

Revista del  
Ministerio de

Septiembre 2017 Nº 675 3€

# Fomento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



CALE DEL TÚNEL  
DE OLESA EN LA B-40

AMPLIACIÓN  
DEL MUELLE ESPAÑA  
DEL PUERTO DE CEUTA

NUEVA VARIANTE DE LA  
A-33 EN LA FONT  
DE LA FIGUERA

LA AGENDA URBANA  
IMPULSA CIUDADES  
MÁS SOSTENIBLES



## *Historia de los caminos y carreteras en España*



**MONOGRÁFICO**

Julio-Agosto 2017

**PVP: 6 €**



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

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

**Maquetación:** Aurelio García.

**Secretaría de redacción:** Ana Herráz.

**Archivo fotográfico:** Vera Nosti.

**Portada:** DCE Cataluña.

**Elaboración página web:**

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

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

**Colaboran en este número:** Marián

Campra García de Viguera, José Ignacio de Grado. Pepa Martín Mora, Javier R.

Ventosa y Julia Sola Landero.

**Comité de redacción: Presidencia:**

Rosana Navarro Heras.

(Subsecretaria de Fomento).

**Vicepresidencia:**

Alicia Segovia Marco.

(Secretaria General Técnica).

**Vocales:** Patricia Crespo González

(Directora de Comunicación), Pilar Garrido

Sánchez (Directora del Gabinete de la

Secretaría de Estado de Infraestructuras,

Transporte y Vivienda), Belén Villar Sánchez

(Jefa del Gabinete de la Subsecretaria),

Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete

Técnico de la Secretaría General de

Infraestructuras), Mª José Rallo del Olmo

(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Transportes), Regina Mañueco

del Hoyo (Directora del Centro de

Publicaciones) y Antonio Recuerdo (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

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

NIPO: 161-15-005-0

**Edita:**

Centro de Publicaciones.  
Secretaría General Técnica  
MINISTERIO DE FOMENTO

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

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



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

CARRETERAS

02

AVANCES EN EL VALLÉS

LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER TRAMO DE LA B-40, LA OBRA DE CARRETERAS MÁS IMPORTANTE DE CATALUÑA



PUERTOS

10

INTEGRADO EN LA CIUDAD

EL PUERTO DE CEUTA AMPLÍA SUS INSTALACIONES

CARRETERAS

16

ADIÓS TRAVESÍA, ADIÓS

LA VARIANTE DE LA A-33 ELIMINA EL PASO DE 14.000 VEHÍCULOS/DÍA POR LA FONT DE LA FIGUERA



URBANISMO

22

POR UNAS CIUDADES MÁS SOSTENIBLES

FOMENTO PROMUEVE LA AGENDA URBANA ESPAÑOLA

28. ESCUCHANDO EL UNIVERSO

EL OBSERVATORIO DE YEBES ACOGE EL CENTRO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DEL IGN Y REALIZA OBSERVACIONES AVANZADAS

