto llegan las desavenencias. Parece que Capua ponía el dinero, sin tener conocimiento alguno de minería, mientras Are-





ni ponía su saber. El primero pretendió cambiar los acuerdos y quedarse él solo con la sociedad, pagando un salario a Areni, a lo que este se niega, hasta que al final decide dejar la mina, quedando esta sin dirección técnica y prácticamente abandonada, por lo que se ordena su prisión. Desde la cárcel, Areni envía cartas a distintas autoridades defendiendo su postura y tentándoles con las grandes posibilidades que tendrían las minas de Bustarviejo si fueran “beneficiadas con conocimiento”. Parece que nadie le hizo caso; de Areni no volvemos a saber nada, y Capua, después de unirse a un nuevo socio y de abrir otros pozos, dejó definitivamente la concesión.

A pesar de nuevos ensayos y numerosas concesiones, breves e intermitentes, las minas de Bustarviejo, como casi todas las demás, no volvieron a dar frutos durante cerca de un siglo. A mediados del XIX, la fiebre minera alcanzó también al Cerro de la Plata, y además de la mina más antigua, ahora llamada Indiana, se abrieron otras —San Juan, San Joaquín, Soledad, Providencia, Lucera— explotadas ya por una sociedad mercantil capitalista, La Madrileña. Además de las minas del Cerro empezarán a explotarse otras menas, como arsénico, pasando la plata a un lugar secundario. Todo ello hasta que a finales del siglo, pasada la fiebre y en plena crisis económica y social, las minas se abandonan para siempre... O casi, porque aún en la década de los 70

del siglo XX hubo un tímido intento de reflotarlas, un nuevo registro —mina Mónica— y nuevas prospecciones e investigaciones, sin buenos resultados, al parecer.

El Cerro de la Plata solo es ya un mirador privilegiado desde el que contemplar las cumbres de la sierra de Guadarrama mientras se evoca un Dorado que nunca llegó a ser tal. Embelazado ante el paisaje, el caminante curioso que ha llegado hasta aquí tiene la sospecha de que la auténtica gema estaba en la superficie, a la vista de todos. ■

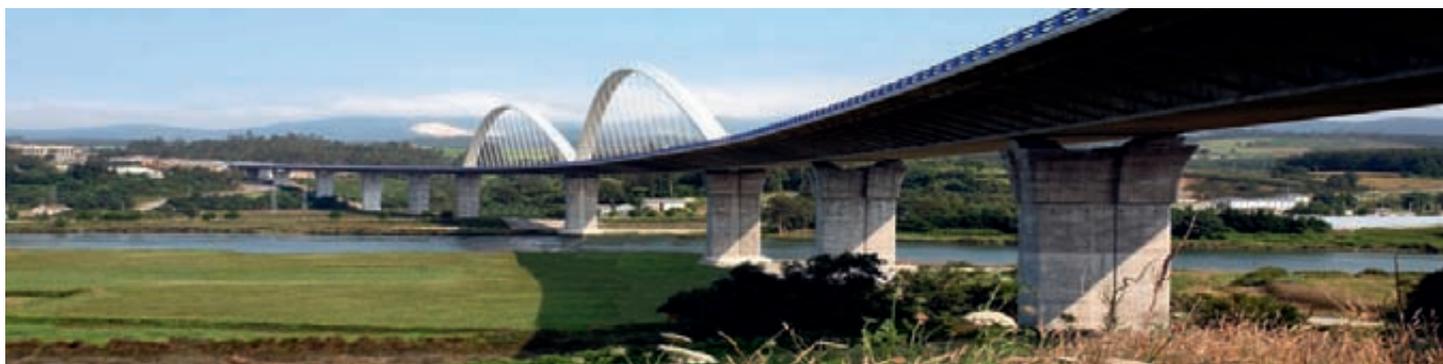
► Restos de edificaciones pertenecientes a las minas del paraje conocido como Los Quemados, en Colmenarejo.

