

Revista del  
Ministerio de

Diciembre 2015 Nº 656 3€

# Fomento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



LA AUTOVÍA  
DEL CANTÁBRICO COMPLETA  
SUS 525 KM DE RECORRIDO

EL ARCO DEL VIADUCTO  
DE ALMONTE, RÉCORD  
MUNDIAL DE LUZ

ABIERTO AL TRÁFICO  
EL TRAMO LINARES-IBROS  
DE LA A-32

NUEVA TORRE DE CONTROL  
DEL AEROPUERTO  
DE SABADELL

# VIADUCTO SOBRE EL RÍO ALMONTE

RÉCORD MUNDIAL EN Puentes ARCO FERROVIARIOS DE ALTA VELOCIDAD, CON UN ARCO DE 384 METROS DE LUZ

ASISTENCIA, CONTROL Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS  
REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO  
REDACCIÓN DEL PROYECTO BÁSICO



**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 Cantabria.

**Elaboración página web:**

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

**Suscripciones:** 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).

**Colaboran en este número:** Pepa Martín, Javier R. Ventosa y Julia Sola Landero.

**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), Eloisa Contín Trillo-Figueroa (Jefa del Gabinete del Subsecretario),

Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), M<sup>o</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.com

www.cydiseño.com

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



CARRETERAS

02

VERTEBRACIÓN CANTÁBRICA.

CONCLUIDA LA AUTOVÍA A-8 TRAS LA APERTURA DEL ITINERARIO SOLARES-TORRELAVEGA.



FERROCARRIL

12

RÉCORD DE LUZ.

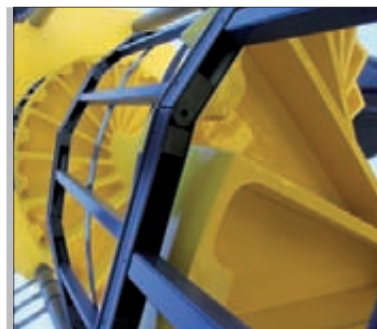
CONCLUIDO EL ARCO DEL VIADUCTO DE ALMONTE EN LA LAV MADRID-EXTREMADURA.

CARRETERAS

20

AL SUR DE SIERRA MORENA.

EN SERVICIO EL TERCER TRAMO DE LA AUTOVÍA LINARES-ALBACETE (A-32) EN JAÉN.



PUERTOS

26

LUZ PIONERA.

EL PUERTO DE VALENCIA CUENTA CON EL PRIMER FARO DE COMPOSITES EN CELOSÍA DEL MUNDO.

**32. UN HISTÓRICO, DE ESTRENO.**  
NUEVA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE SABADELL.

**38. UN SOLO TEXTO.**  
LEY DE SUELO Y REHABILITACIÓN URBANA.

**44. VÍA A LAS CUMBRES.**  
EL FERROCARRIL ELÉCTRICO DEL GUADARRAMA, CAMINO DEL CENTENARIO.

**50. PASEO POR LA HISTORIA DEL TREN.**  
MUSEO FERROVIARIO DE ALCÁZAR DE SAN JUAN.

**54. NUEVAS FORMAS.**  
ARCHITECTUS OMNIBUS?, EN LA SALA DE LAS ARQUERÍAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO.

**58. ÍNDICE DE LA REVISTA 2015.**



*CONCLUIDA LA AUTOVÍA A-8 TRAS LA APERTURA DEL ITINERARIO SOLARES-TORRELAVEGA*

# Vertebración cantábrica

*JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE CANTABRIA*

El viejo sueño de recorrer la cornisa cantábrica mediante una vía de alta capacidad es una realidad desde el pasado 24 de octubre, fecha de entrada en servicio de los dos últimos tramos de la autovía del Cantábrico (A-8) en Cantabria. La apertura de estos 28 kilómetros culmina una de las grandes obras de la ingeniería española, construida a lo largo de casi tres décadas, y cumple con una de las prioridades del Ministerio de Fomento en materia de carreteras. Hoy, la A-8 es el gran eje vertebrador de las cuatro comunidades bañadas por el mar Cantábrico y su principal conexión con la red de alta capacidad europea.



► El viaducto de La Llama (1.005 metros) es el más largo de la A-8 en Cantabria.

L

a puesta en servicio de los tramos Solares-La Encina y La Encina-Torrelavega cierra el itinerario de la autovía A-8 en Cantabria, y con ello el recorrido de 525 kilómetros de este gran eje viario de alta capacidad

que, con origen en Basauri (Bilbao) y final en Baamonde (Lugo), vertebra las comunidades autónomas del País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia. Esta autovía, además, conforma la parte central del corredor de altas prestaciones que comunica toda la cornisa cantábrica desde A Coruña hasta Irún (el denominado E-70 en la nomenclatura europea, de más de 700 kilómetros, completado en sus extremos por la autovía A-6 al oeste y la autopista AP-8 al este) y enlaza con la red de autopistas europea.

La construcción de la A-8 ha sido uno de los grandes retos para la ingeniería española y una prioridad en materia de carreteras para el Ministerio de Fomento, que ha destinado importantes recursos para su finalización. Sus orígenes son la autopista Bilbao-Behobia (AP-8) y el tramo Gijón-Avilés de la Y asturiana, finalizados en los años 70, a partir de los cuales la autovía se ha ido articulando en fases sucesivas. A mediados de los 90 se culminó el sector oriental cántabro y con él la conexión Santander-Bilbao. Ya con el nuevo siglo comenzó la progresión de la A-8 hacia el oeste, con la entrada en servicio del sector occidental en Cantabria y el desarrollo de los nuevos trazados en Asturias (2000-2015) y Galicia (2004-2014), hasta cerrar el itinerario en octubre pasado con los tramos que faltaban en Cantabria.

A medida que se han abierto tramos, la autovía del Cantábrico ha ido relevando como eje de comunicaciones este-oeste a la carretera nacional N-634 (San Sebastián-Santiago de Compostela) —y a la N-632 (Ribadesella-Canero) en la parte central de Asturias—, de parámetros anticuados, sinuosa, con travesías urbanas y retenciones frecuentes en varios puntos, cuya capacidad resultaba insuficiente para canalizar de forma fluida el importante tráfico de personas y mercancías que se desarrolla en el corredor cantábrico. Esta carretera mantiene una función vertebradora, aunque destinada a tráficos más locales.

## Beneficios en Cantabria

La apertura al tráfico de los últimos 28 kilómetros de la A-8 en Cantabria —“una cuestión de justicia social para que todos los territorios tengan autovías del siglo XXI”, en palabras de la ministra de Fomento— ha significado importantes beneficios para la movilidad en la zona central de esta comunidad. Los casi 13.000 vehículos diarios (un 21% pesados) que anteriormente realizaban el viaje Solares-Torrelavega por la carretera N-634 lo hacen ahora por una infraestructura más se-



► Paso superior en pérgola sobre el ferrocarril Palencia-Santander, cerca de Zurita.



► Enlace remodelado de Zurita, con tipología de trébol parcial.

gura y cómoda, con un ahorro estimado de 15 minutos. También se evita el tránsito por las travesías urbanas de Pámanes, Pomaluengo y otros núcleos menores, mejorando así la calidad del medio ambiente (menos ruido y contaminación) y la seguridad vial de sus vecinos.

Además, los nuevos tramos han captado los tráfcos de largo recorrido que circulaban entre Bilbao y Asturias en un itinerario de alta capacidad en la parte central de Cantabria formado por el tramo Torrelavega-Santander de la autovía de la Meseta (A-67) y la autovía de acceso Este a Santander (S-10), que en la práctica implicaba dar un rodeo por el norte y acercarse a Santander a través de dos autovías de circulación muy densa. A partir de octubre, esos tráfcos se han distribuido hacia el nuevo itinerario de la A-8, lo que ha reducido la presión circulatoria en ambas autovías, especialmente en el tramo Torrelavega-Santander de la A-67, uno de los de mayor intensidad de tráfcos de la comunidad (más de 40.000 vehículos diarios).

### ▬ Presupuesto y características

El Ministerio de Fomento ha invertido 275,7 M€ en la puesta en servicio de ambos tramos. El tramo La Encina-Torrelavega ha requerido una inversión de 133,5 M€,

correspondiendo 105,4 M€ al contrato de obras. Ha sido construido por la UTE La Encina (Acciona Infraestructuras e Izel Infraestructuras), con proyecto de Apia XXI y asistencia técnica primero de Proser y luego de Ofiteco. Por su parte, en el tramo Solares-La Encina se han invertido 142,2 M€, de los cuales 118,6 M€ corresponden a la obra. Este tramo ha sido ejecutado por FCC Construcción, con proyecto de Ayesa y asistencia técnica a cargo de Payma Cotas y posteriormente de Eptisa.

Ambos tramos comparten características geométricas, con radio mínimo de 650 metros en el tramo Solares-La Encina (700 metros en La Encina-Torrelavega) y pendiente máxima del 4,5% en el segundo tramo, así como de sección y firme. El tronco de autovía se compone de dos calzadas de 7 metros de anchura, con dos carriles de 3,5 metros cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros, arcenes interiores de 1,0 metro y bermas de entre 1,0 y 1,5 metros, siendo la mediana de 10 metros de anchura. En cuanto al paquete de firme del tronco, dispuesto sobre explanada E3 y subbase de suelo cemento de 25 centímetros de grosor, se compone de 20 centímetros de mezclas bituminosas en caliente distribuidas en tres capas.

El trazado y los principales hitos de cada uno de los tramos se describe a continuación.



### LA ENCINA-TORREAVEGA

Este tramo discurre entre el este de Torrelavega y la localidad de La Encina, donde enlaza con el tramo contiguo de la A-8 La Encina-Solares. Son 14,5 kilómetros de autovía, primero en sentido sureste y a partir de Pomaluengo en sentido este, que discurren sucesivamente por los términos municipales de Torrelavega, Piélagos, Puente Viesgo, Castañeda y Santa María de Cayón.

El origen se sitúa una vez superado el enlace de Sierrapando (conexión entre las autovías A-8 y A-67). En sus primeros 1.500 metros el trazado se desarrolla junto a la N-634, en paralelo a la línea de ferrocarril Palencia-Santander, a la que salva mediante una pérgola. Luego acentúa su marcha hacia el sureste por el valle del río Pas y durante los siguientes 7 kilómetros se ha realizado un desdoblamiento de la N-634 por el sur, con algunos ajustes de trazado, así como la adaptación de los enlaces de Zurita, Vargas y Castañeda. En este tramo se salvan los ríos Pas y Pisueña mediante sendos viaductos.

### Autovía del Cantábrico (A-8). Provincia de Cantabria

Tramo	Longitud (km)	Puesta en servicio
<b>Sector oriental</b>		
El Haya-Castro Urdiales (E)	8,5	Feb 1990
Castro Urdiales (E)-Castro Urdiales (O)	4,6	Feb 1992
Castro Urdiales (O)-Laredo	19,0	Mar 1995
Laredo-Treto	6,6	Mar 1993
Treto-Hoznayo	21,0	Mar 1995
Hoznayo-Solares (S-10)	9,3	Oct 1992
<b>Sector central</b>		
Solares-La Encina	13,3	Oct 2015
La Encina-Torrelavega (A-67)	14,5	Oct 2015
<b>Sector occidental</b>		
Sierrapando-Torres	4,9	Nov 2000
Torres-Cabezón de la Sal	12,0	Jun 1998
Cabezón de la Sal-Lamadrid	14,2	Abr 2002
Lamadrid-Unquera	15,8	Oct 2001



► Enlace de La Penilla, con tipología de diamante con pesas, y cruce sobre el río Pisueña.

Entre los p.k. 8+400 y 9+800, el tramo, ahora en sentido este, abandona la carretera nacional y circunvala por el norte el núcleo de Pomaluengo mediante un nuevo trazado. Posteriormente se repone el trazado de la N-634 para permitir su paso bajo el tronco de la autovía hasta conectar con la N-634. También se salva el río Pisueña. Entre los p.k. 11+300 y 13+600 se ha aprovechado la variante de La Penilla como la calzada norte de la nueva autovía. En esta variante, que discurre por la vega del río Pisueña, se ha ejecutado el enlace de La Penilla. Tras salvar por tercera vez el Pisueña, el trazado se aleja de la N-634 por prescripción de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) hasta alcanzar La Encina, donde conecta con el tramo siguiente de la A-8.

A lo largo del trazado se han construido 26 estructuras: ocho viaductos, cinco pasos superiores, 13 pasos inferiores y de permeabilidad transversal, una pérgola y una galería para el desvío de las tuberías de abastecimiento de Santander. Los principales viaductos, con ti-

pología de tablero hiperestático de tipo mixto y cimentación profunda, son los tres sobre el río Pisueña (124, 106 y 90 metros) y el que salva el río Pas (101 metros). La única pérgola (177 metros) se ha resuelto mediante un tablero de vigas prefabricadas doble T sobre las que se ha dispuesto una losa de hormigón.

Los pasos superiores se han resuelto mediante tablero de hormigón postesado, de canto constante o variable según la distribución de vanos, salvo el situado en el p.k. 0+670, una estructura de 68 metros que consta de un tablero metálico de 9,80 metros de ancho. Los pasos inferiores presentan una tipología diversa (marcos, bóveda o vigas prefabricadas doble T sobre las que se dispone losa de hormigón). Por último, los pasos de permeabilidad transversal (pasos inferiores que colaboran en el drenaje transversal de la plataforma) consisten en marcos de 8 metros de ancho y gálibo útil de 3,5 metros. En el apartado de drenaje transversal se han ejecutado 31 obras, en su mayoría marcos unicelulares prefabricados y caños de secciones de entre 1.500 y 2.000 milímetros.

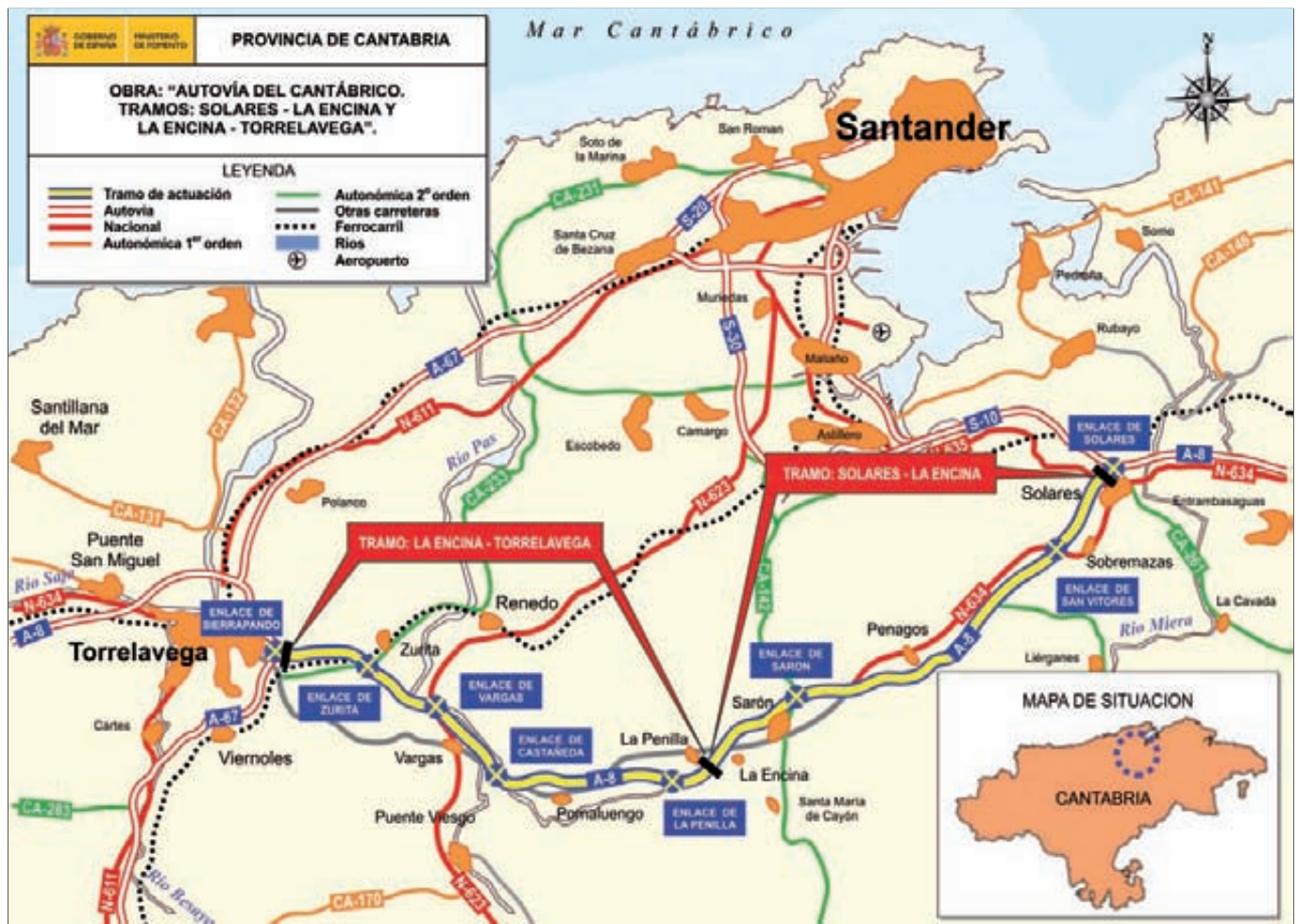
El tramo incluye cuatro enlaces: Zurita (tipología de trébol parcial, ha incluido la remodelación de los ramales de la margen derecha para conectar con la nueva calzada; conecta con las carreteras autonómicas CA-234 Renedo-Zurita y CA-334 Zurita-Sierrapando); Vargas (tipología de diamante modificado en la margen derecha, ha requerido la construcción de un nuevo paso superior; enlaza con la N-623 de Burgos a Santander); Castañeda (tipología de trompeta incompleta, conecta con la antigua N-634), y La Penilla (con tipología de diamante con pesas, el paso superior ha sido desplazado para evitar problemas de desagüe; permite la conexión con la carretera CA-611 Argomilla-La Penilla). En Pomaluengo, además, se ha construido un semienlace. A lo largo del trazado también se han dispuesto nueve pasos de mediana.

En este tramo se han realizado tratamientos geotécnicos adicionales en varios puntos de la traza para corregir la inestabilidad en taludes de desmonte, con objeto de garantizar la seguridad durante la fases de construcción y explotación de la nueva infraestructura.

### SOLARES-LA ENCINA

El segundo tramo se desarrolla entre La Encina y el enlace de Solares, donde conecta con las autovías A-8 y S-10. En total, son 13,3 kilómetros de longitud, de los que los 2,4 kilómetros finales están en servicio desde agosto de 2014. El trazado, que se desarrolla en sentido noreste, discurre por los términos municipales de Santa María de Cayón, Penagos, Liérganes y Medio Cudeyo.

El trazado comprende tres subtramos de características diversas, con velocidades de proyecto que oscilan entre 80 y 100 km/h. El primero, de unos 2,5 kilómetros de longitud, es una duplicación de la variante de



Sarón, que discurre al norte de esta localidad evitando la travesía urbana. Como hitos de este subtramo figuran un viaducto, dos pasos inferiores y un nuevo enlace.