36. VENTANILLA CON VISTAS

RECORRIDO CIRCULAR EN TREN POR LAS DOS VERTIENTES PIRENAICAS Y EL CORAZÓN DE LA Cerdanya

42. MONUMENTAL TRANSFORMACIÓN

CUARTO CENTENARIO DE LA PLAZA MAYOR

50. HECHO A ESCALA

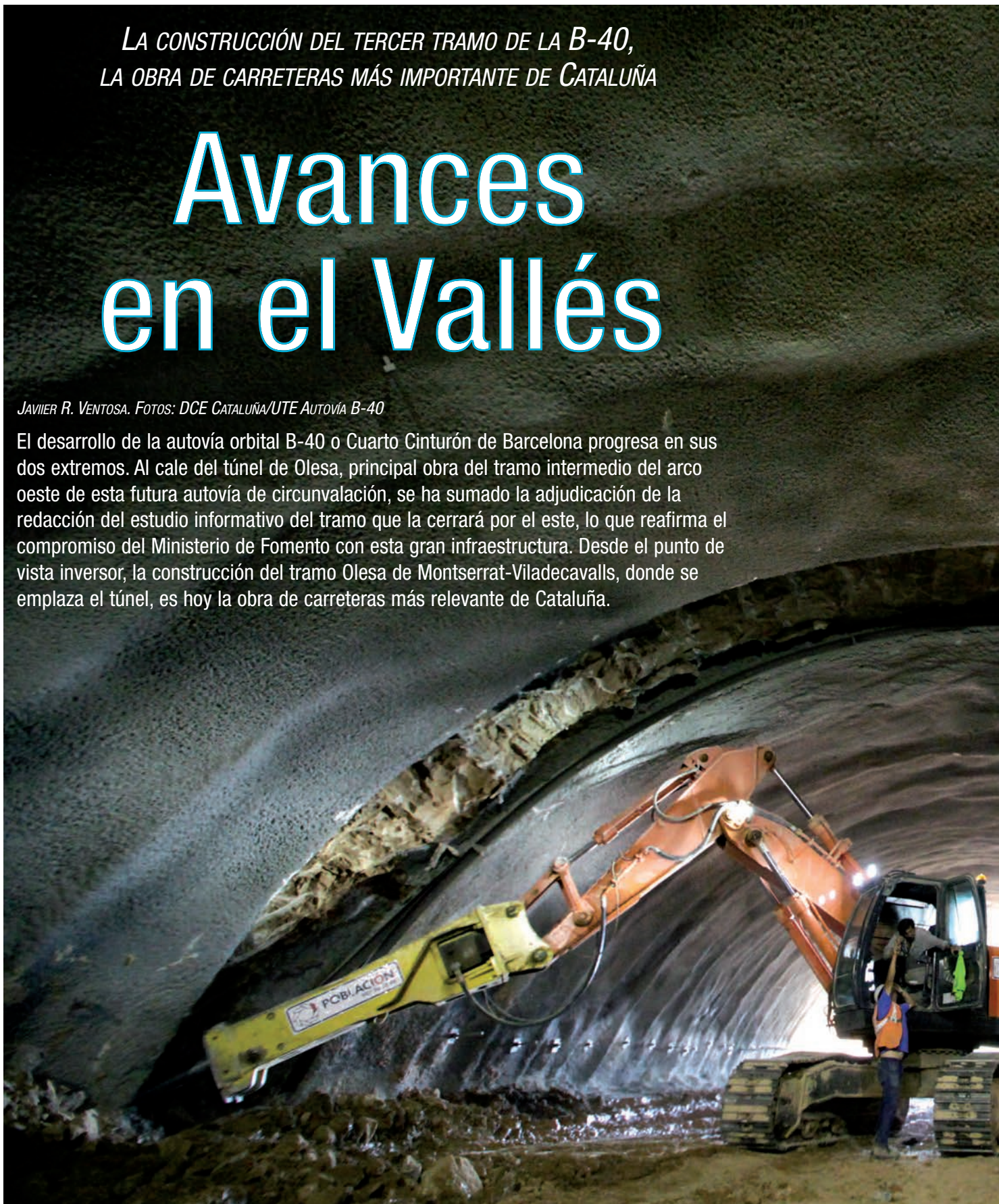
UNA EXPOSICIÓN DE MAQUETAS HISTÓRICAS REMEMORA LAS OBRAS PÚBLICAS MÁS SINGULARES

LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER TRAMO DE LA B-40,  
LA OBRA DE CARRETERAS MÁS IMPORTANTE DE CATALUÑA

# Avances en el Vallés

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE CATALUÑA/UTE AUTOVÍA B-40

El desarrollo de la autovía orbital B-40 o Cuarto Cinturón de Barcelona progresa en sus dos extremos. Al cae del túnel de Olesa, principal obra del tramo intermedio del arco oeste de esta futura autovía de circunvalación, se ha sumado la adjudicación de la redacción del estudio informativo del tramo que la cerrará por el este, lo que reafirma el compromiso del Ministerio de Fomento con esta gran infraestructura. Desde el punto de vista inversor, la construcción del tramo Olesa de Montserrat-Viladecavalls, donde se emplaza el túnel, es hoy la obra de carreteras más relevante de Cataluña.





▶ Trabajos de construcción del túnel de Olesa y vista de la traza de la autovía.



M

ás de 60.000 vehículos diarios es el importante volumen de tráfico previsto por las estimaciones oficiales para el tramo de autovía Olesa de Montserrat-Viladecavalls una vez haya entrado en servicio en el segundo semestre de 2019. Se trata del segmento

intermedio de los tres que forman el arco oeste de la autovía orbital B-40 o Ronda del Vallés, un cinturón viario de alta capacidad en fase de desarrollo que circunvalará la Ciudad Condal de este a oeste y que en un futuro cercano está llamado a jugar un papel fundamental para mejorar la movilidad y reducir la congestión del área metropolitana de Barcelona (5,5 millones de habitantes).