## MÁS INFORMACIÓN

- Chamorro, H.; González-Amezúa, C.; Jordá, L.: La Antigua Pilar y la minería histórica en Colmenarejo, Ayuntamiento de Colmenarejo-Comunidad de Madrid, Madrid, 2014.
- González del Tánago Chanrai, J.; González del Tánago del Río, J.: Minerales y minas de Madrid, Mundiprensa-Comunidad de Madrid, 2002.
- Jordá, L.; Puche, O.; Mazariego, L.F.: La minería de los metales y la metalurgia en Madrid (1417-1983), Ministerio de Educación y Ciencia, 2005.
- Jordá, L.: “La minería de los metales en la provincia de Madrid: patrimonio minero y puesta en valor del espacio subterráneo” (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2008).
- Larruga, E.: Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España, Madrid, 1788-1800.
- Página web de la Fundación para el Conocimiento de Madrid: <http://www.madridmasd.org/cienciaysociedad/patrimonio>.

Revista del Ministerio de

# Fomento



## VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (CARRETERAS)



**MONOGRÁFICO**  
Julio-Agosto 2013

**PVP: 3 €**



SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91  
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)  
Por correo electrónico: [cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)

*EL MUSEO DEL FERROCARRIL DE MADRID CUMPLE 30 AÑOS*

# Memoria del tren





► Aspecto de la sala de tracción del museo durante la celebración de una de las ediciones del "Mercado de Motores".