Una vez cruzada la N-634 se inicia el segundo subtramo, consistente en un nuevo trazado de unos 8 kilómetros, en paralelo y al sur de la N-634, que finaliza en el enlace de San Vitores. Se evita con ello la travesía urbana por los núcleos de Penagos y Pámanes. Incluye las principales estructuras de todo el tramo, entre ellas tres viaductos, cuatro pasos inferiores y dos pasos superiores, que salvan, entre otras, las carreteras autonómicas CA-614 y CA-616, así como varios caminos.

En el tercer subtramo (enlace de San Vitores-enlace de Solares), en servicio desde hace más de un año, el trazado se aproxima de nuevo a la N-634 y se aprovecha esta carretera como una de las dos calzadas de la autovía, con ligeros ajustes de trazado. El proyecto ha incluido la construcción del enlace de San Vitores (conexión con la N-634 y acceso oeste a Solares) y la remodelación del enlace de Solares, donde finaliza el subtramo, así como tres nuevos pasos inferiores.

En total, en el tramo La Encina-Solares se han construido 20 estructuras: cuatro viaductos, nueve pasos in-

feriores y siete pasos superiores. Todos los viaductos comparten la misma tipología de tablero, construido a base de vigas prefabricadas tipo artesa con canto variable (1,70-2,10 metros), así como cimentación profunda y directa en algunos casos. Destaca por su longitud el viaducto de La Llama sobre un espacio a proteger, consistente en dos estructuras gemelas de 1.005 me-

### Magnitudes de obra

	Solares-La Encina	La Encina-Torrelavega
<b>Movimiento de tierras</b>		
Excavación	4.040.053 m <sup>3</sup>	1.261.308 m <sup>3</sup>
Terraplén	2.167.632 m <sup>3</sup>	2.043.672 m <sup>3</sup>
<b>Firmes</b>		
Zahorra artificial	42.548 m <sup>3</sup>	58.507 m <sup>3</sup>
Suelo cemento	100.730 m <sup>3</sup>	112.275 m <sup>3</sup>
Mezclas bituminosas	157.291 t	255.477 t
<b>Estructuras</b>		
Hormigón	90.999 m <sup>3</sup>	49.583 m <sup>3</sup>
Acero corrugado	8.816.950 kg	6.134.169 kg
Pilotes hincados	34.677 ml	6.181 ml

► Enlace de San Vitores, que conecta con la carretera nacional N-634.



tros de longitud (37,17 + 24 x 37,72 + 31,95 + 31,40) y 13,8 metros de anchura de tablero, que es el más largo de toda la A-8 en Cantabria. Los otros son los viaductos del arroyo Suscuaja (75 metros, en dos vanos), regato del Encinal (105 metro, en tres vanos) y Pámanes (277 metros, distribuidos en ocho vanos).

Los pasos inferiores (ocho de camino y uno de la carretera autonómica CA-614) tienen tipología de marco de hormigón realizado *in situ* (algunos son prolongaciones de obras ya existentes). Los pasos superiores (uno de camino, tres de enlace, otros dos sobre las carreteras CA-616 y CA-142 y uno más para ejecutar la vía colectora) se han construido con losas postesadas de dos vanos de 30 metros y canto variable. En el capítulo de drenaje transversal, se han ejecutado un total de 22 obras (marcos y tubos de diversas dimensiones). También se han construido 14 muros de contención en distintas partes del trazado.

**Los nuevos tramos de la A-8 ahorran unos 15 minutos entre Solares y Torrelavega respecto al anterior recorrido por la carretera nacional**

El tramo consta de tres enlaces: Solares, San Vitores (ambos en servicio desde agosto de 2014) y Penagos. Este último tiene tipología de diamante con glorieta superior y conecta con la carretera autonómica CA-142.

A lo largo del trazado se han realizado diversos tratamientos geotécnicos en laderas inestables y en terraplenes, mejorando la cimentación mediante muros de escollera, retaluzado, bermas de seguridad, contrafuertes drenantes, columnas de grava y rellenos de pedraplén, entre otros.

## El gran eje de Cantabria

**Eje longitudinal.** La A-8 es el gran eje este-oeste de Cantabria y su autovía más larga (141,5 km). Conecta las principales ciudades costeras y mejora las comunicaciones con Asturias y el País Vasco como parte de un gran corredor español y europeo. El cierre del sector central de la A-8 ha completado la red de gran capacidad en Cantabria, formada también por las autovías A-67, S-10, S-20 y S-30, y relega a la carretera N-634 a un segundo plano.

**Fases.** El desarrollo de la A-8 en Cantabria se ha completado en tres fases. A mediados de los años 90 se constituyó el sector oriental (66'6 km), uniendo Santander y Bilbao por autovía. La segunda fase entró en servicio a principios de siglo, con la apertura de los cuatro tramos (46,9 km) más cercanos a Asturias, aunque la conexión por autovía en esta comunidad no concluyó hasta 2014. Tras esta fase se configuró un itinerario de alta capacidad de lado a lado de Cantabria integrado por la A-8 en ambos extremos y otras tres autovías (A-67, S-30 y S-10) en la parte central. La tercera fase, que une los sectores occidental y oriental, es la que ha concluido en 2015.

**Construcción.** La A-8 en Cantabria discurre en paralelo al litoral marítimo a través de los valles que descienden desde la meseta, en un trazado interior en su parte central y costero en los extremos que sigue el corredor de la N-634. La autovía corta la red fluvial que recorre la región en sentido sur-norte hasta desembocar en el Cantábrico, lo que ha obligado a construir un gran número de estructuras. En total, el tramo cántabro incluye cerca de 200 estructuras, aunque de menor entidad que en otras comunidades. El viaducto más largo (1.005 metros) sobrevuela el paraje de La Llama, en Penagos. Los principales túneles son los de Islares (855 y 833 metros) y Torelavega (600 metros).



## Medidas medioambientales

En ambos tramos se han adoptado medidas preventivas y correctoras del impacto de la autovía en el entorno durante las fases de construcción y explotación, de acuerdo a lo prescrito en la DIA. El presupuesto destinado a las medidas ambientales asciende a 6,71 M€.

En concreto, se han implementado medidas para garantizar la permeabilidad territorial del trazado, así como para la protección del sistema hidrológico, del ecosistema y la fauna (incluida la adecuación de los drenajes transversales para favorecer el paso de animales de pequeño tamaño), de los acuíferos y del patrimonio histórico-artístico y arqueológico (se han realizado prospecciones en el yacimiento de La Braña de los Pastores, del tramo Solares-La Encina). También se han instalado más de 29.000 m<sup>2</sup> de pantallas acústicas metálicas

y de metacrilato en determinados puntos del trazado, en ambos tramos.

En el capítulo de recuperación ambiental e integración paisajística, las medidas correctoras han incluido la revegetación en taludes, enlaces y medianas, mediante el tratamiento de hidrosiembra sobre una superficie de 800.000 m<sup>2</sup>, así como la plantación de 16.000 árboles y 58.000 arbustos.


Durante la ejecución del viaducto de La Llama, cuyo objeto es precisamente evitar daños ecológicos en la zona, se han implantado medidas de protección adicionales, entre ellas el uso de plataformas de trabajo elevadas, caminos de acceso con afirmado provisional sobre geotextiles antipunzonamiento (retirados una vez acabada la obra) y la posterior restitución de la vegetación con especies autóctonas, así como marcos de hormigón (igualmente retirados al término de los trabajos) para proteger el arroyo Saguales y pequeños cauces de agua. ■

► Vista del enlace de Penagos, de tipo diamante con glorieta superior, que conecta con la carretera autonómica CA-142.

# 2016

## Mapa Oficial de Carreteras ESPAÑA

### Incluye:

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

Español / Inglés

# 2016

## Mapa Oficial de Carreteras<sup>®</sup> ESPAÑA

DVD INTERACTIVO  
(Windows 7 o superior)  
Versión 21.0

Español / Inglés  
Actualizable vía Web

ISBN: 978-84-498-0998-9  
NPO: 161-15-053-9  
DL: M-26.965-2015



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

**Edición 51**  
**P.V.P.: 22,74€**

### También en el DVD:

1100 Espacios Naturales Protegidos  
152 Rutas Turísticas  
116 Vías Verdes

**Centro virtual de publicaciones**

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

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





CONCLUIDO EL ARCO DEL VIADUCTO DE ALMONTE EN LA LAV MADRID-EXTREMADURA

# Récord de luz





JULIA SOLA LANDERO. FOTOS: ADIF

La ingeniería civil española ha vuelto a convertirse en referencia mundial por el imponente viaducto que se levanta en tierras cacereñas, un reto de la técnica que bate un nuevo récord de luz en viaductos ferroviarios. Se encuentra en el trazado de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Extremadura, actualmente en construcción: el viaducto de Almonte, de casi un kilómetro de longitud y un solo arco capaz de cruzar las aguas del río en su encuentro con el embalse de Alcántara, que en ese punto alcanzan una anchura de 350 metros.



Situado en el subtramo Embalse de Alcántara-Garrovillas, el impresionante viaducto se alza cerca de 100 metros sobre las aguas del río. Pero son sus 384 metros entre apoyos los que hacen de él el puente ferroviario de un solo arco con mayor luz principal del mundo, superando en 40 metros los 336 del viaducto Nanjung Dashegguan en la LAV Beijing-Shanghai.

El tercer puesto lo ocupará otra espectacular estructura de la misma LAV Madrid-Extremadura, el viaducto sobre el Tajo, también en el embalse de Alcántara, que con un arco de 324 metros de luz, desplazará a un cuarto puesto al puente alemán sobre el lago Froschgrundsee en la línea Nürnberg-Erfurt, con 270 metros de luz.

El de Almonte, en cuyo diseño han participado los estudios de ingeniería Arenas y Asociados e Idom y en cuya ejecución intervienen los servicios técnicos de FCC Construcción, será también el tercer mayor viaducto arco de hormigón sin distinción de tipo de tráfico, solo superado por el puente Wanxian en China, con 420 metros, y por el mayor de los dos puentes entre las islas de Sveti Marko y Krk en Croacia, con 390 metros. En cuanto a España, el viaducto de Almonte arrebatará el récord de luz al del embalse de Contreras, una infraestructura emblemática de la LAV Madrid-Valencia, que con sus 261 metros ha ostentado hasta ahora el título de mayor arco ferroviario de Europa.

► Vista del arco del viaducto, con una luz de 384 metros, la mayor del mundo para viaductos ferroviarios.

Con sus 384 m entre apoyos y 996 m de longitud, el de Almonte se ha convertido en el viaducto ferroviario de mayor luz a nivel mundial

► Los trabajos de construcción se han realizado simultáneamente desde ambas orillas.



## Situación de los trabajos entre Plasencia y Badajoz

La conexión en alta velocidad de los principales núcleos urbanos extremeños avanza a un buen ritmo de ejecución. Así, a finales del pasado mes de septiembre, la situación era esta:

### Plasencia-Cáceres (59 km):

→ Entre Plasencia y Grimaldo (16,8 km): obras de plataforma en ejecución (adjudicadas en 2014). Comprende los tramos Estación de Plasencia (plataforma), Estación de Plasencia-Arroyo de la Charca y Arroyo de la Charca-Grimaldo.

→ Entre Grimaldo y Garrovillas (26 km): obras de plataforma muy avanzadas. Comprende de 4 subtramos: Grimaldo-Casas de Millán, Casas de Millán-Cañaveral, Cañaveral-Embalse de Alcántara (incluye el viaducto sobre el río Tajo) y Embalse de Alcántara-Garrovillas (incluye el viaducto sobre el río Almonte).

→ Entre Garrovillas y Cáceres (14,3 km) las obras están finalizadas en los dos subtramos existentes: Garrovillas-Casar de Cáceres y Casar de Cáceres-Cáceres.

### Cáceres-Mérida (40,5 km):

→ Finalizadas las obras de plataforma entre Cáceres y Mérida (subtramos Cáceres-Aldea del Cano y Aldea del Cano-Mérida).

### Mérida-Badajoz (36 km):

→ Finalizadas las obras de plataforma (subtramos Mérida-Montijo y Montijo-Novelda del Guadiana).

### Superestructura

→ Adjudicadas las obras de conexión a las estaciones desde el nuevo tramo de alta velocidad Plasencia-Badajoz. Incluye la renovación de vía en las propias estaciones.

→ Adjudicadas las obras de montaje de vía en los tramos ya finalizados Cáceres-Mérida y Mérida-Badajoz.

La solución constructiva vino determinada por la imposibilidad de disponer apoyos en el embalse, lo que obligó a extender la luz del arco de orilla a orilla. Un reto técnico al que este puente le debe su tipología y la enorme luz de su arco principal, y que también es deudor de la necesidad de compatibilizar con estrictas exigencias de durabilidad y de mantenimiento.

## Un diseño sostenible

El diseño del puente también es producto de la ecuación viabilidad técnica-optimización de medios y costes. Firmado por el equipo Arenas y Asociados, autores también de los puentes de La Barqueta, el Tercer Milenio o Porta d'Europa de Barcelona, entre otros, en la elección del diseño pesó la voluntad de compatibilizar al máximo la estructura férrea con las condiciones del terreno. Se ha pretendido construir un viaducto sostenible y respetuoso con la naturaleza para preservar las condiciones de un paraje natural muy bien conservado, en el que la nueva estructura se inserta sin estridencias. Para proteger la variada fauna que busca cobijo en ese entorno natural rico en agua y otros recursos para la supervivencia —buitres leonados águilas perdiceras, alimochos o la cigüeña negra—, el proyecto ha incorporado al viaducto una pantalla de protección de aves: una solución

innovadora a base de perfiles tubulares verticales de acero que reduce la carga de viento sobre la estructura y mejora, por su transparencia, la integración estética del viaducto en el entorno.

El viaducto —996 metros de longitud— presenta 23 vanos distribuidos en tres zonas: siete vanos de acceso por el lado norte, con luces de 36 metros y un tablero continuo con sección cajón; una serie de ocho vanos de acceso por el lado sur con 36 metros de luz, y la parte central, constituida por el gran arco que sostiene el tablero y que vuela sobre el embalse de Alcántara.

## Retos de la técnica

El arco construido en hormigón autocompactante de alta resistencia, 800 kg/cm<sup>2</sup>, tiene una sección que se aleja de la clásica estructura plana para presentar una forma octogonal hueca en los 210 metros centrales, que se bifurca en dos pies por cada lado, hasta fijar la estructura sobre sus arranques: cuatro sólidos apoyos que



► Las cimentaciones se han resuelto mediante grandes zapatas y pilas de sección octogonal.



► Trabajos de atirantamiento provisional en el tablero.

## La LAV Madrid-Extremadura, a buen ritmo

La Línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura mantiene un buen ritmo de ejecución. La ministra de Fomento, Ana Pastor, ha confirmado el compromiso del Ministerio de Fomento con la LAV durante la visita realizada este verano para supervisar el desarrollo de las obras en los viaductos sobre los ríos Almonte y Tajo.

La LAV Madrid-Extremadura permitirá comunicar Madrid y Badajoz en 3 horas y 35 minutos, y reducir los actuales tiempos de viaje entre ambas ciudades —con paradas en Talavera de la Reina y Cáceres— en 1 hora y 35 minutos. El viaje entre Madrid y Cáceres se podrá efectuar en 2 horas y 39 minutos, lo que supone un ahorro de 50 minutos. Madrid-Mérida se hará en 3 horas y 14 minutos, es decir, reduciendo en una hora y quince minutos el tiempo de viaje actual.

El trazado de la LAV se ha diseñado como doble vía de alta velocidad en ancho internacional (IIC) para tráfico mixto de viajeros y mercancías. Además de los dos imponentes viaductos sobre los ríos Almonte y Tajo, también se han proyectado otros tres de menores dimensiones; uno sobre el arroyo de Santa Ana, de 341 m, y otros dos sobre los arroyos de Villaluengo y Cagancha, de 431 m cada uno.

En cuanto al cruce de la calzada romana de la Vía de la Plata se ha resuelto mediante un túnel artificial de 160 m de longitud, proyectado en coordinación con la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Extremadura.

### Financiación europea

Durante esta legislatura, el Ministerio de Fomento ha invertido más de 880 millones de euros en la alta velocidad extremeña. El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) cofinancia a través del Programa Operativo (P.O.) Cohesión-FEDER 2007-2013 y del P.O. de Extremadura 2007-2013, parte de las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Talayuela-Cáceres-Mérida con unas ayudas estimadas de 155 y 214 millones de euros respectivamente.

Las Ayudas RTE-T 2007-2013 cofinancian los estudios y proyectos del tramo Talayuela-Frontera Portuguesa así como las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Mérida-Badajoz-Frontera Portuguesa con una ayuda de 62,7 millones de euros.



► Los trabajos se realizaron simultáneamente desde ambas orillas del embalse.

refuerzan la estabilidad en sentido transversal haciendo frente al empuje de los vientos y a las vibraciones producidas por el paso de los trenes de alta velocidad. Una técnica rigurosa e ineludible para una estructura con una luz de tales dimensiones.

Las cimentaciones de arco y de las pilas de vanos de acceso y de los estribos se han resuelto mediante grandes zapatas ancladas sobre firme rocoso, que reparten las elevadas cargas que soporta. En cuanto a los estribos, allí donde termina el tablero son de hormigón armado, cerrados con simples aletas en vuelta. Con respecto a las pilas, tanto las que se cimentan sobre el terreno como las que se apoyan en el arco, tienen sección octogonal que asegura un buen comportamiento frente al viento.



Los cálculos del proyecto han incluido un estudio aerolástico en túnel de viento sobre modelos a escala, imprescindible en este tipo de estructuras de grandes luces, tanto en la fase de ejecución como en la de funcionamiento, lo que incluyó el estudio del comportamiento de los perfiles de tablero, pilas y arco así como la respuesta de la estructura ante diferentes velocidades y direcciones de viento.

## ► Proceso constructivo

Los trabajos de construcción, que comenzaron en marzo de 2011, ya están muy avanzados. Una vez que finalicen las obras de la plataforma, actualmente en curso, se iniciarán las tareas correspondientes a la superestructura, montaje de vía, señalización, telecomunicaciones, etc.

Los trabajos se realizan simultáneamente desde ambas orillas del embalse. La construcción del arco se ejecutó mediante un carro sobre el que el encofrado del arco va sujeto avanzando dovela a dovela, mientras se va instalando un sistema de torres de atirantamiento provisionales que sostienen el conjunto del arco y que es desmontado una vez armado este.