El proceso de construcción de la B-40 registró en el mes de junio sendos hitos en sus dos extremos: en el oeste, el cale del túnel de Olesa, principal obra del tramo Olesa de Montserrat-Viladecavalls, que fue presenciado *in situ* por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, junto a los alcaldes de los municipios cercanos por donde discurre la autovía, y que supone un nuevo avance en esta obra, cuyo grado de ejecución supera el 60%;

y en el este, la adjudicación del contrato para la redacción del estudio informativo del tramo Terrassa-Granollers, el más largo de la autovía, con el que quedará cerrada por el este, y que constituye un paso indispensable para proceder a su futura ejecución. Son noticias importantes para el desarrollo de una gran infraestructura que, tras una temporada inactiva, relanzó su construcción en abril de 2015.

### ▲ Cierre del arco oeste

Con el cale del túnel de Olesa se da un paso importante en la construcción de un segmento que es imprescindible para dar continuidad a los dos tramos de la B-40 situados en sus extremos (Abrera-Olesa de Montserrat y Viladecavalls-Terrassa), en explotación desde 2010. Cuando este tramo esté finalizado se cerrará el arco oeste de la B-40, dando plena funcionalidad a los tres tramos que lo componen y conformando un nuevo itinerario de alta capacidad que permitirá circular entre la autovía del Nordeste (A-2) en Abrera y la autopista au-

► Zona donde se ubicará el enlace de Viladecavalls, final del tramo, con varias estructuras en ejecución junto a la autopista C-16. Al fondo, la ciudad de Terrassa.



► Cale del tubo 1 del túnel de Olesa, la actuación más compleja del tramo.

tonómica C-16 en Terrassa. Según un estudio de la fundación privada Institut Cerdà, la finalización del arco oeste (Abrera-Terrassa) generará un impacto económico de 252 M€ a medio y largo plazo en la economía catalana, ofreciendo competitividad al tejido industrial y ahorrando costos logísticos (6 M€ anuales) y emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente (6.700 toneladas anuales) al reducir el tiempo y los kilómetros de desplazamiento. También evitará 6,5 accidentes de tráfico cada año.

La construcción del tercer tramo de la B-40, cuyo presupuesto de ejecución asciende a 150 M€ (la inversión total asciende a 162 M€), es hoy en día la obra de carreteras presupuestariamente más importante en Cataluña, superando a una actuación tan destacada como la variante de Vallirana en la N-340; también pone de manifiesto el compromiso del Ministerio de Fomento con la modernización de las infraestructuras viarias de esta comunidad autónoma, a las que destinará más de 850 M€ en los próximos cuatro años. La obra, dirigida por la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña, está siendo ejecutada por la UTE Autovía B-40 (Acciona Construcción, Comsa y Copisa), el control y vigilancia de la

obra corre a cargo de la ingeniería TPF Getinsa Euroestudios y la redacción del proyecto ha correspondido a Payject XXI y Payma Cotas.

### ▲ Características, trazado y estructuras

El tramo Olesa de Montserrat-Viladecavalls se desarrolla entre la ribera oriental del río Llobregat y la autopista autonómica Terrassa-Manresa (C-16) a lo largo de 6.160 metros, por terrenos de los términos municipales de Abrera, Viladecavalls, Olesa de Montserrat y Terrassa, destacando como principales obstáculos orográficos la sierra d'en Ribes, atravesada con un túnel bitubo, y diversos barrancos y rieras, que son salvados mediante viaductos dobles. Como características geométricas, el trazado presenta un radio mínimo de 720 metros y una pendiente máxima del 5%, siendo la velocidad de proyecto de 100 km/h. La sección de la autovía estará compuesta por dos calzadas separadas, de tres carriles cada una, con arcén exterior de 2,5 metros e interior de 1,0 metros.



La mayor parte del tramo central está actualmente ejecutado, con el movimiento de tierras completado, la traza definida y el pavimento ejecutado al 80%, según datos del mes de julio. La sección del firme, apoyada en una explanada E-3 y en 30 cm de suelo estabilizado, está formada por una subbase de 30 cm de suelo cemento y 25 centímetros de mezclas bituminosas en caliente (15 cm del tipo G-25 para la capa base, 7 cm del tipo D-20 para la capa intermedia y 3 cm del tipo M.10 para la capa de rodadura).