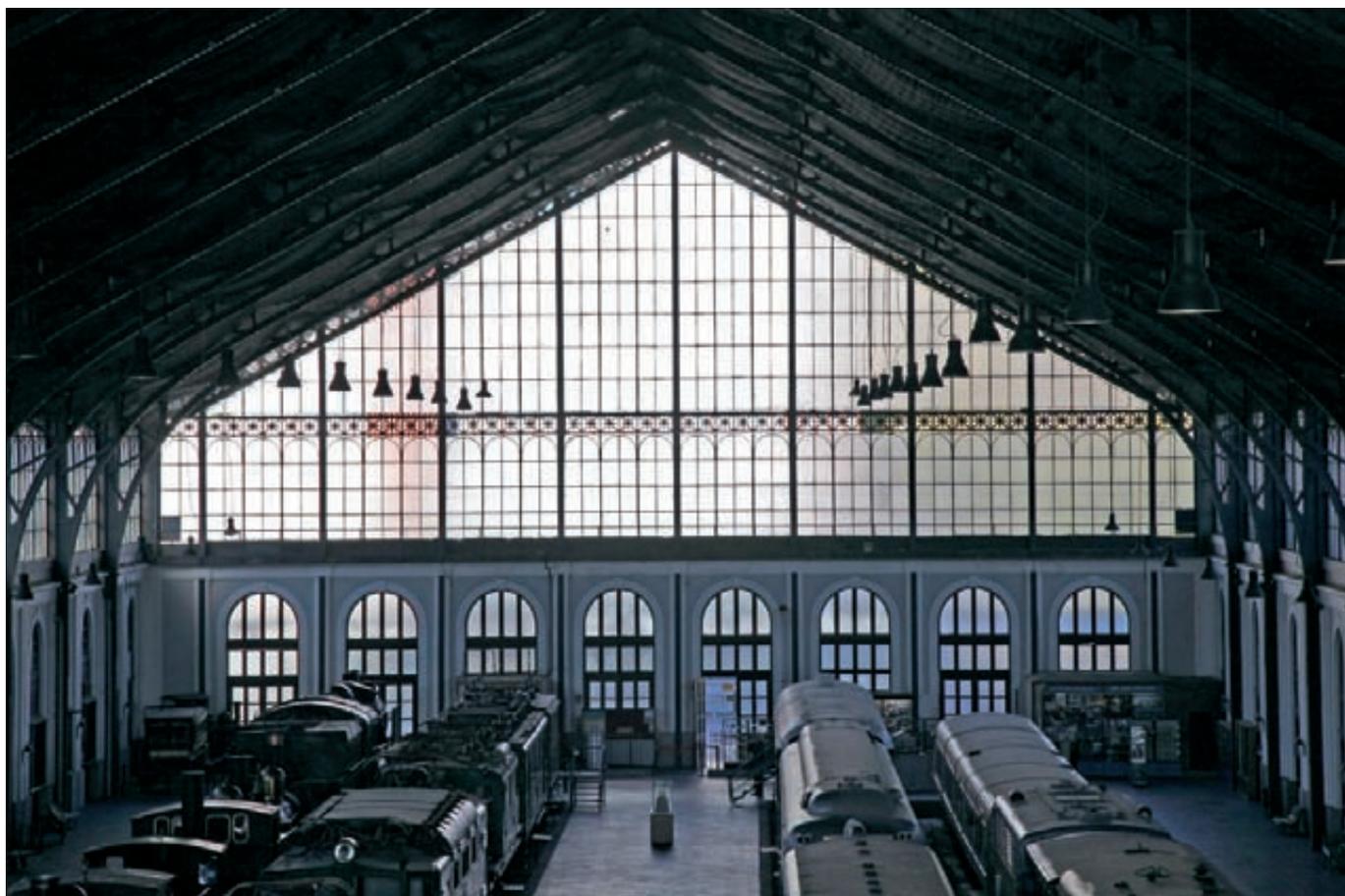
JULIA SOLA LANDERO. FOTOS: MUSEO DEL FERROCARRIL

La estación de Delicias, que acoge el Museo del Ferrocarril desde 1984, se ha convertido en uno de los referentes culturales de Madrid, no solo por sus objetos y fondos documentales, sino también por las numerosas actividades, exposiciones o talleres que se desarrollan en ella. Construida hace 135 años, la estación de Delicias atesora hoy auténticas joyas de nuestro patrimonio ferroviario.

**E**l 30 de marzo de 1880, en plena efervescencia en toda Europa del tren como el transporte del futuro, los Reyes Alfonso XII y María Cristina inauguraron la monumental estación de Delicias de Madrid, la primera con estructura de hierro que se construyó en la capital. Después de casi cien años de intensa actividad, el tráfico de trenes de Delicias se trasladó a Chamartín y Atocha, y el 30 de junio de 1969 salió, con destino a Badajoz, el último tren de viajeros que circuló por sus raíles. Aquel día, un grupo de amigos del ferrocarril se arremolinaron en el andén de la estación para despedir a aquel último tren, enarbolando una pancarta que decía: "Es el progreso. Pero qué tristeza. ¡Viva Madrid Delicias!". El venerable edificio permaneció cerrado hasta 1984, año en el que comenzó una feliz segunda etapa de su vida como memoria viva del tren en España. Fue el 19 de diciembre de aquel año cuando abrió sus puertas el Museo del Ferrocarril de Madrid, que acaba de cumplir sus primeros 30 años, en un contenedor excepcional que es también, en sí mismo, parte de la historia del tren en España.



► Estado de las obras de la estación el 1 de junio de 1879 (foto: Hebert).



## Orígenes

Corrían los años 20 y 30 del siglo pasado, cuando en Europa comenzaron a celebrarse los primeros centenarios de las grandes líneas férreas. En 1925 lo hizo la línea Stockton a Darlington y en 1930 la de Liverpool-Mánchester. Aquellas celebraciones llevaban aparejado el montaje de exposiciones en las que se mostraban piezas ya históricas, al tiempo que se exhibían los últimos avances tecnológicos, tanto en material rodante, como en infraestructuras. Aquellas primeras muestras serían el germen de los futuros museos ferroviarios que se abrirían en Europa.

Por aquellas fechas, el primer centenario del ferrocarril en España también estaba cerca. En 1948, la línea Barcelona-Mataró —primera que circuló en la península— cumplió 100 años, y se celebró entonces una exposición conmemorativa del evento en el puerto de Barcelona, donde se exhibieron antiguas piezas ferroviarias y la situación del ferrocarril en aquellas fechas.

Ese año nació también el germen del interés —quizá la necesidad— de crear un museo ferroviario español. Pero no fue hasta 1964, año en que se celebraron los centenarios de las líneas Madrid-Zaragoza y Madrid-Irún, cuando Renfe comenzó a estudiar en serio la po-

sibilidad de crear un museo que registrara la impresionante evolución de la tecnología y usos del tren.