En cuanto al tablero, ejecutado *in situ*, se asienta sobre pilastras separadas 42 metros, lo que supone una



división de la luz en 9 intervalos. Tiene una sección con canto constante de 3,10 metros y una anchura de 14 metros que permite alojar a la plataforma de la doble vía de 10,10 metros de anchura más los dos paseos de 1,75 metros a ambos lados. Realizada también simultáneamente desde ambas márgenes del embalse, se ejecuta mediante el uso de autocimbras convencionales que se emplean desde cada uno de los estribos hacia el arco, y que funcionan como encofrados suspendidos que sostienen los vanos completos durante el proceso de endurecimiento del hormigón que otorga la forma y capacidad del tablero. La construcción del tablero se detiene al alcanzar la pila que descansa en la cimentación del arco, punto en donde hay que construir una torre de atirantamiento

### Para la construcción del tablero se han utilizado dos torres metálicas de más de 50 m de altura situadas en las pilas extremas del arco

provisional de acero sobre dicha pila para levantar el arco mediante sucesivas dovelas.

Los medios auxiliares utilizados para su ejecución son dos torres metálicas de más de 50 metros de altura situadas sobre las pilas extremas del arco; un carro de hormigonado para cada semiarco; un sistema de tirantes de acero anclado en

la parte superior de la pila y en la torre que sostiene el semiarco construido; otro sistema de tirantes anclado en las cimentaciones de las pilas adyacentes que sostiene la pila y la torre, y un sistema de anclajes provisionales

al terreno para sujetar las zapatas de las pilas adyacentes. De sus dimensiones da idea un dato: para el alzado de pilas se han utilizado grúas de hasta 141 metros de altura, similar a un edificio de 47 plantas. ■

► El viaducto tendrá una longitud de 996 metros, con un total de 23 vanos.

Revista del Ministerio de

# Fomento



## VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (FERROCARRIL)



**MONOGRÁFICO**  
Julio-Agosto 2014

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)

## Carreteras

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE ANDALUCÍA ORIENTAL

La autovía Linares-Albacete (A-32) ya tiene continuidad a lo largo de 31 kilómetros en la provincia de Jaén tras la puesta en servicio del tramo Linares-Ibros, segmento intermedio entre los dos ya abiertos al tráfico. Esta infraestructura permitirá la conexión en alta capacidad entre Andalucía y Levante, vía Albacete, siguiendo el corredor de la carretera N-322.

**E**l nuevo tramo, inaugurado el pasado 2 de octubre por el presidente del Gobierno, añade 11,3 kilómetros a esta incipiente infraestructura de alta capacidad, que discurrirá transversalmente por las provincias de Jaén y Albacete. Este nuevo itinerario comunicará las autovías A-4 (Madrid-Sevilla) y A-44 (Sierra Nevada-Costa Tropical), en el nodo de Bailén, con las autovías A-31 (La Roda-Alicante) y A-30 (Albacete-Murcia), cerca de Albacete, siguiendo el corredor de la carretera nacional N-322 (Córdoba-Requena).

La apertura de este tramo culmina la parte inicial de la autovía en la provincia de Jaén. En total, son tres tramos contiguos—Linares-Ibros es el intermedio, por lo que hasta ahora no existía continuidad—, que suman 31,4 kilómetros, lo que representa una cuarta parte de la longitud total de la autovía en suelo andaluz. El Ministerio de Fomento trabaja en otro medio centenar de kilómetros de la A-32 en esta provincia.

Con el tramo Linares-Ibros se mejora la accesibilidad a Linares (60.000 habitantes) y a la Estación Linares-Baeza, además de incrementar la seguridad vial mediante una vía más rápida, cómoda y segura frente al tránsito por la carretera N-322. Los principales beneficiados han sido los más de 10.000 vehículos que de media circulaban diariamente por este tramo de la N-322, con un porcentaje del 9,4% de pesados.

El presupuesto de obra del tramo asciende a 85,88 M€. Si a esa cantidad se suma el importe de las expropiaciones y de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, la inversión total es de 105,54 M€. La ejecución de las obras ha corrido a cargo de Dragados y la asistencia la ha realizado la UTE Betancourt Ingenieros-Grusamar.

### Características técnicas

El trazado se conforma con una sucesión de curvas de radios comprendidos entre 1.200 y 4.000 metros y una inclinación máxima del 5% en la bajada hacia el va-

EN SERVICIO EL TERCER TRAMO DE LA AUTOVÍA  
LINARES-ALBACETE (A-32) EN JAÉN

# Al sur de Sierra Morena





► Viaducto sobre el río Guadalquivir, paso superior sobre la vía férrea y paso inferior de carretera en el entorno de la estación de Linares-Baeza.

lle del río Guadalimar, siendo su velocidad de proyecto de 120 km/h. La sección de la autovía está formada por dos calzadas de dos carriles por sentido de 3,50 metros cada uno, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro, con una mediana de 5 metros. El paquete de firme, dispuesto sobre 20 cm de suelo cemento, está formado por tres capas de mezclas bituminosas en caliente: 3 cm del tipo M-10 en la capa de rodadura, 7 cm del tipo S-20 en la intermedia y 10 cm del tipo G-25 en la capa base.

El trazado se desarrolla al sur de la comarca jienense de Sierra Morena. Se inicia a continuación del enlace existente en el p.k. 5 de la A-32, que conecta con Linares por el oeste y con la autovía autonómica A-312 en dirección a Arquillos. Atraviesa el término municipal de Linares con orientación oeste-este, al sur de dicha población, baja hacia el valle del río Guadalimar, en donde se ubica la entidad local de la estación de Linares-Baeza, para entrar en el término municipal de Iberos. Finaliza en el entorno del p.k 17 de la A-32, en el tramo de autovía Iberos-Úbeda, en servicio desde 2012.

## Recorrido por el tramo

En la primera parte la autovía discurre al sur de Linares y en paralelo a la N-322, gracias a un diseño que respeta el trazado de esta vía y permite su uso como circunvalación del núcleo urbano. Poco después se sitúa el primer enlace (Linares-Jabalquinto), de tipo diamante, con paso superior de planta curva y una glorieta a cada



► Izado de viga metálica del viaducto sobre el río Guadalimar.

lado de la autovía. Por la derecha conecta tanto con la carretera autonómica A-302 hacia Jabalquinto y la autovía A-44 en sentido Jaén como con la JA-4102 en dirección Torreblascopedro. En la margen izquierda conecta con Linares por el sur y con la N-322, que pasa a ser una vía de servicio de la A-32 en casi todo el tramo.

Desde el origen del tramo hasta el km 10, el trazado discurre por un terreno de relieve suave, con desmontes y terraplenes no superiores a 10 metros, subiendo a continuación hasta la cota más alta de la obra, que se sitúa en el entorno de la estructura 4, un paso superior ejecutado *in situ* con luz central de 36 metros.

A continuación se inicia el descenso hacia el río Guadalimar. Esta zona comprende unos 3,5 kilómetros de materiales formados por margas y arcillas que presentan problemas geotécnicos en cuanto a la estabilidad de los desmontes. La solución adoptada para afrontar este problema ha consistido en la realización de contrafuertes estabilizadores mediante muros de escollera, con alturas sobre el terreno de entre 3 y 7 metros, que van empotrados en el mismo hasta 4 metros, y en los que se disponen piedras de hasta 3.000 kilos de peso. De-

## En sus primeras fases

**Eje vertebrador.** La autovía Linares-Albacete (A-32), integrada en el corredor Córdoba-Valencia, es uno de los principales ejes de vertebración de Andalucía con Levante. Su objetivo es mejorar las comunicaciones entre ambas comunidades, captando los tráfico de largo recorrido de la N-322.

**La A-32 en Jaén.** El desarrollo de la A-32 se ha iniciado en la provincia de Jaén, donde se divide en nueve tramos. De ellos ya han entrado en servicio los tres más occidentales (31,4 km). Actualmente se construyen los tres siguientes (47,1 km) y el Ministerio de Fomento proyecta iniciar en 2016 los tres restantes (48,1 km). La consignación presupuestaria para la A-32 en Jaén para el próximo ejercicio asciende a 44,4 M€.

**La A-32 en Albacete.** En el otro extremo, la A-32 está dividida en siete tramos. Solo está en servicio el tramo final, la circunvalación oeste de Albacete (9 km), y en octubre la SEITT licitó la obra del tramo contiguo, la circunvalación sur (10,5 km). Los otros cinco tramos tienen el proyecto terminado. Fomento destinará 31'7 M€ a la ejecución de la A-32 en esta provincia en 2016.

## Autovía Linares-Albacete (A-32). Provincia de Jaén

Tramo	Longitud (km)	Estado
Bailén (A-44)-Linares	5,0	En servicio
Linares-Iberos	11,3	En servicio
Iberos-Úbeda	15,1	En servicio
Úbeda-Torreperogil	16,3	En ejecución
Torreperogil-Villacarrillo	13,6	En ejecución
Villacarrillo-Villanueva del Arzobispo	17,2	En ejecución
Villanueva del Arzobispo-Arroyo del Ojanco	14,5	Pendiente licitación
Arroyo del Ojanco-Puente de Génave	15,6	Pendiente licitación
Puente de Génave-Límite Jaén/Albacete	18,0	Pendiente licitación

## Acceso a la mina

El proyecto ha incluido la construcción de un paso superior y el acondicionamiento vial para dar acceso a la cercana Mina de la Tortilla o de los Lores, antigua mina de plomo protegida como Bien de Interés Cultural (BIC), con categoría de Lugar de Interés Industrial, que el Ayuntamiento de Linares está poniendo en valor para crear el futuro parque minero de la ciudad.

Este complejo minero-metalúrgico, construido entre 1875 y 1885 sobre dos filones de plomo, fue el único en España que realizaba todo el proceso productivo de este mineral, desde la extracción hasta la fabricación, mediante tecnología británica, y uno de los más completos de Europa. Funcionó hasta 1969.

Hoy quedan importantes restos que conforman un conjunto arquitectónico de gran interés, como naves, pozos, galerías, central eléctrica, cabrias de mampostería, viviendas, edificios administrativos, educativos y religiosos, y su principal hito paisajístico, dos altas chimeneas. El ayuntamiento linarense desarrolla desde hace años un proyecto para recuperar este patrimonio y musealizar el complejo, que ya cuenta con el edificio del centro de interpretación. El Ministerio de Fomento contribuye con fondos del 1'5% Cultural para consolidar algunos edificios de tipología Cornish de la concesión de Los Lores.



► Enlace de Linares-Jabalquinto, con tipología de diamante. A la dcha., el tronco de la autovía a su paso junto a los restos de la Mina de los Lores.

trás de ellos se ha realizado un relleno de material hasta configurar una berma horizontal y se ha dispuesto sobre un talud una cubierta granular para minorar la alteración en superficie del mismo. Las inclinaciones de los desmontes a partir de este punto tienen valores desde los 3H/1V hasta los 5H/1V. En conjunto, se han colocado más de 55.000 toneladas de piedra, principalmente granito, procedente de una cantera ubicada en el entorno de Guarromán.

Las medidas geotécnicas han incluido también la recogida de las aguas superficiales mediante cunetas de cabeza de desmonte, en la berma y en los márgenes de la calzada, y se han completado con drenajes profundos, al pie de los muros y en mediana, con pozos de registro cada 50 m. Como dato destacado de esta zona, la altura máxima de los desmontes es de aproximadamente 35 m, mientras que en los terraplenes es del orden de 20 m.



En esta zona se ha repuesto el camino de Valenzuela mediante un paso superior realizado con vigas prefabricadas y luz central del orden de 36 m. A continuación se ha ejecutado un nuevo paso superior, realizado *in situ*, para reponer la antigua carretera N-322 entre Linares y la estación de Linares.

Tras interceptar la N-322a se sitúa el enlace de Estación Linares-Baeza, de la misma tipología que el anterior, que da acceso a Linares por el este y que permitirá la conexión con el futuro puerto seco de Linares (Centro de Transporte de Mercancías Intermodal de Interés Autonómico). Dicho enlace ha sido resuelto con un paso inferior mediante una estructura esviada con vigas artesa y estribos de suelo reforzado.

La traza gira luego en sentido noreste hacia el río Guadalimar y, en un corto tramo, salva mediante tres estructuras casi consecutivas (un paso superior y dos pasos inferiores, con apoyo de terraplenes) el acceso al puerto



seco, el ferrocarril Madrid-Sevilla, otra línea desmantelada y una carretera local, antes de cruzar el cauce fluvial mediante el único viaducto del tramo. El paso sobre el ferrocarril es una estructura de un vano de 47,40 m de luz, con vigas de doble T y muros de suelo reforzado.

Respecto al viaducto sobre el río Guadalimar, es una estructura mixta de 285 m de longitud, con un vano central de 100 m para salvar el cauce, en el que se identifica la parte metálica con acabado en color amarillo mango. En realidad se trata de dos estructuras gemelas con vigas metálicas y canto variable desde 2,65 m en el centro del vano hasta 6,15 m en los dos apoyos ubicados a ambos lados del río. La plataforma tiene 13,70 m por calzada.

Una vez sobrepasado el río se inicia una ligera subida hacia el tercer y último enlace, que conecta con la carretera autonómica A-6101, a Ibrós y Baeza, en el margen derecha, y con la N-322. Es de tipo diamante, con glorietas a ambos lados y un paso inferior de vigas doble T. Tras salvar el arroyo Pichongo mediante cuatro obras de paso, el trazado se acerca paulatinamente a la N-322 hasta su punto final, donde conecta con el tramo siguiente de la A-32, Ibrós-Úbeda, ya en servicio.

Respecto a la permeabilidad transversal, el trazado dispone de un cruce aproximadamente cada kilómetro, con siete pasos inferiores y cinco pasos superiores, de los que tres corresponden a enlaces y el resto a cruce de caminos. La permeabilidad se completa con la reposición de 4,9 km de carreteras y la ejecución de 9,8 km de caminos.

En el apartado de drenaje, se han ejecutado un total de 38 obras de drenaje transversal, en su mayor parte tubos rígidos de 1.500-1.800 milímetros emplazados bajo el tronco de la autovía, así como marcos de diversas dimensiones. Se han realizado tres actuaciones relevantes: el encauzamiento del arroyo de la Vega, en el origen del tramo; la mejora del drenaje de la Estación de Linares-Baeza, disponiendo un aliviadero para las avenidas del arroyo Torrito; y la protección del arroyo Pichongo, al final del tramo.

► Enlace con las carreteras A-6101 y la N-322, al final del tramo. Tiene tipología de diamante, glorietas a ambos lados y paso inferior bajo el tronco.

## Actuaciones ambientales

Se han implementado diversas medidas preventivas y correctoras. La inversión en las medidas de integración ambiental ha sido de 2,6 M€. Entre ellas destacan las siguientes:

- Reposición de tres vías pecuarias: Vereda de Villagordo y Jaén, Vereda del Camino de Baeza, Cañada Real de Guadalimar.
- Seguimiento arqueológico durante el movimiento de tierras, que ha incluido sondeos, prospecciones y señalización de yacimientos.
- Medidas de protección de la fauna: cerramiento y vallado perimetral de la autovía, dispositivos de escape de animales y adecuación de obras de drenaje.
- Revegetación de 42.000 m<sup>2</sup> de superficie.
- Plantación de 21.000 arbustos y 12.000 árboles.
- Formación de un vertedero de 2,6 millones de m<sup>3</sup>. ■

# C.A. IBÉRICA DE GRÚAS Y TRANSPORTES, S.L.



Pol. Ind. III Fase, parc. 52 - 23770 MARMOLEJO (Jaén)

Tlf.: 953 540 858 - 639 72 71 16/14 - email: [ibericadegruas@ibericadegruas.com](mailto:ibericadegruas@ibericadegruas.com)

web: [www.ibericadegruas.com](http://www.ibericadegruas.com)

**Prestamos servicio de grúa de diversas toneladas a nivel nacional**



EL PUERTO DE VALENCIA CUENTA CON EL PRIMER FARO DE COMPOSITOS EN CELOSÍA DEL MUNDO

# Luz pionera

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: ACCIONA

El nuevo faro del puerto de Valencia, en servicio desde el pasado verano, no es un faro más. Se trata del primero del mundo con tipología de celosía construido íntegramente en composites –material con propiedades idóneas para el medio marítimo y que reduce los plazos de ejecución– y se autoalimenta con energías renovables. El resultado es una infraestructura portuaria de vanguardia más ligera, sostenible y duradera que un faro tradicional.

# E

l nuevo faro es una consecuencia de la ampliación norte del puerto de Valencia, aprobada en 2003 por la Autoridad Portuaria de Valencia (APV) con objeto de ganarle más de un millón de metros cuadrados al mar y aumentar de esta forma la superficie y capacidad portuarias. Las obras de abrigo de la primera fase de la ampliación dejaron al antiguo faro en aguas interiores y situado en medio de la futura terminal de

contenedores de dicha ampliación, por lo que su misión como señal marítima para ayuda a la navegación quedó muy mermada. Este hecho obligó a las autoridades del puerto a plantear la construcción de un nuevo faro y su instalación en el lugar más exterior del puerto ampliado.

Desde su origen, el proyecto ha estado condicionado por el cumplimiento de tres objetivos exigidos por la APV para el nuevo faro: autonomía propia con energía sostenible, mínimo consumo energético y mantenimiento míni-



► Vista del nuevo dique de abrigo del puerto de Valencia, en cuyo vértice se ubica el nuevo faro.

mo. Como condición de este último, la APV especificó que el faro debía ser una torre en celosía, ejecutada con materiales compuestos (composites) a base de fibras de carbono y fibras de vidrio, dando así un espaldarazo a esta innovación tecnológica. Se trata de materiales empleados en varias aplicaciones, desde la aeronáutica a las prótesis, con notables propiedades mecánicas, excelente resistencia medioambiental, posibilidad de montaje en fábrica, bajo peso y fácil mantenimiento, por lo que tienen un gran potencial para las obras marítimas.

El concurso para el desarrollo del faro se adjudicó en junio de 2014, por importe de 802.149€ (28,18% de baja respecto al presupuesto de licitación) y plazo de ejecución de ocho meses (diez en la licitación), a Acciona Infraestructuras, compañía con más de dos décadas de experiencia en proyectos de infraestructuras en materiales compuestos.

## Proceso de fabricación

La dirección de Innovación Tecnológica de Acciona Construcción se ha encargado de construir la novedosa estructura de composites. En sus centros de Alcobendas (Madrid) y Noblejas (Toledo), sus ingenieros han llevado a cabo desde el verano de 2014 numerosos ensayos y simulaciones con el objetivo de fabricar cada pieza del faro. La estructura, diseñada por Ignacio Pascual, director de infraestructuras de la APV, y la ingeniería Siegrist y Moreno, es una torre de diseño funcional compuesta por ocho perfiles tubulares de 25 centímetros de diámetro y 2 centímetros de espesor, de fibra de carbono, que sustentan una serie de forjados de fibra de vidrio y sus correspondientes arriostramientos, que a su vez envuelven un tubo central alrededor del cual se desarrollan los peldaños de la escalera, también de fibra de vidrio. Su altura total es de 31 metros.

Cada elemento de la estructura ha sido diseñado específicamente para este proyecto, e incluso se ha seleccionado el proceso de fabricación más adecuado en cada caso, atendiendo a la geometría del elemento en cuestión, a las condiciones de servicio a que va a estar sometido y a los plazos de producción. Así, los pilares y travesaños se han fabricado mediante pultrusión (proceso altamente automatizado que genera perfiles de sección continua con excelentes propiedades y acabados en tiempos muy reducidos), los forjados y cartelas mediante infusión (aporta flexibilidad para elementos de grandes dimensiones en series cortas) y los peldaños mediante moldeo por transferencia de resina o RTM (proceso que permite obtener piezas complejas con excelentes acabados y propiedades mecánicas). En la fabricación de los distintos elementos, verificados por el Instituto Tecnológico del Plástico, se han invertido ocho meses.