Tan solo tres años después, en 1967, se abrió al público el primer museo ferroviario de España. Estaba en el palacio de Fernán Núñez, en la calle de Santa Isabel de Madrid, un edificio de estilo neoclásico de mediados del siglo XIX adquirido por la Compañía Nacional de los Ferrocarriles del Oeste de España y Red de Andaluces, y que después pasó a ser propiedad de Renfe, quien convirtió el edificio en la sede de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, que gestiona el museo.

En aquella primera sede permaneció hasta 1980, fecha en la que Renfe y el Ministerio de Cultura firmaron un acuerdo por el que este último subvencionaba las obras de restauración de la estación de Madrid Delicias, para que fueran instalados allí el por entonces denominado Museo Nacional Ferroviario y el Nacional de la Ciencia y la Tecnología.

A partir de entonces, los primitivos fondos, que reunían maquetas, grabados y utillaje relacionado con el tren, pudieron multiplicarse gracias a la amplitud y características del nuevo espacio, que ofrecía algo impensable en un edificio al uso: poder acoger trenes reales. Una auténtica foto fija de lo que debió ser la imagen cotidiana de la actividad de la estación cuando estaba en uso.

► Vista de la sala de tracción.



► Andén dedicado a la tracción de vapor.

## El museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más interesantes y completas de Europa

### Más que un museo

*Durante el año 2014, el Museo del Ferrocarril recibió 117.115 visitas —el triple si se suman los asistentes al popular Mercado de Motores—, lo que ha consolidado a este museo como una de las opciones de ocio más atractivas de Madrid. Gran parte de este atractivo se cifra en las numerosas actividades desarrolladas por el museo y en su clara apuesta por una orientación a la comunidad educativa, con la participación de más de 15.000 escolares en el programa “Educa-Tren”.*

*Otras actividades destacadas son el mercadillo de modelismo ferroviario, el teatro familiar y el parque ferroviario infantil “Ferrocarril de las Delicias”, así como la organización de exposiciones sobre patrimonio industrial, talleres infantiles o la Feria del Coleccionismo de Madrid “La estación”. Además, el museo participa en los programas de la “Noche de los teatros”, la “Noche de los libros”, el “Día internacional de los museos”, la “Semana de la Ciencia” y la “Semana de la Arquitectura”.*

*Y, entre estas variadas actividades, una que acaba de cumplir, al igual que el museo, sus 30 años de existencia y que ya se ha convertido en un clásico del turismo madrileño: el Tren de la Fresa a Aranjuez, que nos permite revivir la experiencia de los primeros viajes en ferrocarril.*

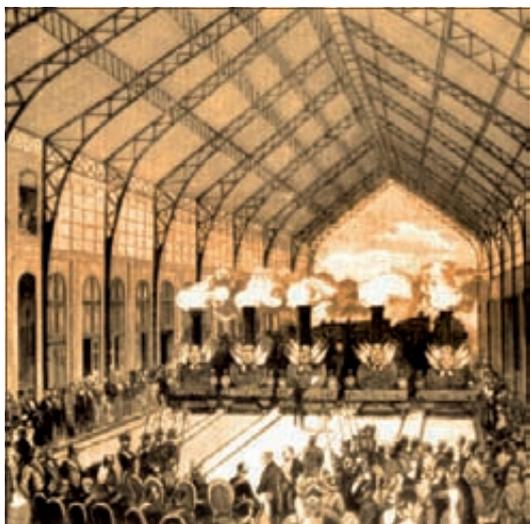
### ► Paseo por el pasado

Los fondos más antiguos del museo fueron aportados en su día por las antiguas compañías ferroviarias privadas creadas en el siglo XIX y que tras la nacionalización de los ferrocarriles, en 1941, pasaron a formar parte de Renfe.

Actualmente, el museo alberga una de las colecciones de material histórico ferroviario más completas e interesantes de Europa. En su interior se pueden ver más de treinta vehículos históricos, entre locomotoras y coches de viajeros, a través de los cuales se puede repasar la evolución de la tracción —vapor, eléctrica y diésel— desde los inicios del ferrocarril hasta ahora.