## Ventajas de los composites

En general, los materiales compuestos con que se ha construido el faro presentan propiedades superiores respecto a los materiales de los faros convencionales (mampostería, sillería y acero) en variables como resistencia, peso, durabilidad y coste, así como una ventaja indudable en el proceso de construcción al fabricarse en un lugar alejado del puerto, todo lo cual contribuye a



configurar una infraestructura más sostenible desde los puntos de vista ambiental y económico. Las principales ventajas que ofrece la solución adoptada para el proyecto de Valencia, que según la empresa fabricante es totalmente extrapolable a la práctica totalidad de los faros, son las siguientes:

✓ **Vida útil más larga.** Los composites no se ven afectados por la corrosión en ambientes agresivos con factores como viento, oleaje y salinidad como son los marinos característicos de un puerto, frente a otros materiales que sí sufren una degradación con el paso del tiempo en estos ambientes. Por consiguiente, el ciclo de vida de una estructura con este material es más largo.

✓ **Ejecución más rápida.** El tiempo total de fabricación e instalación de un faro construido en estos materiales es un 40% inferior al que ofrece el proceso tradicional.

✓ **Reducción de costes.** La utilización de materiales compuestos es más eficiente económicamente por la mayor celeridad en la construcción y el menor requerimiento de transporte de materiales. Además, al resistir mejor las condiciones ambientales, estos materiales no requieren inversiones adicionales en mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida.

✓ **Menor peso.** La nueva estructura del puerto de Valencia tiene un peso total de 20 toneladas (22 toneladas con el equipamiento), inferior a un faro construido en materiales tradicionales. Su bajo peso ha permitido un fácil traslado al puerto desde el lugar de fabricación y una instalación sencilla.

► Proceso de izado de la estructura con el apoyo de dos grúas.

### A faro nuevo, faro jubilado

*Aunque no se ha movido ni un centímetro, el emplazamiento del antiguo faro de Valencia se ha "trasladado" desde el frente marítimo a las aguas interiores de la nueva dársena como consecuencia de la ampliación del puerto, hecho que ha mermado su funcionalidad como señal luminosa y que, consecuentemente, ha conducido al apagado de su luz y a su jubilación. Con ello queda atrás una historia de 85 años de avisos luminosos a los navegantes, realizados desde la linterna de esta torre de sillería de planta octogonal y 30 metros de altura, ahora sustituida por un faro de última generación mejor ubicado.*

*Su situación dentro del puerto, en una zona de acceso restringido, rodeada de viales y de futuras terminales, ahora algo alejada del mar, también ha condicionado su uso futuro. El escaso atractivo turístico de esta zona desaconsejó su inclusión en el plan que desarrolla Puertos del Estado para dar un uso hotelero a faros fuera de servicio. También se descartó su utilización para otros usos como centro de formación o museo. Finalmente, el viejo faro ha iniciado una nueva vida como oficina de mantenimiento de señales marítimas y almacén de repuestos.*



► Vista del nuevo faro de composites ya equipado, de 31 metros de altura y 22 toneladas de peso.

✓ **Menor impacto en la operativa del puerto.** Al fabricarse en un lugar alejado, su ejecución no tiene impacto alguno en el puerto. Respecto a su instalación, reduce sensiblemente la superficie y el tiempo de ocupación del puerto, así como los residuos y los ruidos durante el montaje, en comparación con los trabajos habituales de construcción de un faro tradicional.

### .\ **Traslado e instalación**

Una vez concluida la fabricación en taller de todas las piezas que componen la estructura se procedió a un pre-ensamblaje mediante la aplicación de un adhesivo epoxi, que garantiza el correcto desempeño sin presentar los problemas de corrosión observados en sistemas de unión con elementos metálicos. Posteriormente, en una segunda fase, se aplicó un recubrimiento para proteger la estructura de la radiación solar e incrementar su durabilidad.

Tras su traslado por carretera, en una sola pieza, a bordo de un transporte especial de 48 metros de longitud desde Noblejas hasta el puerto de Valencia, donde llegó el 10 de febrero, se procedió al montaje de la estructura en su emplazamiento definitivo, el encuentro

de las dos alineaciones del nuevo dique de abrigo. El proceso, realizado con apoyo de dos grandes grúas y un reducido equipo, consistió en izar, arristrar y ensamblar la estructura en el casetón previamente construido. Este casetón constituye la base del faro, presenta una planta octogonal y es de hormigón armado, siendo el único elemento tradicional del faro.

En total, en esta operación se emplearon apenas unas 20 horas, con una mínima interferencia en la operativa portuaria habitual, poniendo de manifiesto la rapidez y "limpieza" del proceso de montaje de una estructura de estas características. En fechas posteriores se ejecutó en su interior la escalera helicoidal, en tramos de seis metros, hasta alcanzar el forjado superior, así como otros elementos auxiliares de la estructura, como las barandillas, dejándola lista para la próxima fase.

### .\ **Equipamiento**

En los meses siguientes se ha procedido a instalar el equipamiento necesario para el funcionamiento del faro, que responde a los requerimientos de autosuficiencia energética y consumo energético mínimo establecidos en el pliego de condiciones del concurso. Para ello se ha

optado por dos energías renovables, la solar y la eólica, que permiten una actuación autónoma de otros suministros energéticos exteriores. Así, el faro incorpora nueve módulos solares orientados hacia el sur y un aerogenerador de eje vertical. La energía generada se almacena en un banco de baterías, formado por 12 unidades de 124 voltios, que alimentan los equipos del faro. Este sistema permite al faro funcionar sin sol ni viento durante seis días, algo muy difícil en Valencia. Si eso ocurre, la infraestructura puede conectarse a un grupo electrógeno y, en último extremo, a la red eléctrica.

El sistema energético alimenta una luminaria de tecnología led de bajo consumo y un ciclo de vida más largo —hasta 100.000 horas— que las lámparas de incandescencia, logrando el mismo alcance de la luz con menos potencia eléctrica. En concreto, el sistema lumínico está formado por una baliza principal giratoria de 70 vatios que permite un alcance nocturno de 25 millas náuticas —una más que el faro existente—, con una intensidad de 1,3 millones de candelas. La baliza de reserva tiene un alcance nominal de 20 millas náuticas. A ello se añaden sistemas ópticos a base de lentes acrílicas, carcasa de aluminio marino y vidrio de alta resistencia, así como un pararrayos múltiple de acero inoxidable sobre un mástil de 2 metros.

Para que el nuevo faro se distinga de día, se han incorporado a la torre tres bandas blancas de material geotextil blanco de 1,5 metros de anchura por delante de los antepechos de las plataformas, que actúan como señal diurna. Se trata de un material especial que deja pasar por su interior un 47% de aire, lo que impide que el viento genere un efecto de empuje, uno de los principales problemas de los faros.

Como singularidad, se ha instalado un equipo de megafonía que reproduce el graznido de una gaviota dando la voz de alarma, destinado a evitar que estas aves marinas utilicen el faro como atalaya para sus capturas y depositen allí sus excrementos, de alto poder corrosivo, en especial sobre los paneles fotovoltaicos. Se trata de un sistema que mejora el mantenimiento de la estructura y de los equipos, que hasta la fecha ha demostrado una gran efectividad en más de 100 metros a la redonda.

## ➤ Rumbo a la operatividad

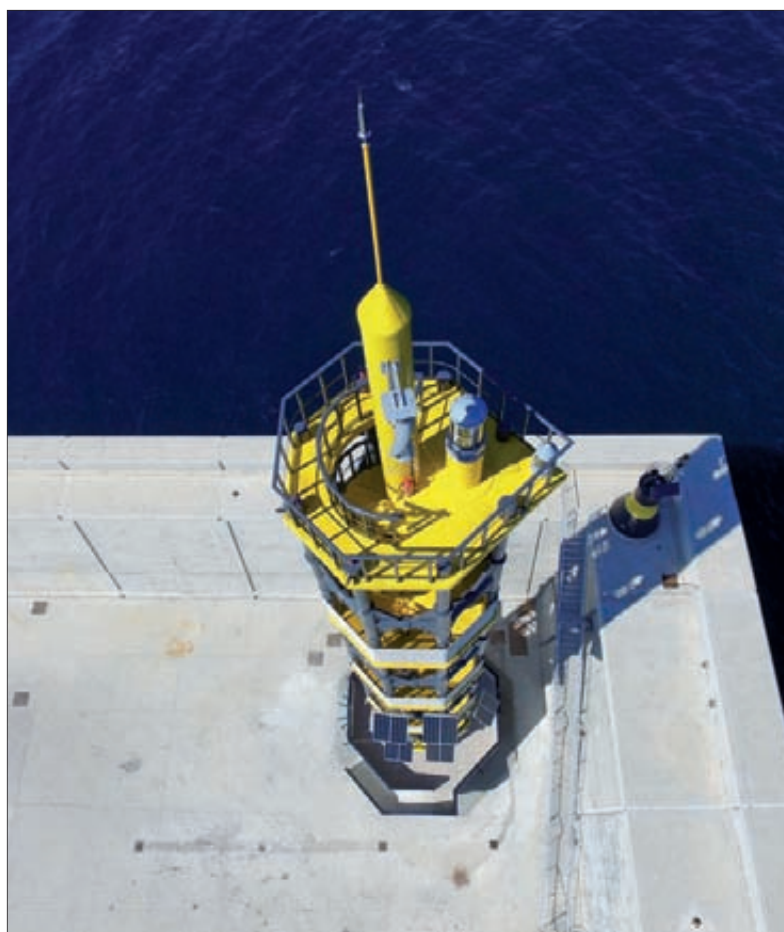
Una vez instalado el equipamiento, los técnicos de la Autoridad Portuaria de Valencia y de Acciona llevaron a cabo la fase de pruebas del nuevo faro con objeto de verificar el correcto funcionamiento de los distintos sistemas y equipos, al tiempo que se obtenían los permisos correspondientes para su puesta en servicio.

Esta fase se ha desarrollado durante prácticamente cuatro meses hasta el pasado 24 de junio, fecha en que se produjo la puesta en funcionamiento oficial del que

## Una unión que refuerza

*Los composites son materiales sintéticos mezclados heterogéneamente formando un compuesto con propiedades mecánicas superiores a las de las materias primas de las que procede. Uno de los más antiguos es el adobe, formado por arcilla y paja, que sirve para construir casas. Estos materiales compuestos se emplean desde mediados del pasado siglo en aplicaciones como ingeniería naval y civil, aeronáutica, astronáutica, material deportivo, automóviles o fabricación de prótesis, entre otros.*

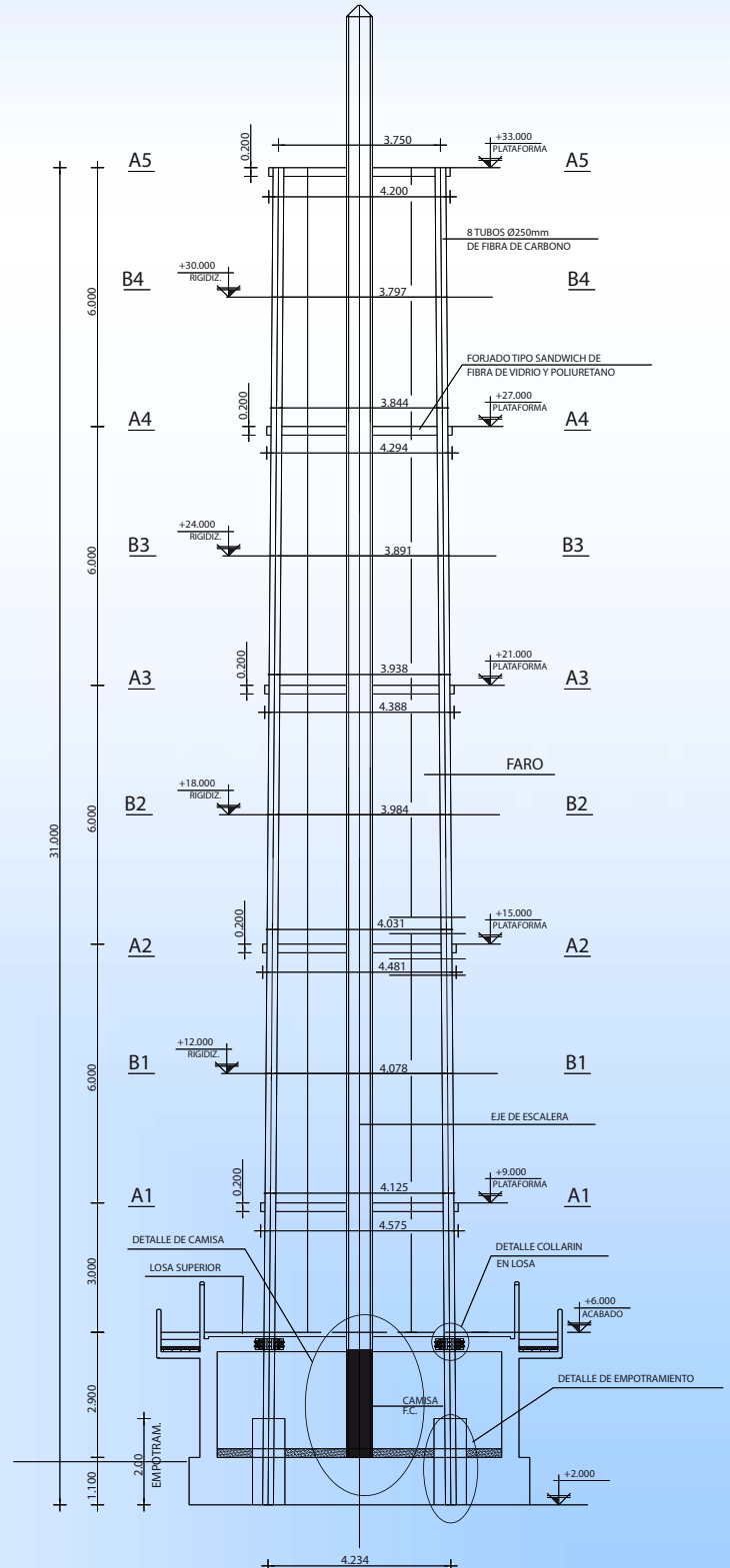
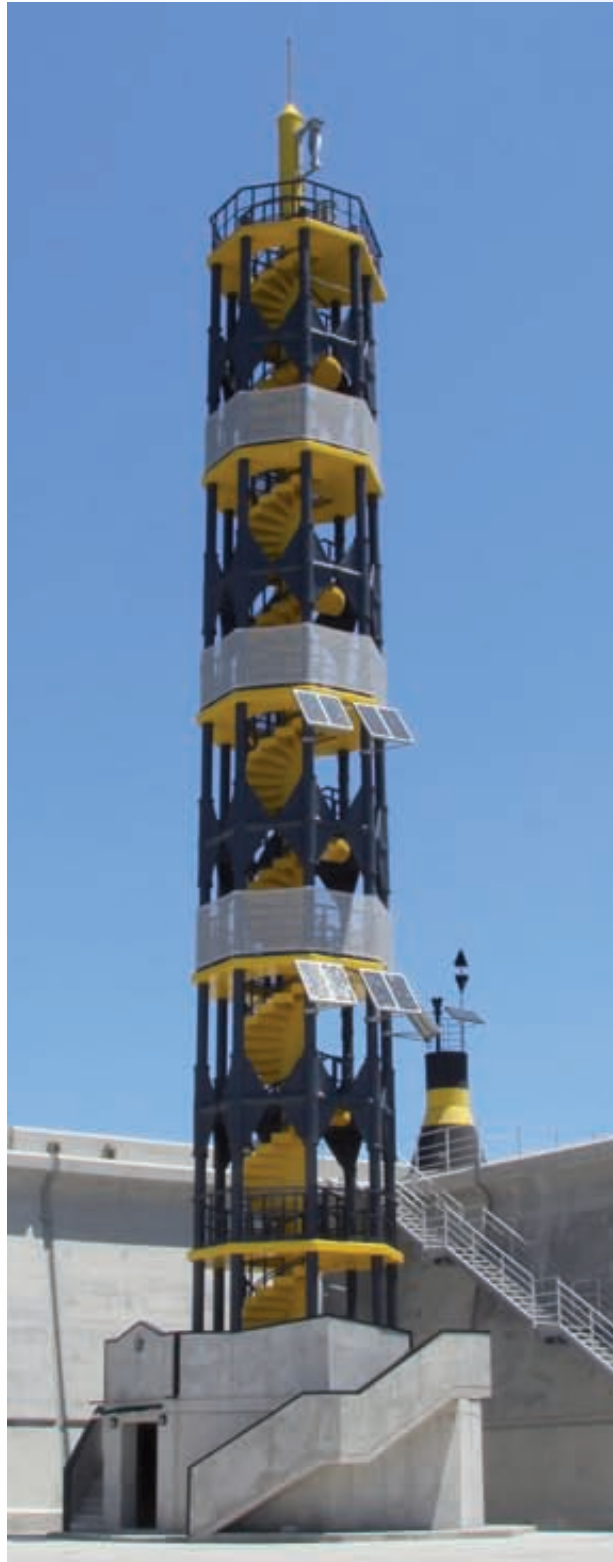
*Acciona ha sido la primera empresa en España en utilizar estos materiales para construir infraestructuras de transporte. Su primer desarrollo, en 2004, fue un puente de 46 metros de longitud sobre la autovía del Cantábrico en Asturias. Posteriormente construyó dos viaductos gemelos sobre la M-111 en Madrid, de 34 m de longitud y 21 de ancho (2008); la pasarela peatonal Almuñécar en Madrid-Río (2010), con una luz de 44 m; y otra sobre el río Júcar en Cuenca (2011), de 216 m. Sus últimos desarrollos son el puente de Ibjoungi en Gabón, de 17 m de longitud y 6 m de ancho (2014), la ampliación del puerto de Puerto del Rosario (2014) y la impermeabilización de los túneles de Pajares para la línea de alta velocidad León-Asturias (2015).*



ya es el primer faro del mundo con tipología de celosía fabricado a base de materiales compuestos. Un faro de última generación construido para desempeñar una de las funciones más antiguas de la navegación, la de servir de guía para los buques que se acercan al puerto de Valencia. ■

► El faro incorpora en su parte superior un pararrayos múltiple de acero inoxidable sobre un mástil de 2 metros.

# SIEGRIST & MORENO structures



Nuevo Faro del Puerto de Valencia - Proyecto de Construcción

*25 años innovando y creando estructuras*

*NUEVA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE SABADELL*

# Un histórico, de estreno



► La nueva torre de control se integra en el edificio principal del área terminal.

PEPA MARTÍN. FOTOS: AG AENA.

El aeropuerto barcelonés de Sabadell, con más de 80 años de historia, moderniza sus sistemas para la navegación aérea con la entrada en funcionamiento de la nueva torre de control, una infraestructura en la que Fomento, a través de Aena y Enaire, ha invertido 4,62 millones de euros.



Situado a tan solo 10 kilómetros de la ciudad de Barcelona y a 2 del centro urbano de Sabadell, el que es el mayor aeropuerto de aviación general de España, junto con el de Cuatro Vientos, en Madrid, estrena sistemas de navegación, dotaciones y equipamientos más modernos en su nueva torre de control. Se da así respuesta a las necesidades previstas conforme a los cálculos sobre la demanda de movimientos futuros que permitirá el desarrollo de la nueva área terminal del aeropuerto sabadellense.

El Ministerio de Fomento ha invertido, a través de Aena y Enaire, un total de 4,62 M€ en esta nueva torre de control, que queda integrada en el edificio principal del área terminal, junto con la urbanización destinada a instalaciones de hangares, el Museo Aeronáutico y una zona para aparcamiento de vehículos. El desplazamiento de gran parte de la actividad y las instalaciones hacia la zona este del aeropuerto, tal y como está contemplado en el Plan Director, hacía también conveniente levantar ahí un nuevo edificio de control aéreo.

La construcción de esta infraestructura se inició en diciembre de 2005. Una vez concluida la obra civil, en octubre de 2007, durante estos años se ha ejecutado una actuación adicional para la adecuación de instalaciones eléctricas y del sistema de climatización, así como de la instalación de su equipamiento para el Servicio de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS).

## Mejoras tecnológicas

Enaire ha prestado todo su apoyo a Aena en la puesta en servicio de la nueva Torre de Control del Aeropuerto de Sabadell.

La Dirección de Sistemas de Enaire, responsable de la definición, diseño e implantación de los sistemas de gestión de tráfico Aéreo, ha realizado la preparación de los correspondientes expedientes de suministro, y ha prestado a Aena y Enaire su soporte en las labores de dirección de los proyectos, realizando asimismo las tareas de inspección de la instalación, ejecución de pruebas, validación técnica, documentación y puesta en servicio de diferentes sistemas presentes en la Torre: SACTA, ICARO, Sistemas de Comunicaciones de Voz y Datos, Vigilancia y Monitorización de las Radioayudas a la Navegación del Aeropuerto. Estos sistemas proporcionan a los controladores de la Torre toda la información y los medios técnicos necesarios para la realización de su labor diaria.

Estas tareas se han realizado en estrecha coordinación con los responsables de la Dirección Región Este de Enaire, responsable de la explotación técnica de estos sistemas, así como con las diferentes unidades de Aena implicadas: Dirección del Aeropuerto, Dirección de Infraestructuras y Tecnologías de la Información y Dirección de Operaciones, Seguridad y Servicios.



## El sistema SACTA, con tecnología totalmente española, facilita la comunicación automática entre centros de control nacionales y extranjeros

La metodología utilizada ha permitido una transición sin pérdida de servicio y en todo momento con garantías y coberturas de acuerdo a los reglamentos de Cielo Único y los estándares de seguridad operacional establecidos en Enaire.

Los sistemas instalados son de última generación y equiparan a la nueva Torre de Control del Aeropuerto de Sabadell con cualquier otra infraestructura de la red de Enaire y Aena.

Entre estas mejoras tecnológicas que han entrado en funcionamiento destaca especialmente la instalación del Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo (SACTA III), encargado de procesar toda la información relativa a datos de vuelo, vigilancia e información meteorológica y aeronáutica recibida y presentada al controlador para automatizar el control del tráfico aéreo nacional.

El objetivo de SACTA, tecnología cien por cien española diseñada para la red de Aena por Indra, es integrar los sistemas de todos los centros de control de ruta y aproximación de nuestro país para que manejen datos

coherentes y funcionen de manera coordinada, así como el incremento de la capacidad de control del tráfico aéreo, además de homogeneizar los sistemas de control a escala nacional.

En el ámbito internacional, este sistema facilita la comunicación automática entre centros de control españoles y extranjeros. Para ello utiliza estándares internacionales de intercambio de datos, reduce las actuaciones manuales al mínimo, detecta automáticamente posibles conflictos y aporta flexibilidad para reconfigurar el espacio aéreo operacional con el fin de minimizar los efectos de los denominados «picos de tráfico».

► El aeropuerto de Sabadell, inaugurado en 1934, es el mayor aeropuerto de aviación general, junto al de Madrid-Cuatro Vientos. Los vuelos de enseñanza ocupan el 70% de su actividad. Debajo, rescate en una avioneta durante un simulacro.





► Las nuevas instalaciones permitirán atender las más de 275 operaciones aeronáuticas que a diario se registran en el aeropuerto.

De esta forma, se consigue mejorar los niveles de capacidad y de fluidez del tráfico del Sistema Nacional Aéreo, dentro de los parámetros de seguridad exigidos por la comunidad aeronáutica. El sistema está cumpliendo satisfactoriamente con las expectativas de mejora de la gestión del tráfico aéreo, ya que está dando una respuesta adecuada a la demanda de vuelos que utilizan el espacio aéreo español.

Otra de las mejoras técnicas es el Sistema de Comunicaciones Orales, que consiste en la instalación de un Sistema de Comunicación por Voz (SCV), dotado asimismo de recepción de radio y transmisiones de emergencia, un sistema de grabación multicanal y sistema horario, así como del equipamiento complementario de control y los nuevos puestos de trabajo.

Este sistema da soporte a las comunicaciones de voz Tierra-Aire entre controladores de tráfico aéreo y pilotos de aeronaves, a comunicaciones de voz Tierra-Tierra, entre controladores de tráfico aéreo para coordinación, y entre estos y personal de apoyo, gestión y administración, y apoyo a la explotación y administración del sistema.

De esta forma se facilita a los controladores aéreos y personal de apoyo iniciar, recibir, atender y mantener comunicaciones por radio o telefónicas, tanto reales como de adiestramiento, e incluye, adicionalmente, medios que permiten realizar labores de apoyo a la explotación del sistema, como administración, configuración, sectorización, supervisión y elaboración de históricos y estadísticas de uso y mantenimiento.

## ▬ Pruebas previas

Esta modernización de los sistemas de navegación aérea ha requerido también que la puesta en servicio de los diversos equipamientos y de los sistemas de comunicaciones haya estado supervisada por técnicos de Enaire, en colaboración con técnicos de control de la empresa prestadora del servicio de tránsito aéreo, FerroNATS.

Por ello ha sido necesario de forma previa realizar y superar satisfactoriamente las pertinentes pruebas de transición y marcha atrás de los sistemas y equipamiento de comunicaciones, navegación y vigilancia, que se realizaron en la noche del 21 al 22 de septiembre.

Una vez entrenado el personal técnico de Enaire y el operativo de la empresa FerroNATS, se instalaron los equipos de control de tráfico aéreo y comunicaciones. La noche del 5 al 6 de octubre se efectuó la migración de los sistemas de dichos equipos para realizar la puesta en explotación de la nueva torre de control, que quedó operativa a primera hora de la mañana.

## ▬ Obra civil

La nueva torre cuenta con 790 m<sup>2</sup> de superficie construidos y 29 metros de altura, el equivalente a nueve plantas de un edificio convencional, una de ellas bajo rasante, que se desarrollan alrededor de un núcleo central donde se dispone una escalera del fuste. Este fus-



## Primer aeroclub de España

*El aeropuerto de Sabadell tiene una larga historia, su inauguración data del 1 de agosto de 1934. En principio su utilización fue tanto militar como civil, pero no fue hasta el 1 de Enero de 1979 cuando se abrió definitivamente al tráfico aéreo comercial, tanto nacional como internacional.*

*Dispone de una pista pavimentada de 1.050 m, con distancias declaradas desde ambas cabeceras de 900 m, a una altitud de 148 m sobre el nivel del mar, y más de 200 aeronaves tienen base en el aeródromo, originando más de 50.000 operaciones aeronáuticas en 2014, de las que 27.060 fueron aterrizajes y despegues y el resto sobre vuelos y tomas-despegues de vuelos de instrucción.*

*Entre escuelas, talleres y personal de Aena, más de 400 personas trabajan a diario en el aeropuerto sabadellense, que ha sido remodelado según el Plan Director, un proyecto que lo ha convertido en la infraestructura aérea más equipada en lo que a la aviación general se refiere.*

*El aeropuerto alberga al primer aeroclub de España, el Barcelona-Sabadell, con más de 1.000 socios y más de 10.000 horas voladas anualmente, así como cuatro escuelas de pilotos de avión y de helicóptero.*

*De hecho, los vuelos de enseñanza que se imparten en ellas ocupan un setenta por ciento de la actividad del aeropuerto, y el treinta por ciento restante se reparte entre vuelos de publicidad, fotografía y aerotaxi, vuelos privados y servicios y vuelos institucionales.*

*Además de estas escuelas de pilotos, existen otras dos en las que se cursa la titulación de tripulantes de cabina de pasajeros y auxiliares de vuelo. Del mismo modo, dos talleres colaboran con institutos oficiales en la formación de futuros mecánicos de aeronave. El aeropuerto también organiza rutas pedagógicas por sus instalaciones con el objetivo de acercar a los estudiantes el mundo de la aviación.*

te de la torre está incluido en sus cuatro primeras plantas, desde planta sótano a planta segunda, en el edificio terminal, en el que está perfectamente integrado.

De hecho, ambos edificios comparten dependencias, entre ellas, las que acogen los despachos técnicos y administrativos del personal de mantenimiento de Enaire y del proveedor de servicios ATS (FerroNATS). En cuanto al resto de la torre, está construida de forma independiente a partir de la tercera planta y hasta la novena, plantas por las que están repartidas otras dependencias funcionales necesarias: sala de descanso y sala de instalaciones de climatización en la quinta planta, fanal en la séptima o un campo de antenas situado en la cubierta.

## Presupuesto

Fomento ha invertido en la nueva torre de control 4,62 M€, distribuidos entre la obra civil, a la que se han destinado 1,96 M€ y en la que se incluyen las asistencias técnicas de redacción de proyecto y de control y vigilancia, y 2,66 M€, correspondientes a los expedientes de equipamiento y sistemas para los servicios de navegación aérea.

La distribución del presupuesto de la obra civil ha supuesto destinar 1,46 M€ a la obra nueva en sí, y medio millón de euros más a las actuaciones de equipamiento de la infraestructuras, incluyendo instalaciones de tecnologías de la información y comunicaciones.

En cuanto al equipamiento y sistemas de navegación, el importe ha sido de 1,14 M€ del sistema VICTOR para la TWR, suministro en estado operativo de un sistema SACTA III y, para el sistema de comunicaciones orales en la nueva torre, otros 2,66 M€. ■

► Más de 200 aeronaves tienen su base en el aeropuerto de Sabadell.

# Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



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





*LEY DE SUELO Y REHABILITACIÓN URBANA*

# Un solo texto





► La Ley tiene entre sus objetivos garantizar la igualdad en el ejercicio de los derechos y deberes relacionados con el suelo.

#### R.F.

El pasado 30 de octubre el Consejo de Ministros dio su aprobación al texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, en la que se integran y armonizan los textos correspondientes a la Ley de Suelo del Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, y los referidos a la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.



El nuevo Real Decreto, en vigor desde el pasado 31 de octubre, tiene como principal objetivo, además de agrupar y ordenar en una sola norma reguladora el contenido de los citados textos, el de dotarla de mayor claridad, armonizando terminología y contenidos y facilitando, en definitiva, su consulta y manejo.

El texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana consta de un total de nueve títulos, incluido el preliminar, 13 capítulos y 68 artículos, además de 13 disposiciones adicionales, 4 transitorias y 3 finales.

#### Objetivos

El título preliminar contiene las disposiciones de carácter más general, establece el territorio estatal como ámbito de la Ley y define, entre sus dos grandes objetivos: garantizar la igualdad en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales relacionados con el suelo, además de un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano. Se incluyen asimismo las definiciones para algunos de los conceptos manejados en la Ley, entre ellos los referidos a actuaciones sobre el medio urbano; infravivienda; residencia habitual; coste de reposición de una construc-



► Las políticas relativas a la ordenación, transformación y uso del suelo debe regirse por el principio de desarrollo sostenible.

ción o edificación —el valor actual de construcción de una nueva planta en relación con las características constructivas y la superficie útil, realizado con las condiciones necesarias para que su ocupación sea autorizable o, en su defecto, en condiciones de ser legalmente destinado al uso que le sea propio—; ajustes razonables, entendidos como las medidas de adecuación de un edificio para facilitar la accesibilidad universal de forma eficaz, segura y práctica sin que comporte cargas desproporcionadas, o el de edificio de tipología residencial de vivienda colectiva.

En el artículo 3 del título preliminar se establece el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible. Así, las políticas públicas relativas a la regulación, ordenación, ocupación, transformación y uso del suelo tienen como fin común la utilización de este recurso conforme al interés general y según el principio de desarrollo sostenible. En virtud de dicho principio, esas políticas públicas deben favorecer, pues, el uso racional de los recursos naturales y armonizar los requerimientos de la economía, el empleo, la cohesión social, la igualdad de trato y oportunidades, la salud y la seguridad de las personas, así como la protección del medio ambiente. Se reconoce igualmente que los poderes públicos deberán formular y desarrollar, en cuanto concierne al medio urbano, las políticas de su respectiva competencia de acuerdo a los principios de competitividad y sostenibilidad económica, social y medioambiental, cohesión territorial, eficiencia energética y complejidad funcional, procurando que el suelo, además de estar suficientemente dotado, se ocupe de manera eficiente.

Finalmente, el artículo 4 del Título preliminar establece que la ordenación del territorio y la ordenación urbanística son funciones públicas no susceptibles de transacción y, por lo tanto, organizan y definen el uso del territorio y del suelo de acuerdo al interés general, determinando las facultades y deberes del derecho de propiedad del suelo conforme al destino de este, lo que no confiere derecho a reclamar indemnización, a excepción de los casos contemplados en las leyes. Por todo ello, el ejercicio de la potestad de ordenación territorial y urbanística deberá ser siempre motivado, indicando los intereses generales a que sirve. De igual modo, la legislación al respecto deberá garantizar la dirección y control por parte de las Administraciones Públicas competentes del proceso urbanístico en sus distintas fases de ocupación, urbanización, construcción, edificación o uso del suelo por cualquier sujeto, público o privado.

## .\ Derechos básicos

En el título I, bajo el epígrafe "Condiciones básicas de la igualdad en los derechos y deberes constitucionales de los ciudadanos", el primero de los capítulos, consignado como "Estatuto básico del ciudadano", agrupa toda una serie de derechos y deberes en materia de suelo, urbanismo y vivienda ya recogidos en nuestra Carta Magna, entre ellos el derecho al disfrute de una vivienda digna, adecuada y accesible; el acceso en condiciones no discriminatorias a la utilización de las dotaciones públicas y los equipamientos colectivos; el de ser



► La Ley distingue entre las diferentes actuaciones de transformación urbana, estableciendo distintos tipos de participación pública y privada.

informados por la Administración competente de forma completa y en plazo razonable del régimen y condiciones urbanísticas aplicables a una finca determinada; el de participar efectivamente en los procedimientos de elaboración y aprobación de cualesquiera instrumentos de ordenación del territorio, urbanística o su evaluación ambiental mediante la formulación de alegaciones, reclamaciones y quejas, obteniendo de la Administración una respuesta motivada, así como el de ejercer la acción pública para hacer respetar las determinaciones de la ordenación territorial y urbanística. Se enumeran también una serie de deberes ciudadanos, entre ellos el de respetar y contribuir a preservar el medio ambiente y el paisaje natural, evitando efectuar actuaciones que contaminen el aire, el agua, el suelo y el subsuelo; cumplir los requisitos y condiciones a que la legislación sujete las actividades molestas, nocivas o peligrosas; respetar y hacer un uso racional y adecuado de los bienes de dominio público, infraestructuras y servicios urbanos, o respetar y contribuir a preservar el paisaje urbano y el patrimonio arquitectónico y cultural.

El capítulo II, bajo la denominación de “Estatuto básico de la iniciativa y la participación en la actividad urbanística”, reúne en su articulado los distintos tipos de actuaciones de transformación urbanística y actuaciones edificatorias, distinguiendo entre las de nueva urbanización, como las que suponen el paso de suelo rural a urbanizado; las de reforma o renovación de un ámbito de suelo ya urbanizado; las de dotación a fin de incrementar o mejorar equipamientos públicos; las de nueva edificación y sustitución de la edificación exis-

tente, y las de rehabilitación edificatoria. Se establecen también los distintos supuestos de participación pública y privada en las actuaciones de transformación urbanística y edificatoria; igualmente se definen el régimen y el marco de actuación de las distintas entidades que junto a las Administraciones Públicas y sus entidades competentes podrán participar en la ejecución de las actuaciones, como comunidades y agrupaciones de comunidades de propietarios, cooperativas de viviendas, propietarios de construcciones, edificaciones y fincas urbanas, empresas, entidades o sociedades con título acreditado para participar en dichas operaciones, y las asociaciones administrativas que se constituyan de acuerdo con lo previsto en la legislación sobre ordenación territorial y urbanística o aquellas constituidas conforme al artículo 10 de la Ley, con personalidad jurídica propia y dependientes de la Administración urbanística actuante, a quien competirá la aprobación de sus estatutos.

## Deberes y cargas

El capítulo III conforma el Estatuto jurídico de la propiedad del suelo y dedica su articulado al régimen urbanístico del derecho de propiedad del suelo, vinculado a sus usos o destinos concretos; a las facultades (uso, disfrute, explotación) contenidas en el derecho de propiedad y adecuadas a su clasificación y destino conforme a la legislación aplicable. Se establecen así las facultades del derecho de propiedad en el caso de los suelos en situación rural y en situación de urbanizado,



así como los respectivos deberes y cargas, entre ellos el de conservación en las adecuadas condiciones de seguridad, salubridad y accesibilidad.

### Los grandes objetivos de la Ley son garantizar la igualdad de derechos y deberes relacionados con el suelo y un desarrollo sostenible y eficiente

El estatuto básico de la promoción de las actuaciones urbanísticas es el contenido esencial del capítulo IV, cuyo artículo 18 se refiere a los deberes vinculados a la promoción de las actuaciones de transformación urbanística y a las actuaciones edificatorias, como el de entregar a la Administración competente, y con destino a patrimonio público de suelo, el suelo libre de cargas de urbanización correspondiente al porcentaje de la edificabilidad media ponderada de la actuación, un porcentaje que no podrá ser inferior al 5 por ciento ni superior al 15 por ciento. Por su parte, en el artículo 19 se recogen los derechos de realojamiento y de retorno, referidos a aquellos ocupantes legales de inmuebles que sean su residencia habitual y se vean afectados por alguna actuación sobre el medio urbano que requiera su desalojo.