Asomarse por las ventanillas de los trenes del siglo XIX, descubrir los pequeños y cuidados detalles del mobiliario y admirar el primoroso interior de los coches de viajeros, desde el gran lujo de los que contaban con baño, cama y comedor, hasta los coches de tercera con severos asientos de madera, es un delicioso paseo por un pasado que, aunque relativamente reciente, ya se antoja remoto.

Los fondos se sitúan a ambos lados de la gran marquesina de la estación. En su origen, sus dependencias se distribuían en dos pabellones. El del ala izquierda contenía el vestíbulo, los despachos administrativos y dos salas de espera; el del ala derecha albergaba las de-



pendencias de llegada, las cocheras de carruajes y las oficinas. Ahora esos espacios se han reconvertido en salas temáticas: una guarda una colección de antiguos relojes de las estaciones; otra está dedicada a modelismo, con maquetas animadas, y una tercera muestra elementos de la infraestructura ferroviaria. Además del utillaje ferroviario, también se atesoran actas de las antiguas compañías, libros de contabilidad, documentos sobre tarifas, títulos y deuda pública, y una notable fototeca.

## ▲ Joyas a través del tiempo

En España la tracción de vapor tuvo una larguísima vida. Desde 1848 hasta 1975 se siguió utilizando esta técnica. Por eso se conservan numerosas muestras, como una de las locomotoras de vapor Mikado producidas en España en 1960 y que rodó hasta que fue clausu-



rado oficialmente el vapor en España. Actualmente, la venerable locomotora se ha convertido en una pieza que explica visualmente los mecanismos internos y el funcionamiento de una locomotora de vapor.

Se puede ver también la locomotora inglesa Tardienta, la más antigua de las que se exponen en el museo, construida en 1862 por John Jones & Son. También se encuentra la locomotora Pacific, un modelo salido de los talleres bilbaínos de Babcock & Wilcox y construido a propósito de la celebración de la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929.

El no va más de la tracción de vapor en España, por su tecnología y prestaciones, fue la locomotora Confederación, que llegó a alcanzar nada menos que 140 km/h, récord de la tracción a vapor en España. De esta locomotora solo se fabricaron diez unidades que se destinaron a prestar servicio en los trenes expresos y rápidos de la línea de Madrid a Irún, donde lle-

► Arriba a la izqda., grabado de la inauguración de la estación de Delicias de la Ilustración Española y Americana, 1880).

A la dcha., el 30 de junio de 1969 sale el último tren de viajeros de Madrid Delicias: el expreso de Badajoz.

Debajo, inauguración del Museo de Ferrocarril. En la foto, el primer director, Julio Álvarez Toro, y el entonces presidente de Renfe, Ramón Boixados.

## Un fondo documental imprescindible

Desde 2009 el Museo del Ferrocarril forma parte de la Red de Museos de España y está adscrito al Ministerio de Fomento. Además de gestionar sus fondos, organiza numerosas actividades y cuenta con servicios de documentación únicos, como la Biblioteca, Hemeroteca y Archivo, que atesora una ingente documentación sobre el tren desde todos sus aspectos: histórico, social, técnico, económico, cultural, legislativo, tecnológico y político. Un fondo de más de 31.000 títulos de monografías y 3.000 títulos de publicaciones seriadas, que se completa con las colecciones especiales de cartografía, folletos, carteles, audiovisuales y memorias empresariales. Un conjunto que hace de este archivo ferroviario un fondo documental de referencia ineludible para el conocimiento del ferrocarril en España.





► Maqueta de la sala de modelismo y trenes de jardín del parque ferroviario "Ferrocarril de las Delicias".

garon a remolcar convoyes de hasta 18 coches y 810 toneladas.

Las locomotoras descendientes del vapor —eléctricas y diésel— también tienen una nutrida representación. Hay muestras de locomotoras eléctricas datadas entre 1907 y 1963. Entre las diésel se encuentra la 1615 Marilyn de Alco (American Locomotive Company, 1955), primera locomotora diésel-eléctrica de Renfe, después de las que remolcaban el Talgo, adquirida para comenzar el proceso de sustitución de la tracción de vapor por la diésel.