El título II tiene entre su contenido las bases del régimen del suelo, las reglas procedimentales comunes y las normas civiles. El articulado relativo a las bases de régimen del suelo determina, entre otros aspectos, los criterios básicos de su utilización, las situaciones básicas del suelo (rural o urbanizado) y los diferentes supuestos que pueden modificarlas y, finalmente, la evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano, junto a la garantía de la viabilidad técnica y económica de las actuaciones sobre el medio urbano. Con respecto a las reglas procedimentales comunes y las normas civiles, el artículo 23 fija los criterios a seguir en las operaciones de distribución de beneficios y cargas en distintos supuestos de subrogación de la propiedad, mientras que el artículo 24 agrupa las reglas específicas que han de aplicarse en las actuaciones sobre el medio urbano, entre ellas la equidistribución de los costes y beneficios o los planes de realojo o de retorno si fueran necesarios. El artículo 25 se refiere a la publicidad y eficacia en la gestión pública urbanística y, más concretamente, al obligado trámite de información pública a que deben ser sometidos todos los instrumentos de ordenación territorial y de ordenación y ejecución urbanística. Finalmente, los artículos 26, 27 y 28 describen los términos legales referidos a fincas, parcelas y complejos inmobiliarios; la vinculación, en caso de transmisión, del nuevo titular de una finca res-

► La Ley garantiza la participación ciudadana en los procedimientos sobre ordenación territorial o evaluación ambiental de las actuaciones.



► En la Ley se recogen, entre otros aspectos, aquellos que regulan el Informe de Evaluación de los Edificios y su estado de conservación.

pecto a los deberes en materia de ordenación territorial y urbanística, y los requisitos para declaración de obra nueva y su inscripción en el Registro de la Propiedad.

El título III recoge los diferentes aspectos que regulan el Informe de Evaluación de los Edificios, entre otros los relativos a su estado de conservación, la certificación de su eficiencia energética o la capacitación que deberán acreditar los técnicos competentes para suscribir el informe. En el Título IV se agrupa cuanto tiene que ver con la cooperación y colaboración interadministrativas, su organización y el establecimiento de los distintos tipos de convenios conducentes a la financiación de posibles actuaciones de rehabilitación edificatoria o regeneración y renovación urbanas.

## Valoraciones

Los títulos V y VI reúnen distinta normativa reguladora relativa al régimen de valoraciones del suelo (rural y urbanizado) e inmuebles; criterios para su tasación o, en su caso, para la indemnización en los supuestos previstos en la Ley; el régimen relativo a las expropiaciones justificadas en razón de la ordenación territorial y urbanística; las condiciones del justiprecio o las de ocupación e inscripción en el Registro de la Propiedad, etc.

El título VII está dedicado a la procedencia, alcance y régimen de la venta o sustitución forzosas, además de a los patrimonios públicos de suelo, su composición, finalidad y destino. Y finalmente, en el Título VIII se concreta el régimen jurídico, referido a las actuaciones ilegales y detallando los actos susceptibles de ser declarados nulos de pleno derecho, las infracciones constitutivas de delito y los procedimientos administrativos correspondientes, como la acción ante los tribunales ordinarios o el recurso contencioso-administrativo. Los últimos artículos son los relativos al Registro de la Propiedad y los actos inscribibles en el mismo, su certificación administrativa, las clases de asientos y los expedientes de distribución de beneficios y cargas, su inscripción y efectos.

Completan el nuevo texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana 13 disposiciones adicionales, entre ellas la relativa al Sistema de información urbana al servicio de las políticas públicas para un medio urbano sostenible, a la gestión de suelos patrimonio del Estado o a los suelos forestales incendiados, además de otras cuatro disposiciones transitorias, como las dedicadas a la aplicación de suelo para vivienda protegida y a los criterios mínimos de sostenibilidad, y otras tres finales, entre ellas la referida a la cualificación técnica necesaria para suscribir el Informe de Evaluación de Edificios. ■



► Estación del eléctrico en el puerto de Navacerrada.

### *EL FERROCARRIL ELÉCTRICO DEL GUADARRAMA, CAMINO DEL CENTENARIO*

# Vía a las cumbres

TEXTO Y FOTOS: MARIANO SERRANO PASCUAL

En 1923 se hizo realidad la idea de acercar hasta las cumbres de la sierra de Guadarrama no solo a los cientos de madrileños que cada sábado cambiaban el ajetreo de la ciudad por el aire de la montaña, sino a los pioneros de unos deportes, el alpinismo y el esquí, que entonces eran muy minoritarios en España. El eléctrico del Guadarrama, casi 100 años después, discurre hoy por parajes emblemáticos de nuestro más reciente Parque Nacional.

**L**a historia del ferrocarril del Guadarrama (o "tranvía", como se le denominó entonces) se remonta a principios de 1917, cuando por iniciativa de ocho socios —dos abogados, dos "propietarios", un químico, un agente de bolsa, un arquitecto y un ingeniero—, se crea el Sindicato de Iniciativas del Guadarrama, que, dos años después, una vez conseguidas las concesiones, se convertiría en la Sociedad Anónima del Ferrocarril Elé-

trico del Guadarrama. Los promotores del Sindicato de Iniciativas desembolsaron 50.000 pesetas, aportadas por seis de los socios, mientras que la aportación de los otros dos, el ingeniero José Aguinaga Keller y el arquitecto Ignacio Aldama Elorz, consistiría en su trabajo: el primero, la realización del proyecto de ferrocarril desde Cercedilla hasta el corazón de la montaña, el puerto de Navacerrada, y el segundo, la urbanización de parte de esta, incluyendo, entre otros proyectos inmediatos, la construcción de un hotel en el puerto de Navacerrada.



► El eléctrico del Guadarrama en la estación de Cotos.

## ¿Si esta sierra estuviera cerca de París!

Y es que la iniciativa, lejos de limitarse al pequeño tren, iba mucho más allá, con la vista puesta en una vasta urbanización de la sierra, que en un principio se centraba en el comienzo y final de la línea pero que más tarde se proponía llegar hasta el puerto del Paular (actualmente puerto de los Cotos) e incluso más allá, adentrándose en el valle del Lozoya y en los pinares de Valsaín. Como se expone en la Memoria del Consejo de Administración de la primera junta general que celebra la Sociedad, en 1921, “la construcción de un ferrocarril (...) no podía ser más que un principio, un punto de partida para mayores empresas”.

Se trataba, en fin, como se insiste en la misma Memoria, de hacer lo posible para que llegue un día “en que la sierra tenga todas esas comodidades y diversiones que nos encantan en otros países y que son en ellos fuentes de ingresos”, poniéndose la Sociedad manos a la obra en lugar de esperar resignadamente a que fueran compañías extranjeras las que, viendo el filón, tomaran la delantera “llevándose con ello la gloria y el provecho”. “Muchísimas veces —continúa este documento—, en nuestras excursiones a la sierra de Guadarrama, hemos oído lanzar a nuestro alrededor esta exclamación: ¡Si esta sierra estuviera tan cerca de París o de Londres como lo está de Madrid, estaría cuajada de tranvías, funiculares, hoteles, campos de sport, etc.!”.

El turismo de montaña y el deporte (*sport*, como todavía se decía entonces) de la nieve —aún muy minoritarios— estaban en la base de estas ideas. No en vano algunos de los promotores del Sindicato y de la posterior Sociedad, como González de Amezúa o el propio ingeniero del ferrocarril, Aguinaga, habían sido los fundadores, en 1903, del Twenty Club, germen del Club Alpino Español. Al mismo González de Amezúa se le considera el introductor del esquí en España. Antes de fundar el club, Amezúa y un grupo de amigos se encontraban con frecuencia en sus excursiones por la sierra con un extranjero que se deslizaba sobre unos extraños patines. Era el noruego Birger Sörensen, que dirigía la sucursal española de la compañía maderera noruega de la que era propietaria su familia. Sörensen frecuentaba la sierra con el fin de comprar madera para su empresa en el aserradero de Rascafría, perteneciente a una sociedad belga que explotaba los pinares del Paular, y aprovechaba cualquier ocasión para practicar su deporte favorito. Sörensen —cuya afición a esquiar en esa zona acabaría dando nombre a uno de los parajes más conocidos de la sierra, la loma del Noruego, junto a Cotos— introdujo en ese deporte al joven Amezúa y a sus amigos. Fue el propio Sörensen quien se encargó de fabricar en su empresa los primeros esquís para aquellos jóvenes y, junto a su apoderado K. Christiensen, de enseñarles su utilización. Poco después, González de Amezúa y otros 19 compañeros, entre ellos también Aguinaga Kéller, fundaban el Twenty Club, que tendría

## Así se contó aquella “magna empresa”

La inauguración fue un gran acontecimiento que encontró eco en todos los periódicos. Así lo contaba ABC el día 13 (y al día siguiente luciría en su portada, a toda página, una foto del evento): “Con la asistencia de Sus Majestades los Reyes D. Alfonso y doña Victoria, tuvo lugar ayer la inauguración del ferrocarril eléctrico del Guadarrama. La magna empresa de facilitar el acceso a la sierra se ha visto ayer coronada por el más lisonjero de los éxitos. En trenes cómodos y lujosos, y en un espacio de tiempo relativamente breve, podrá, de aquí en adelante, el vecindario madrileño gozar del sorprendente espectáculo que, en todas las estaciones, ofrece el Guadarrama, y saturarse de los aires puros de la sierra. El ferrocarril eléctrico del Guadarrama viene a resolver el importante problema de quienes, por escasez de medios económicos, se ven obligados a vivir siempre en la urbe (...). A las seis en punto se puso en marcha el ferrocarril (...). Formaban éste tres coches comodísimos. El primero de ellos, en el que viajaban Sus Majestades, séquito real y autoridades, estaba adornado con ramajes y cintas de los colores nacionales. Al arrancar el tren el pueblo de Cercedilla y la colonia veraniega vitorearon entusiastamente a Sus Majestades. Aunque el trayecto tiene varias estaciones, no paró el tren hasta llegar al sitio donde se halla la central de máquinas (...). Visitaron los Reyes la sala de máquinas, y acto seguido procedió a la bendición del ferrocarril, que administró el obispo (...). Terminada la ceremonia, subieron nuevamente los Reyes al ferrocarril, que continuó su marcha, no parando ya hasta llegar al término del trayecto, o sea el Puerto de Navacerrada. Los invitados fueron obsequiados con un lunch. No es necesario hacer ahora un elogio de la hermosura del paisaje (...). Baste decir que todos los invitados salieron satisfechísimos de la excursión, y que Sus Majestades tuvieron grandes elogios por la manera como había sido realizada la magna empresa”.

La Correspondencia, por su parte, incide en el significado de la obra: “Los excursionistas recorrieron parte de las extensiones de terrenos que posee la Sociedad para la construcción de hoteles, y oyeron de labios del Sr. Aguinaga los grandes proyectos de urbanización, dotándoles de agua potable, red de alcantarillas y energía eléctrica. Hecho esto se prolongaría el trazado del ferrocarril hasta El Pualar, para crear allí un centro de deportes, sin rival acaso en el mundo, por sus condiciones naturales insuperables y por su situación a las puertas de una gran metrópoli. Con esta obra se ha alcanzado proporcionar al pueblo de Madrid un punto en el que puede descansar de la diaria y agobiante labor y nerviosidad de la ciudad, respirando aires purísimos en medio de un encantador panorama”.

Y la Revista de Obras Públicas de ese mes de julio ponía el acento en el origen del proyecto: “Un puñado de españoles de buena voluntad ha dado cima a la empresa de acercar a Madrid la sierra de Guadarrama, hermoso paraje desconocido para la mayoría de los madrileños a causa de la carencia de medios de transporte, y esto se ha conseguido sin necesidad de que empresas extranjeras pongan mano en la resolución del problema”.



Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama

Coché automotor equipado con 4 motores a 100 HP. — 1.200,3 voltios. — Tensión máxima en la línea de trabajo, 1.200 voltios. — Tara del coche motor, 35 T. — Capacidad de viajeros, 150. — Suministrado por la S. E. E. Brown Boveri.



su primera sede, cedida por el Ministerio de Fomento, en la casa de peones camineros que había en el Ventorrillo, al pie del puerto de Navacerrada.

Por entonces la única forma de acercarse a la sierra desde Madrid era el ferrocarril de la compañía del Norte, que paraba en Cercedilla. Los simples excursionistas que solo pretendían airearse un poco podían dar por cumplidas sus expectativas con un paseo por las cercanías del pueblo. Pero cualquier montañero o aquellos primeros *skieurs* debían remontar aún, desde la estación, a lomos de caballerías los más pudientes o andando la mayoría, los 12 o 14 kilómetros que les separaban de los paisajes de las cumbres o de las mejores zonas de esquí, travesía que duraba horas y en la que invertían gran parte de la jornada. Ni siquiera los esquiadores del refugio del Ventorrillo se daban por satisfechos. Fueron algunos de ellos los que, poco después, atisbando en aquel proyecto un buen negocio, idearon llevar a todo el mundo, excursionistas y deportistas, hasta el corazón de la sierra por medio de un tranvía eléctrico que, en solo 45 minutos, les dejaría al pie de las mismas cumbres del Guadarrama.

► Arriba, los automotores suizos de la serie 100 fueron los primeros en utilizarse en esta línea (fotografía del Anuario de los Ferrocarriles Españoles de 1924). Debajo, la estación de Cercedilla en los 50, con una unidad del eléctrico al fondo.



## La línea original

Como ya se ha comentado, el proyecto original del ferrocarril se debe a José de Aguinaga (1883-1971), ingeniero que llegaría a ser Director General de Ferrocarriles en los años 50. Con un presupuesto total de 800.000 pesetas, incluida la construcción y el material de explotación, la nueva línea entre Cercedilla y el puerto de Navacerrada tendría una longitud de 11.145 metros, un desnivel total de 600 metros y pendientes del 6 por ciento. Para la vía, de ancho métrico y con curvas cuyos radios estaban comprendidos entre 60 y 300 metros, se montaron rieles de tipo Vignole en barras de 12 metros, apoyada cada barra sobre 16 traviesas de roble. Los postes eran de pino, situados a 30 metros, menos en curvas, donde distaban 18 metros. La línea aérea dependía de una central generadora situada en la estación de Siete Picos, hacia la mitad del recorrido, donde se montó un motor diésel de 600 CV y un transformador que suministraba corriente a 1.200 V.

En este primer recorrido —luego, como sabemos, se ampliaría hasta Cotos— había siete estaciones: Cercedilla-estación de Norte, Cercedilla-pueblo, Las Heras (escrito así, con *h*), Camorritos, Siete Picos, Collado Albo, Peña Hueca y Puerto de Navacerrada. En realidad, no se trataba de estaciones sino de simples apeaderos. En Cercedilla, el andén se encontraba a espaldas de la estación de vía normal del ferrocarril del Norte, y no se construyeron auténticas estaciones hasta que Renfe se hizo cargo de la línea en los años 40, aunque solo en Siete Picos y el puerto de Navacerrada, mientras que en Cercedilla el andén del eléctrico se integró en la estación de vía normal.

En cuanto al primer material móvil, fue encargado en 1919 a la empresa suiza Brown Boveri, que construyó dos coches motores y dos remolques, popularmente conocidos como los “suizos”, a los que se asignó la denominación “serie 100”. Cada unidad, coche motor y remolque, tenía capacidad para 250 viajeros —150 de ellos sentados—, con dos clases, 2ª y 3ª. Los coches motores disponían de doble cabina de conducción, con dos motores por *bogie*, desarrollando cada uno una potencia de 71,76 kW. A causa de los pronunciados desniveles, uno de los aspectos que más cuidó la empresa suiza, con gran experiencia en este tipo de trenes de montaña, fue el del frenado. Cada automotor contaba con cuatro sistemas: de aire comprimido Westinghouse, que accionaba las ocho zapatas de fundición; de aire comprimido Schlieren sobre el carril, que accionaba dos patines antideslizantes; eléctrico sobre resistencias, y manual, que accionaba las zapatas. La velocidad máxima que podía alcanzar el tren era de 30 km/h en horizontal y hasta 18 km/h en las rampas más acusadas.

## Los planes originales incluían la urbanización del recorrido y la ampliación hasta el ferrocarril Madrid-Burgos

Las obras se iniciaron en 1919 pero avanzaron a ritmo lento, dado lo abrupto del terreno, las dificultades de transporte del material y la dureza de los inviernos, durante los que se acumulaban grandes cantidades de nieve. A pesar de que la finalización estaba prevista a fina-

les de 1921, el viaje inaugural, con asistencia de los reyes, no se producirá hasta el 12 de julio de 1923. El trayecto duraba 45 minutos, con dos servicios de lunes a sábado y cuatro los domingos. Los horarios estaban combinados con el tren procedente de Madrid, de forma que el tiempo de espera en Cercedilla, tanto a la ida como a la vuelta, era solo de 15 minutos. El precio de los billetes era de 7,50 pesetas en segunda clase y 5,60 en tercera. Además, el Real Hotel Victoria del puerto de Navacerrada, perteneciente a la Sociedad y que hacía las veces de estación, abrió sus puertas un año después, ofreciendo a los viajeros del eléctrico dos menús a precios especiales de 6 y 8,50 pesetas el cubierto.

## Ampliación y reformas posteriores

Los planes de la Sociedad incluían la urbanización de todo el recorrido y especialmente del puerto de Navacerrada, así como la ampliación de la línea. Se llegó a hablar de urbanizar cuatro millones de metros cuadrados en el puerto del Paular y funiculares que, enlazando con el ferrocarril, subirían desde allí a Peñalara y Cabezas de Hierro, las dos montañas más altas a uno y otro lado del valle del Paular. También estaba proyectado un ramal hasta La Granja, y, por supuesto, la ampliación de la misma línea hasta Gargantilla de Lozoya, donde enlazaría con el FC Madrid-Burgos. Pero, aparte de una colonia de chalés en Camorritos y de la urbanización del puerto de Navacerrada —que sí se realizó, aunque ya, sobre todo, a partir de la década de los 60 con el auge de la estación de esquí, construyéndose varios albergues, hoteles, restaurantes, residencias militares y una decena de bloques de viviendas— aquellos planes, para bien del medio ambiente y del paisaje, se acabarían limitando a la prolongación del ferrocarril hasta el puerto de Cotos. Esta ha sido, aparte de modernizaciones y puntuales reformas (electrificación, estaciones del puerto de Navacerrada y Camorritos, vía y catenaria...), la más importante de las modificaciones que ha experimentado la línea en su casi centenaria vida, acaecida ya cuando el eléctrico era explotado por Renfe y había pasado a propiedad del Ministerio de Obras Públicas.

Existieron tres proyectos previos al definitivo: el del mismo José Aguinaga (1930), de Enrique Pastor Pacheco (1944) y de Ángel del Campo Francés (1953), que por distintas razones no llegaron a buen término. No sería hasta después de la aprobación de la Ley de 30 de marzo de 1954 (por la que se encarga al MOP la ejecución por cuenta del Estado de la prolongación de la línea) cuando ve la luz, ya en 1958, el proyecto definitivamente aprobado, esta vez debido a Francisco Javier de Calonje y Comyn. Las obras, con un presupuesto de 31,7 millones de pesetas y ejecutadas por la empresa Construcciones A.M.S.A., comenzaron en 1959 y fueron concluidas en 1964.