Y, cómo no, el museo también conserva un Talgo, el *Virgen de Aránzazu*, que la compañía de Oriol mandó construir en Estados Unidos, junto con la *Pilar, Begoña* y *Montserrat*. Aún hoy resultan innovadoras la ligereza de su carrocería, el confort para el viajero —butacas anatómicas, aire acondicionado o servicios de comidas— y nociones de accesibilidad tan avanzadas para la época como las puertas de acceso a la altura de los andenes.

## ▬ Tecnología ferroviaria

La velocidad y la precisión en la medición del tiempo comenzaron a ser objeto de culto en el siglo de los grandes descubrimientos. Lógico: los avances técnicos se sucedían velozmente y en el campo ferroviario estaban relacionados con la rapidez y la puntualidad. Por eso, el tren necesitaba una numerosa dotación de relojes orbitando a su alrededor. Objetos útiles y representativos que las compañías ferroviarias colocaron en sus principales estaciones como iconos de la modernidad y el prestigio.

El Museo del Ferrocarril de Madrid atesora una veintena de artilugios que marcaron la hora en estaciones, salas de espera y demás dependencias ferroviarias. Entre esas piezas, se encuentra el reloj que se empleó para dar la salida al primer tren que circuló en la península.

Junto a la de relojes, la sala de Infraestructura recoge de forma interactiva la historia y evolución de las gran-





► Fachada principal de la estación y grupo de escolares visitando el museo.

des obras ferroviarias que han hecho posible salvar los caprichos de la orografía: viaductos y túneles, y también estaciones y vías, las comunicaciones, la electrificación, la señalización o el papel de los trabajadores.

En esta dependencia se guarda una singular pieza histórica, la auscultadora de vía Scheidt&Bachmann, una de las más antiguas del museo. El aparato, fabricado en Alemania, medía las variables geométricas de ancho de vía y peralte de los carriles, deslizándose sobre un tramo de vía para obtener el ancho de esta y la altura de los carriles de manera simultánea; las mediciones se iban reflejando en unos gráficos trazados por varias plumillas sobre una banda de papel, donde se registraba la posición real de los carriles. Los datos resultantes permitían determinar los trabajos que eran necesarios para un correcto mantenimiento de la vía. Todo un prodigio de tecnología puntera de la época.

## ◡ Diminuta realidad

Y en la sala de modelismo, un mundo diminuto de juguetes y maquetas animadas de diferentes épocas y escalas muestran una singular visión de la historia del tren y recrean la marcha de los convoyes circulando veloces e incansables por paisajes reales o imaginarios, cruzando puentes, túneles y estaciones, que rememoran



una realidad liliputiense con el encanto de los viejos trenes infantiles.

Y, ya en el exterior, se encuentra el enclavamiento de Algodor y su puente de señales, un elemento singular del patrimonio industrial ferroviario puesto en marcha en 1927 y que funcionó hasta el año 2000, cuando fue sustituido por un enclavamiento electrónico. Dispone de 110 palancas, 70 para señales y 40 para agujas, que se accionaban mediante la presión del agua. Toda una reliquia del utillaje ferroviario y único enclavamiento de estas características que se conserva en España. ■

## Renfe y la ONT firman un acuerdo para el traslado en AVE de órganos para trasplante renal cruzado

La ministra de Fomento, Ana Pastor, y el ministro de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Alfonso Alonso, han firmado un acuerdo de colaboración entre Renfe y la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) que permitirá el traslado de órganos para el trasplante renal cruzado en los trenes de alta velocidad y larga distancia. El trasplante renal cruzado, en el que el órgano procede de un donante vivo, puede programarse con antelación y adaptar los protocolos quirúrgicos a los medios de transporte de modo que el traslado de órganos se realice en óptimas condiciones.