El nuevo tramo desde el puerto de Navacerrada hasta el de Cotos tiene una longitud de 7.340 metros, con dos apeaderos intermedios, Dos Castillas y Vaquerizas. Discurre casi en su totalidad por la vertiente segoviana, atravesando el bosque de Valsain, y en paralelo, aunque a una cota algo menor, a las carreteras SG-615 y M-604. El desnivel, a diferencia del tramo anterior, es mínimo, y las curvas son mucho menos pronunciadas. La electrificación era de tipo catenaria —y no tranviario, como la original— y se construyó una nueva subestación en Cotos. También a diferencia del primer tramo —sin apenas obras de envergadura y solo con algunos pasos superiores sobre arroyos o a nivel en el cruce de pistas forestales—, este nuevo tramo comienza nada más salir de la estación del puerto de Navacerrada con un túnel de 680 metros de longitud y secciones de entre 4,50 y 5,60 metros. El túnel, que pasa a una profundidad de casi 100 metros por debajo de la cota máxima del puerto (1.870 metros), une ambas vertientes de la sierra, la madrileña, en el municipio de Cercedilla, y la segoviana, en el de San Ildefonso, y fue sin duda la infraestructura más compleja de toda la línea debido a las

► El tramo entre el puerto de Navacerrada y Cotos atraviesa el pinar de Valsain.



► Arriba, estación de Camorritos. Debajo, unidad de la serie 442 en una postal de los años 70, cuando estas unidades empezaron a prestar servicio.

abundantes filtraciones de agua. Existe un segundo túnel de 50 metros al final de la línea y ya pasada la estación de Cotos, que se construyó cuando todavía se pensaba en una nueva ampliación. Aunque se llegó a instalar la vía, este túnel carece de boca de salida.

En estos casi cien años de existencia, el eléctrico ha experimentado otras reformas. Entre las más importantes están las realizadas entre 1973 y 1975, en las que se remozó por completo la línea, con sustitución de vía y de balasto y nuevas infraestructuras.

En cuanto al material rodante, a la llamada primera generación –los “suizos” de la serie 100– se unieron en 1964, con ocasión de la ampliación a Cotos, las unidades “Estado” de las series 3.000 (coches motor) y 6.000 (remolques), conocidos como los “navales”, fabricados por la Sociedad Española de Construcción Naval. Los “suizos”, modificados y ahora con numeración UIC 431, siguieron no obstante prestando servicio hasta entrados los años 80, aunque ya en 1976, tras la remoción completa de la línea, se adquieren las unidades de la tercera y última generación hasta el momento, la serie 442, que son la utilizadas en la actualidad. Además, desde

1967 se incorporó una quitanieves, momento hasta el que –paradójicamente en un tren destinado sobre todo a acercar a los esquiadores hasta las pistas– muchos días de invierno el eléctrico no podía prestar servicio, quedándose más de una vez bloqueado en medio de su recorrido.

## El Parque Nacional, una nueva oportunidad

La vida del eléctrico del Guadarrama no ha sido fácil, y en más de una ocasión ha estado a punto de no remontar la montaña de problemas que se ha alzado sobre él. Se ha suspendido el servicio en varias ocasiones: 1934-1941 por falta de mantenimiento y luego por la guerra; 1973-1976 por reformas; 2011-2012 también por trabajos; en periodos más breves, muy numerosos, por daños en la vía por nevadas o riadas. Y otras muchas veces se ha cuestionado la utilidad de mantener un ferrocarril de montaña de vía estrecha cuyos principales destinos son ahora alcanzables de forma más fácil y económica en vehículo privado.

Casi desde sus inicios las principales quejas de sus usuarios se refirieron al precio y a la escasez de servicios. Integrado hoy en la red de Cercanías de Madrid como línea C-9 o Zona Verde, las quejas siguen siendo las mismas. Desde 2011, además, se eliminaron definitivamente, excepto la del Puerto de Navacerrada, todas las paradas intermedias entre Cercedilla y Cotos, que hasta entonces habían sido, cuando menos, discrecionales.

La declaración del Parque Nacional del Guadarrama en 2013 debería servir para potenciar este medio de transporte, que en 40 minutos atraviesa y alcanza algunos de los lugares más emblemáticos del Parque y que es mucho más respetuoso con el medio ambiente que el vehículo privado, al que se sigue sin poner limitación, salvo la propia capacidad de los aparcamientos, en los puertos de Navacerrada y Cotos. Sin embargo, en la actualidad existen solo cuatro servicios de ida y cuatro de vuelta al día –con un automotor y un remolque–, a un precio de 8,70 euros el billete sencillo y 17,40 el de ida y vuelta. Frecuencias y precios que no ayudan a que el carismático eléctrico siga remontando los empinados repechos de la sierra para acercar, tal y como lo ha hecho durante casi un siglo, la ciudad a las cumbres. ■

### Para saber más del eléctrico

Aunque puede encontrarse mucha información en internet y en publicaciones de la época, la obra fundamental es la de Javier Aranguren, *El ferrocarril eléctrico del Guadarrama*, Aldaba Ediciones y Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Madrid 1987.



MUSEO FERROVIARIO DE ALCÁZAR DE SAN JUAN

# Paseo por la historia del tren



JULIA SOLA LANDERO

FOTOS: MUSEO FERROVIARIO DE ALCÁZAR DE SAN JUAN

En 1985, un grupo de amigos ferroviarios enamorados del tren, decidieron unir fuerzas para rescatar la historia del ferrocarril en Alcázar de San Juan (Ciudad Real), una ciudad para la que el tren ha sido parte fundamental de su historia.

**E**se mismo año crearon el Museo Ferroviario de la localidad que, a día de hoy, ofrece un delicioso paseo por la historia del tren. En su itinerario se pueden contemplar numerosas piezas recuperadas del olvido, auténticas reliquias y recreaciones del ambiente ferroviario, en las que se adivina el conocimiento y la pasión de sus impulsores.

De partida, el grupo de entusiastas y altruistas emprendedores pudo disponer de un patrimonio rico, pero disperso y sin clasificar: fragmentos inconexos del largo devenir ferroviario de la ciudad manchega: desde locomotoras y coches hasta utensilios y testimonios de viejas infraestructuras. Reunir todo aquello, clasificarlo, ordenarlo y exponerlo fue la tarea que se impusieron.

Para reunir fuerzas, crearon la Asociación de Amigos del Ferrocarril de Alcázar de San Juan, que se fue ensanchando y acogiendo a gentes de distintas ocupaciones, interesadas en reunir los vestigios del paso



## Estación de Alcázar

*Alcázar de San Juan es uno de los principales nudos de la red ferroviaria española. En su estación se bifurcan las líneas radiales que unen Madrid con el sur y sureste español, y su empuje viene desde los primeros tiempos del ferrocarril, cuando quedan terminadas las líneas que confluyen en él: la llegada a Alicante en 1858, a Ciudad Real en 1861 y a Córdoba en 1866. Evidencia de la importancia del tren en Alcázar es el hecho de que, a pesar de estar enclavada en una región eminentemente agrícola y ganadera, ha sido la actividad industrial y comercial la base principal de su economía local, sostenida en buena medida durante casi siglo y medio por el ferrocarril.*

*La estación se inauguró el 21 de mayo de 1854, junto con la segunda sección de la línea de ferrocarril Aranjuez-Almansa/Tembleque-Alcázar, proyectada para unir Madrid con el Mediterráneo, y adjudicada al constructor más pujante de la época, el marqués de Salamanca.*

*Tras la decadencia y extinción de la fabricación de pólvora, que fue durante años una fuente de actividad para Alcázar, el ferrocarril supuso para la ciudad manchega una auténtica oportunidad para dar salida a sus productos agrarios —en especial los del sector vinícola, que vio surgir grandes bodegas productoras de vino a granel y derivados—, o el establecimiento de fábricas de material ferroviario.*

*Los proyectos fallidos para construcción de otras líneas importantes como la línea de Cádiz, con un trazado independiente, beneficiaron a la ciudad manchega, que también albergó uno de los más importantes depósitos de máquinas de vapor y eléctricas, para la Compañía de Ferrocarriles Madrid Zaragoza Alicante y RENFE.*

*La ciudad ha diversificado sus intereses económicos después del declive del transporte de mercancías por ferrocarril, el cierre posterior de las fábricas de material ferroviario o la creación de las nuevas líneas de Alta Velocidad Madrid-Andalucía y Madrid-Levante, que no pasan por Alcázar. Ahora, la ciudad, que todavía mantiene una elevada actividad ferroviaria y la huella indeleble del tren, apuesta también por las industrias manufactureras y de transformación con uno de los primeros Polígonos de Descongestión Industrial de Madrid.*

► Vista aérea de la estación de Alcázar de San Juan, nudo estratégico de las comunicaciones ferroviarias. El museo busca conservar el rico patrimonio ferroviario ligado a la localidad manchega.

del tren. Y aquella empresa, lejos de ser efímera, cumple en este 2015, treinta años de andadura. Sus objetivos iniciales son los mismos: preservar el material ferroviario que atesora la ciudad y dar a conocer el numeroso material ferroviario de que dispone.

## ▲ Piezas singulares

El museo, ubicado en la vieja estación de trenes de la localidad, atesora piezas singulares como un vagón del año 1860, único en España, o impagables joyas ferroviarias como las vaporosas 040 de 1895 de la Compañía del Norte, la 640 y la 1400. También un vagón cerrado tipo J de finales del siglo XIX de la Compañía Andaluces, un remolque intermedio del ferrobús apodado por razones obvias “el abuelo”, maquinaria de vía, calderas fijas de vapor, tractor de maniobras serie 301.020, semáforos o calderas de vapor. Y unas de sus piezas más singulares son los tres grandes depósitos de agua, con capacidad para 130.000 litros cada uno, que llevan la firma del estudio de Eiffel.

Entre los logros más recientes de estos infatigables amigos del ferrocarril está la recuperación de un cuadro de enclavamiento de la estación de Cullera, una subestación de ignitrones única en España, de la década de los 50 para su restauración, y abundante material, ya restaurado, procedente de los gabinetes sanitarios de Renfe de la década de los años 70.

Y junto a las grandes piezas que miembros de la propia asociación recuperan y restauran, el museo reúne material menudo y variado como fotografías, maquetas, vagonetas, silbatos, gorras, útiles ferroviarios en gene-



► Fuente utilizada en el llenado de depósitos. Antigo reloj de estación y, debajo, bomba de agua.

ral. Entre sus rarezas más valiosas está la vajilla original del coche-salón de la Madrid, Zaragoza, Alicante (MZA), que utilizaba el rey Alfonso XIII en el vagón del tren, cuando viajaba con frecuencia en compañía de su familia a las playas de Alicante.

## Actividades

Las instalaciones del museo cuentan con dos áreas diferenciadas. Una exterior en la que se exponen las piezas de gran tamaño, como locomotoras y coches, y una zona interior organizada en dos edificios que albergan salas de exposiciones donde se guarda el material de pequeño tamaño. La zona interior cuenta con dos edificios para exposiciones. Uno de ellos alberga más de medio millar de objetos entre billetes y máquinas expendedoras, piezas de locomotoras, utensilios de vía, electrificación y comunicaciones, telefonía, piezas de uniformes de ferroviario, placas de fabricación de lo-



comotoras, faroles, cuadros de mando, maquetas, relojes, fotos o títulos del ferrocarril.

La segunda de las edificaciones es una construcción singular, a pesar de encontrarnos en tierras manchegas: un molino de viento construido en su día sobre la base de una vieja aguada y hoy restaurado. En sus tres plantas se distribuyen una biblioteca, una sala de proyecciones, una pequeña fragua de la época del vapor y una primorosa y detallada recreación de la sala de un atareado jefe de estación, sobre cuya mesa hay sellos de caucho, papeles, pisapapeles, banderolas de dar salida al tren y otros numerosos objetos relacionados con la administración de las instalaciones ferroviarias.

Los miembros de la asociación mantienen la llama encendida del museo mediante reuniones periódicas donde plantean y ponen al día las actividades a llevar a cabo. Entre estas están la organización de visitas gratuitas al museo guiadas por los miembros de la asociación, y el fomento del cariño por el ferrocarril a todas las escuelas de la comarca mediante visitas al museo y proyección de vídeos. Sumando al conocimiento algo de diversión, también han puesto en marcha un tren infantil para viajes por las dependencias del museo durante el horario de apertura: los domingos de 12 a 14 horas y con entrada gratuita.

Y para sellar lazos y compartir experiencias, también celebran una comida anual de hermandad para los socios. Como colofón a un año de actividad, el último sábado del mes de noviembre se realiza un encuentro anual de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril, que el año pasado llegó a su XV edición, y el Encuentro Nacional de Gachas Manchegas. Encuentro abierto al público en general con el único requisito de que algún miembro del grupo esté vinculado al ferrocarril. ■



*ARCHITECTUS OMNIBUS?, EN LA SALA DE LAS ARQUERÍAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO*

# Nuevas formas

► En la página opuesta, "Centro de día para niños" en Selb (Alemania). Junto a estas líneas, la "U-Rangerie" en Berlín.



M.S.

En el marco del VI Encuentro Hispano-Alemán organizado por el Goethe-Institut y el Instituto Cervantes, el programa "Architectus Omnibus?", con exposiciones en Berlín y en las Arque-rías del Ministerio de Fomento, así como otras actividades paralelas, investiga sobre distintas maneras de entender la arquitectura en el mundo de hoy. Para la exposición se seleccionaron diez proyectos del centenar que se presentaron a la convocatoria pública dirigida a arquitectos españoles y alemanes.

**E**n la confluencia del diseño material de espacios y edificios, la innovación, los requerimientos de sostenibilidad y, sobre todo, la implicación y participación social en el proceso arquitectónico, "Architectus Omnibus?" ha venido a ampliar la plataforma "Freshlatino", un proyecto de difusión de la arquitectura iberoamericana coordinado por el Instituto Cervantes y comisariado por los arquitectos Andrés Jaque y Ariadna Cantis. Es precisamente el Decálogo que preparó Jaque para esta plataforma, el que ha servido, a modo de bases de un concurso, para la convocatoria de este nuevo proyecto, comisariado en esta ocasión, junto al propio Jaque, por el historiador del arte alemán Andres Lepik, y dirigido ahora a arquitectos, estudios y colectivos alemanes y españoles.

### Arquitectura solidaria y participativa

Conceptos como la simetría entre ser humano, medio ambiente y patrimonio material e inmaterial; la arquitectura no solo como edificio, sino como los aconteci-

mientos que suceden en él; el paso de una ciudadanía basada en el consumo a otra basada en la participación; la habilitación de entornos amigables para la confrontación de necesidades y sensibilidades urbanas; la arquitectura colaborativa y el empoderamiento de las sociedades locales; el tanteo de nuevas vías, con un proceso iniciado no tanto por grandes acciones individuales como por acciones más pequeñas pero pensadas por más gente, o una arquitectura surgida de afecciones mutuas y de relaciones de reciprocidad, son algunos de los espacios de reflexión a los que la arquitectura no puede ser ajena. Es más, según Jaque, la arquitectura ha encontrado en las profundas crisis vividas por nuestras sociedades en los últimos años —financiera, migratoria, medioambiental, replanteamiento de los modos de participación política— un reto y una oportunidad para la innovación social y la extensión de proyectos y procesos a todo el tejido social.

En palabras de Andres Lepik, también comisario de la exposición, la meta final de la arquitectura no es ya la forma figurativa en sí misma —un edificio, una urbanización, un planeamiento—, sino el proceso que lleva a estos, un proceso que debe incluir cada vez más a los



implicados, a los futuros usuarios. El arquitecto debe poner una especial atención al contexto local, social y cultural, implicar a los usuarios y vecinos, con una meta final: la interconexión social de intereses y necesidades a través de un proceso participativo.

Una arquitectura como responsabilidad social, para todos y participada por una mayoría, dotada de dimensiones políticas y sociales, y en la que las inquietudes éticas sean indisolubles de la finalidad estética.

## Proyectos seleccionados

A la convocatoria de "Architectus Omnibus?" se presentaron más de un centenar de proyectos, tanto realidades ya construidas, como proyectos de investigación, proyectos de fin de carrera o propuestas de participación ciudadana y vecinal que tienen al espacio urbano como protagonista. Un conjunto heterogéneo pero con un denominador común: una arquitectura y un urbanismo más sociales y humanos.

Los diez proyectos y estudios seleccionados para la exposición han sido los siguientes:

**My House is Your Museum, Arquitecturas Torres Nadal.** El proyecto se plantea como otra manera de entender la vivienda, una experiencia de redistribuciones, con la que se pretende, según su autor, "hacer de la casa un lugar activo, productor de inteligencias de cambio".

**Derecho a la infraestructura, ExposeProposePolitici-se (Miguel Sánchez, Giulia Toscani y Jorge Martín Sainz de los Terreros).** Renunciando a la construcción de nuevas viviendas, se propone, en el marco del Plan Segre-



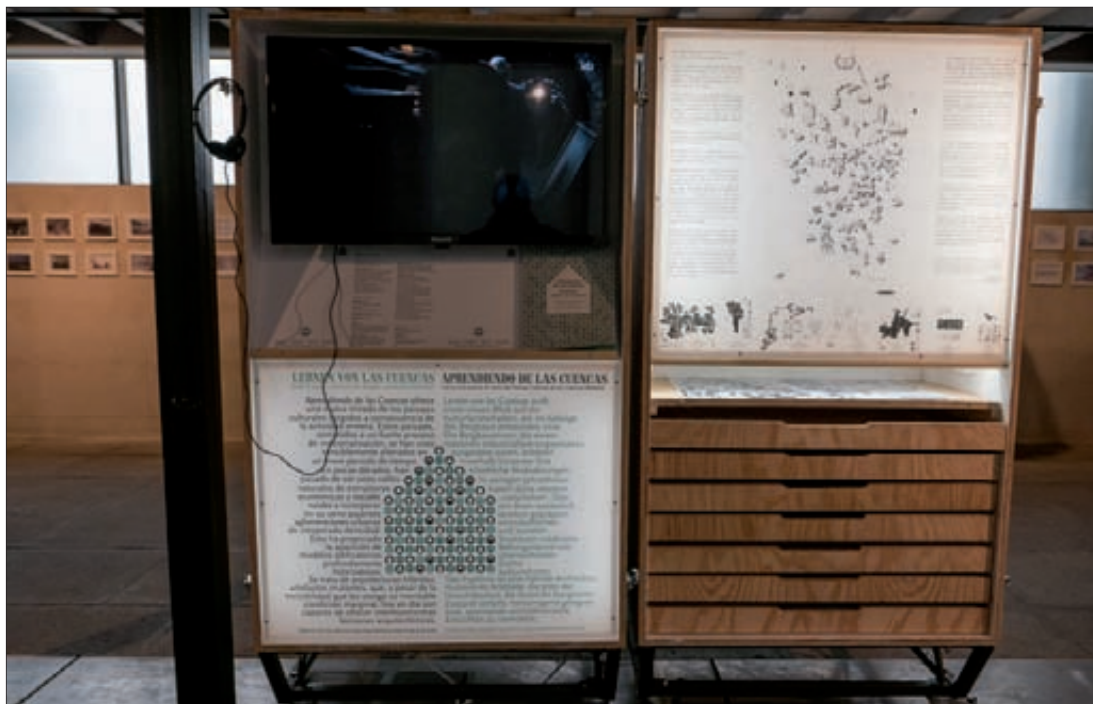
ra de Barcelona, una mejora del plan municipal de alquiler social, por medio de la creación de un *stock* de recursos gestionado democráticamente y a partir de una infraestructura desmercantilizada.