Entre otros aspectos el acuerdo prevé que en el momento en que surja la necesidad de trasladar un órgano de una ciudad a otra, la ONT informará a la unidad asignada por Renfe (el Centro de Gestión de Operaciones de la compañía) sobre los detalles de la operación y asumirá la comunicación y seguimiento del traslado, desde la entrega del órgano hasta su recepción. La ONT proporcionará también el profesional sanitario, designado por el hospital en que se efectuó la extracción, que será encargado de la custodia y transporte del órgano. Renfe, por su parte, coordinará todas las acciones necesarias para que el traslado se efectúe en el menor tiempo posible, además de agilizar los filtros de seguridad y facilitar el acceso a las zonas de embarque.



► La ministra de Fomento y el ministro de Sanidad en la firma del acuerdo de colaboración para el traslado de órganos.

### Luz verde a la Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves

El pasado 20 de febrero el consejo de Ministros autorizó la suscripción del convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de la Vivienda y suelo, la Autoridad Portuaria de Vigo y el Consorcio de la Zona Franca de Vigo que autoriza el régimen de condominio para el desarrollo de la Plataforma Logística e Industrial Salvaterra-As Neves (PLISAN). La firma permitirá que este mismo año comiencen las obras de la primera fase de urbanización en unas 71 hectáreas, para lo que el Ministerio de Fomento ha consiguado ya las correspondientes asignaciones presupuestarias en la partida de gasto del ejercicio 2015.

La Plataforma Logística Industrial Salvaterra-As Neves se configura como un importante núcleo de desarrollo en el costado atlántico de la Península. Está previsto que ocupe una superficie total de 300 hectáreas entre los municipios de Salvaterra y As Neves, en un eje de gran valor estratégico conectado a la Autovía A-52 y la línea férrea Ourense-Vigo. Con la vuelta al condominio contemplada en el nuevo Convenio la inversión total prevista alcanzará los 36 millones de euros.

### El Centro de Control de Canarias reduce un 15% las demoras gracias a un nuevo sistema de gestión

El Centro de Control de Canarias (ACC Canarias) es uno de los principales puntos neurálgicos del espacio aéreo español por su posición estratégica en las rutas atlánticas, especialmente para los vuelos entre Europa y Sudamérica. La introducción desde el pasado mes de septiembre de un nuevo sistema de gestión del tráfico aéreo denominado "Point Merge", basado en la navegación por satélite, ha permitido mejorar sensiblemente la fluidez en las aproximaciones a los aeropuertos de Lanzarote y Fuerteventura. Con el apoyo del nuevo sistema se rediseñaron previamente las rutas de aproximación para las llegadas, configurándose también de nuevo las salidas. Esa optimización de las operaciones se tradujo en un incremento cercano al 30% de la capacidad para gestionar el tráfico en ambos aeropuertos y en una reducción a cero de las demoras debidas a la saturación del tráfico aéreo. Todo ello ha repercutido también favorablemente en el espacio aéreo insular, donde las demoras se han reducido un 15% y el tráfico ha aumentado en conjunto un 7%, con una mejora también de la puntualidad.

**Fe de erratas:** en el nº. 644, en la pág. 5, donde dice LAV Sevilla-Cádiz (819,2 M€), debe decir (19,2 M€).

Especial



# 30

Vías Verdes por España

RECOPIACIÓN ESPECIAL  
DE REPORTAJES  
PUBLICADOS EN LA  
REVISTA ENTRE 2009 Y  
2012 Y OTROS DE  
NUEVA EDICIÓN

*Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.*



PVP: 10 €

Revista del Ministerio de

# Fomento



## VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)



**MONOGRÁFICO**  
Julio-Agosto 2014

PVP: 6 €



SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91  
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)  
Por correo electrónico: [cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)

## Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Con más de 80 años de experiencia y más de 50 años de actividad en 50 países de 5 continentes distintos y más de 650 proyectos realizados con éxito, Ferrovial Agroman es pionera en el proceso de internacionalización de su actividad y referente en la aplicación de las técnicas más avanzadas en la ejecución de sus obras.



Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:  
[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 648, marzo 2015**

Autor/Editor: Secretaría General Técnica; Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento

Año de edición: abril 2015

**Edición digital:**

1ª edición electrónica: mayo 2015

Formato: Pdf

Tamaño: 8,90 MB

NIPO: 161-15-006-6

I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:

Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento©

**Aviso Legal:** Todos los derechos reservados. Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