**El principio Kotti, Christine Bock y Ulrich Arno Pappenberger.** El proyecto promueve las complicidades urbanas entre el espacio, el ser humano, el tiempo, el conocimiento y las cosas; complicidades que solo pueden materializarse mediante un modelo de "trabajo en red e intromisión desde abajo en los procesos de política urbana".

**U-Rangerie, kollektivHabitüde.** Desarrollada por siete miembros de este colectivo multidisciplinar con sede en Berlín, la U-Rangerie, un espacio-invernadero, tiene co-

► A la izqda., "My House is Your Museum". Sobre estas líneas, "Tejiendo la calle", en Valverde de la Vera (Cáceres).

► A la derecha,  
"Aprendiendo de las  
cuencas". Debajo,  
"El principio Kotti".



mo escenario la ampliación de las zonas verdes del distrito berlinés de Gropiusstadt, donde se planteó esta idea como prototipo de construcción hecha por los usuarios.

**Tejiendo la calle, Marina Fernández Ramos.** Proyecto de participación colectiva en las calles de Valverde de la Vera (Cáceres), consistente en la elaboración de parasoles mediante la técnica del ganchillo utilizando materiales plásticos reciclados.

**Archipiélago Lab, Pedro Pitarch.** Se trata de un plan de acción para la metrópolis europea de nuestros días. Parte de la identificación de escenarios, esferas o islas que suponen un soporte relacional para los diferentes agentes. Se identifican siete tipologías que, a modo de islas, configuran el archipiélago de la ciudad, en este ca-

so Madrid, permitiendo esta identificación trazar un proyecto unitario y una narración coherente.

**Aprendiendo de las cuencas, Sara López y Nacho Ruiz.** El proyecto ofrece una mirada distinta sobre las cuencas mineras, sometidas a un intenso proceso de industrialización, lo que ha dado lugar a una configuración errática, desordenada y heterodoxa. Con el estudio de estas estructuras, sus autores pretenden renovar la imagen que se tiene de estos y otros paisajes industriales, devenidos ya en culturales.

**La oficina de los deseos, Stiftung Freizeit.** El proyecto, desarrollado en Wörgl (Austria), consistió en la creación de una instalación en la que se recogieron y publicaron los deseos de los vecinos en relación con su ciudad. Un proceso de intercambio, relación y empoderamiento vecinal que trasciende los métodos clásicos del urbanismo.

**Centro de día para niños, TallerDE2 y Gutiérrez-Delafuente.** El centro es el primer edificio de un total de cuatro en el centro de Selb (Alemania), un proyecto destinado a la población joven con el fin de generar una reactivación dinámica de la ciudad. El centro, que funciona mediante la autogestión, permite la conciliación de la vida familiar y laboral, al tiempo que refuerza la economía local.

**Instituto Do it Yourself, Todo por la Praxis.** Centro creado en Madrid basado en el aprendizaje colaborativo, que está conectado con distintas iniciativas ciudadanas, como huertos urbanos, entidades de trabajo social, etc. En el centro se desarrollan talleres y sirve además de espacio de trabajo, todo ello basado en la confluencia e intercambio de saberes. ■

## AEROPUERTOS

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras aeroportuarias en el mundo

**SALIDAS INTERNACIONALES**  
N.º 646. Pág. 16

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas implanta el programa A-CDM para una mejor gestión del tráfico aéreo

**LAS VENTAJAS DE COMPARTIR**  
N.º 646. Pág. 32

La red de Aena cierra 2014 con récord de movimientos y pasajeros

**EL AÑO DEL DESPEGUE**  
N.º 648. Pág. 12

La T2 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, medio siglo de historia viva

**AL FIN, EL MUNDO A LA VISTA**  
N.º 651. Pág. 46

El aeropuerto Málaga-Costa del Sol reduce su consumo en 23 millones/kWh en los tres últimos años

**MÁXIMA EFICIENCIA**  
N.º 653. Pág. 28

Décimo aniversario del Museo Aeronáutico del aeropuerto de Lanzarote

**HICIERON HISTORIA**  
N.º 653. Pág. 32

Nueva torre de control del aeropuerto de Sabadell

**UN HISTÓRICO, DE ESTRENO**  
N.º 656. Pág. 32

## ARQUITECTURA

Navarro Baldeweg, Premio Nacional de Arquitectura 2014

**LA INVESTIGACIÓN COMO FÓRMULA**  
N.º 647. Pág. 30

La exposición "Export" en el Museo ICO: reflexión sobre la arquitectura española en el exterior

**DE PUERTAS AFUERA**  
N.º 649. Pág.30

Las antiguas fábricas de tabaco: patrimonio industrial y memoria del trabajo femenino

**Y NO LA DE MÉRIMÉE**  
N.º 653. Pág. 38

Fomento destina 47 M€ a proyectos de recuperación del patrimonio

**RECUPERAR EL PASADO**  
N.º 654. Pág. 12

La Fundación Mies van der Rohe de Barcelona cumple 32 años

**LA PROYECCIÓN DE UN SÍMBOLO**  
N.º 654. Pág. 44

## AVIACIÓN

Aprobado el Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil

**ANTICIPAR Y PREVENIR**  
N.º 648. Pág. 30

## CARRETERAS

Puentes históricos en la cuenca del Llobregat

**TESTIGOS ANCESTRALES**  
N.º 646. Pág. 38

El subtramo La Franca-Unquera culmina el itinerario de la A-8 en Asturias

**EL ESLABÓN FINAL**  
N.º 647. Pág. 2

En servicio el tramo Sils-Caldes de Malavella

**IMPULSO A LA A-2 EN GIRONA**  
N.º 647. Pág. 10

En servicio el recorrido Polopos-Albuñol, el más largo de la A-7 en la costa granadina

**EL TRAMO MÁS COMPLEJO**  
N.º 647. Pág. 24

Fase final de la construcción del puente sobre la bahía de Cádiz

**EL COLOSO LUCE SILUETA**  
N.º 648. Pág. 2

Tercera ronda de A Coruña (AC-14), acceso libre de peaje

**CLAVE PARA LA MOVILIDAD**  
N.º 649. Pág. 2

En servicio el primer tramo de la variante exterior de la ciudad

**POR LA VEGA DE GRANADA**  
N.º 649. Pág. 10

Noveno tramo en servicio de los 10 de la autovía del Mediterráneo en Granada

**PENÚLTIMO ESLABÓN**  
N.º 650. Pág. 18

La prolongación de la LO-20 en Logroño permite enlazar La Rioja y Navarra por autovía

**CONEXIÓN SOBRE EL EBRO**  
N.º 650. Pág. 26

Abierta al tráfico la primera fase de la circunvalación de Elche

**MEJORA EN LA CONECTIVIDAD**  
N.º 650. Pág. 32

El Proyecto de Ley de Carreteras refuerza el servicio público viario

**PUESTA AL DÍA**  
N.º 651. Pág. 10

Abiertos los tres primeros tramos de la autovía A-54 en Lugo

**POR LA GALICIA INTERIOR**  
N.º 651. Pág. 18

En servicio el nuevo puente de acceso a la ciudad de Girona

**TIRANTES SOBRE EL TER**  
N.º 651. Pág. 26

En servicio la variante de Aranda de Duero (A-11) en Burgos

**EN TIERRA DE VIÑEDOS**  
N.º 651. Pág. 34

La autovía Ruta de la Plata (A-66) concluye en Zamora su itinerario Gijón-Sevilla

**COMPLETADO EL GRAN EJE OESTE**  
N.º 653. Pág. 2

En servicio el primer tramo de la variante suroeste de Talavera de la Reina

**JUNTO A LA VEGA DEL TAJO**  
N.º 653. Pág. 12

En servicio un tramo de 6 km de la circunvalación de Burgos (BU-30)

**PENÚLTIMO IMPULSO**  
N.º 654. Pág. 18

Nueva variante de la A-4 y conexión con la Ronda Oeste

**CÓRDOBA GANA MOVILIDAD**  
N.º 654. Pág. 26

En servicio el puente de la Constitución de 1812 en Cádiz

**DE TALLA MUNDIAL**  
N.º 655. Pág. 12

Culminada la autovía del Mediterráneo (A-7) en la provincia de Granada

**CIERRE DE ITINERARIO**  
N.º 655. Pág. 22

Concluida la autovía A-8 tras la apertura del itinerario Solares-Torrelavega

**VERTEBRACIÓN CANTÁBRICA**  
N.º 656. Pág. 2

En servicio el tercer tramo de la autovía Linares-Albacete (A-32) en Jaén

**AL SUR DE SIERRA MORENA**  
N.º 656. Pág. 20

## EXPOSICIONES

160 aniversario de la telegrafía eléctrica en España

**MENSAJES A LA VELOCIDAD DE LA LUZ**  
N.º 646. Pág. 58

200 años del nacimiento de Lucio del Valle

**LA SENCILLEZ MÁS ELEGANTE**  
N.º 649. Pág. 57

*Architectus omnibus?*, en la Sala de las Arquerías

**NUEVAS FORMAS**  
N.º 656. Pág. 54

Los Corredores Ferroviarios Europeos del Atlántico y del Mediterráneo cumplen 1 año

**MERCANCÍAS SIN FRONTERA**  
N.º 646. Pág. 2

En servicio el último subtramo de la LAV Sevilla-Cádiz

**AL SUR DE SEVILLA**  
N.º 646. Pág. 10

El tren laboratorio A330 Séneca incorpora nuevas tecnologías

**CHEQUES A ALTA VELOCIDAD**  
N.º 646. Pág. 24

Estatuto de la Nueva Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria

**LA SEGURIDAD, OBJETIVO ESENCIAL**  
N.º 647. Pág. 18

El primer tren de mercancías España-China, un camino de futuro

**LA RUTA FERROVIARIA MÁS LARGA DEL MUNDO**  
N.º 647. Pág. 38

El catálogo Singular Railway de Adif: espacios disponibles para rodajes y eventos

**ESPACIOS DE CINE**  
N.º 647. Pág. 48

Prueba de carga del viaducto sobre el río Ulla

**EXAMEN FINAL**  
N.º 648. Pág. 18

El Museo del Ferrocarril de Madrid cumple 30 años

**MEMORIA DEL TREN**  
N.º 648. Pág. 52

La conexión de las redes de alta velocidad de California, Nevada y Arizona y las antiguas rutas españolas

**VIEJOS CAMINOS QUE INSPIRAN LOS NUEVOS**  
N.º 649. Pág.22

"Adif en tu móvil", una aplicación con información en tiempo real

**LA ESTACIÓN EN EL BOLSILLO**  
N.º 649. Pág.38

# ÍNDICE TEMÁTICO REVISTA **Fomento** 2015

25 aniversario del Museu del Ferrocarril de Catalunya

## **TESOROS DE LA ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL**

N.º 649. Pág. 44

En servicio el Eje Atlántico al completo entre A Coruña y Vigo

## **GALICIA DE NORTE A SUR**

N.º 650. Pág. 4

Nueva temporada de los trenes turísticos de Renfe

## **LA MÁQUINA DEL TIEMPO**

N.º 650. Pág. 44

El proyecto de Ley del Sector Ferroviario busca reforzar el rigor en la planificación, construcción y gestión

## **GANAR EFICACIA**

N.º 651. Pág. 2

Viaducto sobre el río Guadalorce y la autovía A-92 en la conexión de alta velocidad Antequera-Granada

## **ELEVADO SOBRE EL OLIVAR**

N.º 653. Pág. 20

Nuevo tramo de alta velocidad Valladolid-Venta de Baños-Palencia-León

## **RUMBO NORTE**

N.º 655. Pág. 2

Concluido el arco del viaducto de Almonte en la LAV Madrid-Extremadura

## **RÉCORD DE LUZ**

N.º 656. Pág. 12

Museo Ferroviario de Alcázar de San Juan

## **PASEO POR LA HISTORIA DEL TREN**

N.º 656. Pág. 50

## **GEOGRAFÍA**

Isidoro de Antillón, un geógrafo en las Cortes de Cádiz

## **EL ÚLTIMO ILUSTRADO**

N.º 647. Pág. 54

El Priorat, La Rioja y Utiel-Requena aspiran a su reconocimiento como Patrimonio de la Humanidad

## **DONDE LA VID SE HACE PAISAJE**

N.º 650. Pág. 56

Las lagunas de La Mata y Torrevieja, parque natural e industria salinera

## **POR SER SALINERO**

N.º 651. Pág. 52

La isla de Tabarca, fortaleza ilustrada y reserva marina

## **LA OTRA ISLA DEL TESORO**

N.º 655. Pág. 50

## **HISTORIA**

Un recorrido por las colonias históricas madrileñas

## **OASIS URBANOS**

N.º 646. Pág. 44

150 años del ferrocarril Córdoba-Málaga

## **UN AGRESTE RECORRIDO**

N.º 648. Pág. 34

Patrimonio minero-metalúrgico de Madrid

## **EN BUSCA DE EL DORADO**

N.º 648. Pág. 42

Recuperación del histórico Caminito del Rey

## **PASEO SOBRE EL ABISMO**

N.º 649. Pág. 50

La Casa de la Moneda de Segovia y otro patrimonio industrial a orillas del Eresma

## **UN INGENIO PARA EL REY**

N.º 650. Pág. 48

La fuente de Cella, el mayor pozo artesiano de Europa

## **PRODIGIOSO ARTIFICIO**

N.º 653. Pág. 48

150 años del ferrocarril Tarragona-Martorell

## **EL TREN DEL PROGRESO**

N.º 655. Pág. 36

Haciendas coloniales, un rico patrimonio entre la autosuficiencia y la desmesura

## **HORIZONTES DE GRANDEZA**

N.º 655. Pág. 40

El ferrocarril eléctrico del Guadarrama, camino del centenario

## **VÍA A LAS CUMBRES**

N.º 656. Pág. 44

## **I+D+i**

Adif pone a prueba tres importantes proyectos de I+D+i en la LAV Córdoba- Málaga

## **EL TREN DEL FUTURO SE HACE HOY**

N.º 649. Pág. 16

El sistema de navegación Galileo cuenta con ocho satélites en órbita

## **TIEMPO DE DESPLIEGUE**

N.º 650. Pág. 12

## **INGENIERÍA**

La nueva colección Juanelo Turriano de la Ingeniería en Internet

## **MEMORIA DIGITAL**

N.º 653. Pág. 56

Puentes metálicos en la cuenca del Jarama

## **PASOS DE HIERRO**

N.º 654. Pág. 52

Carlos Sanchidrián, Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015

## **LA PERSEVERANCIA EN EL OFICIO**

N.º 655. Pág. 30

## **PRESUPUESTOS**

El grupo Fomento contará con un presupuesto de 19.253 M€ en 2016, 1.782 M€ más que en 2015

## **TIEMPO DE CONSOLIDAR**

N.º 654. Pág. 2

## **PUERTOS**

Ampliación del puerto de Arrecife

## **VIENTO A FAVOR**

N.º 654. Pág. 32

La iniciativa Faros de España, nuevos usos para históricas instalaciones

## **UNA LUZ MÁS CONSTANTE**

N.º 654. Pág. 38

El puerto de Valencia cuenta con el primer faro de composites en celosía del mundo

## **LUZ PIONERA**

N.º 656. Pág. 26

## **SALVAMENTO MARÍTIMO**

Salvamento Marítimo intervino en unas 5.000 emergencias en 2014

## **LANZANDO CABOS**

N.º 648. Pág. 24

Sasemar amplía su flota aérea con un nuevo Helimer 401

## **COMPLETO Y VERSÁTIL**

N.º 650. Pág. 38

## **TRANSPORTES**

Trolebuses y trolecaminiones, modos de transporte limpio

## **EL RETORNO DEL TROLE**

N.º 647. Pág. 44

Lanzamiento del billete único combinado de tren y avión

## **TODO EN UNO**

N.º 655. Pág. 57

## **URBANISMO**

Parque forestal de Valdebebas, de vertedero a espacio verde ecosostenible

## **VIVERO DE ECOSISTEMAS**

N.º 646. Pág. 52

El proyecto Remourban enseña a diseñar las ciudades del futuro

## **REGENERACIÓN URBANA**

N.º 651. Pág. 42

## **VIVIENDA**

Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana

## **UN SOLO TEXTO**

N.º 656. Pág. 38

## **NÚMERO EXTRAORDINARIO**

Infraestructuras aeroportuarias, un sector en consolidación

## **PRESENCIA DE ALTOS VUELOS**

N.º 652. Pág. 4

La edificación española no conoce fronteras

## **UN MUNDO EN CONSTRUCCIÓN**

N.º 652. Pág. 14

Empresas españolas en el desarrollo de infraestructuras viarias en el mundo

## **AUTOPISTAS "MADE IN SPAIN"**

N.º 652. Pág. 26

El sector ferroviario español multiplica sus actuaciones por el mundo de la mano del AVE

## **RAÍLES SIN FRONTERAS**

N.º 652. Pág. 38

Empresas españolas en las redes ferroviarias urbanas y metropolitanas en el mundo

## **DE METRO EN METRO**

N.º 652. Pág. 48

Ampliación del canal de Panamá

## **ruta para el siglo XXI**

N.º 652. Pág. 60

Los progresos en la fabricación de grandes estructuras permiten la entrega de diques y terminales a medida

## **MUELLES LLAVE EN MANO**

N.º 652. Pág. 70

Viaductos internacionales emblemáticos con sello español

## **PASOS DE GIGANTE**

N.º 652. Pág. 82

Empresas españolas construyen algunos de los túneles más complejos del mundo

## **A TRAVÉS DE LA OSCURIDAD**

N.º 652. Pág. 95



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 €

## Crecimiento basado en la Innovación

A lo largo de los último años, Ferrovial Agroman ha participado en la construcción de varios tramos de la Autovía A-8 (eje de unión de las comunidades autónomas del norte de España situadas entre Galicia y la Frontera Francesa): Otur (Luarca) - Villapedre (Polavieja); Soto del Barco - Muros de Nalón; Ribadesella - Canero y Villaviciosa - Venta del Pobre, situadas en la provincia de Asturias, así como Lindín - Mondoñedo en Lugo.

Los elementos más destacados son: el Túnel del Rellón de 290 m de longitud, el Túnel Faro, de 155 m ejecutado como falso túnel y el Viaducto Río Barayo.

El factor que más ha condicionado el diseño y la ejecución de la autovía A-8 ha sido la permeabilidad faunística, prevaleciendo y adaptando el diseño y la construcción a el paso de fauna de gran tamaño.



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 656, diciembre 2015**

Autor: **Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones**

Año de edición: **2015**

**Características Edición:**

1ª edición electrónica: enero 2016

Adobe Acrobat:

Formato: PDF

Tamaño: 10,73 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

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

P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

**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.