### **Unidades de obra**

Excavaciones	2.450.010 m <sup>3</sup>
Rellenos	914.394 m <sup>3</sup>
Suelo estabilizado con cemento	71.306 m <sup>3</sup>
Suelo cemento	71.407 m <sup>3</sup>
Suelo adecuado en explanada	79.154 m <sup>3</sup>
Mezclas bituminosas	128.763 Tn
Hormigón estructural	77.163 m <sup>3</sup>
Acero corrugado B500 SD	6.245.103 kg
Vigas prefabricadas	4.816 m



► Bocas del túnel de Olesa en el lado Terrassa.

Las estructuras del tramo central ya están terminadas. Se trata de cuatro viaductos dobles que salvan varios barrancos, con longitudes de 191,4; 146; 93,8 y 171,4/118,4 metros. Los tres primeros constan de dos tableros independientes, con anchura de 15 metros, formados por vigas prefabricadas artesa –de 1'90 a 1,60 metros de ancho– y pilas rectangulares de alturas entre 17 y 42 metros, siendo la cimentación profunda en dos casos y profunda y directa en el tercero. La cuarta estructura, que atraviesa la riera de Sant Jaume, está constituida por dos tableros independientes formados

por una losa aligerada postesada, construida mediante cimbra, de 15 metros de ancho y canto variable de entre 1,20 y 2,10 metros, con pilas rectangulares de entre 13 y 24 metros de altura. En este caso la cimentación es profunda y directa.

Al final del tramo se sitúa uno de los puntos de mayor actividad de la obra, el enlace de Viladecavalls entre la B-40 y la autopista C-16. Se trata de un enlace en tres niveles de altura que consta de ramales y dos vías colectoras para la canalización y distribución del tráfico de la B-40 con las autopistas C-16 y C-58 existen-



► Estructura E8, de 146 metros de longitud, ya terminada.

tes a la altura de Terrassa, permitiendo diversos movimientos (Olesa-Sabadell, Sabadell-Olesa, Olesa-Manresa y Manresa-Olesa). Estas vías colectoras discurren paralelas a la C-16 en ambos sentidos de la circulación en una longitud de 3,1 kilómetros cada una. También se procede a reordenar el enlace existente de Can Trías, que conecta por la margen norte con la malla urbana de Terrassa. A mediados de julio pasado el enlace de Viladecavalls estaba ejecutado en gran parte, con nueve de las 14 estructuras de que consta ya terminadas. Entre ellas destaca la estructura que permitirá a la B-40 cruzar la C-16 por debajo hasta conectar con el siguiente tramo de la autovía orbital, formada por cuatro tableros correspondientes a las dos calzadas de la C-16 y a las dos vías colectoras.

## El túnel de Olesa

En el extremo opuesto se ubica el otro gran elemento del tramo y su punto de mayor complejidad, el túnel de Olesa. Se trata de un subterráneo formado por dos tubos gemelos de 1.250 metros de longitud cada uno, sección de 186 m<sup>2</sup> y pendiente longitudinal del 3%, co-

## Desarrollo del Cuarto Cinturón

La autovía orbital o Cuarto Cinturón de Barcelona (B-40) es una infraestructura de alta capacidad en fase de desarrollo que comunicará la autovía del Nordeste (A-2) en Abrera con la autopista del Mediterráneo (AP-7) al este de Granollers, en la provincia de Barcelona. Este arco, de unos 50 kilómetros de longitud, circunvalará por el norte la Ciudad Condal, conformando un nuevo itinerario que vertebrará las comarcas del Baix Llobregat, Vallés Occidental y Vallés Oriental (que suman más de 2,1 millones de habitantes y el 27% del PIB de Cataluña), extendiéndose hasta el litoral del Maresme a través de la autovía C-60. La futura autovía, también denominada Ronda del Vallés, se configura como un eje fundamental para la movilidad en el área metropolitana de Barcelona, ya que su apertura permitirá aliviar la congestión del Tercer Cinturón (AP-7/B-30).

La B-40 tiene actualmente en desarrollo la parte oeste del arco entre Abrera y Terrassa, con los dos tramos de sus extremos en servicio (Abrera-Olesa de Montserrat y Viladecavalls-Terrassa, que suman 8 kilómetros) y el central en ejecución (Olesa de Montserrat-Viladecavalls, de 6,5 kilómetros). Para finalizar esta infraestructura, el Ministerio de Fomento dio el pasado mes de junio un paso decisivo con la adjudicación del contrato para la redacción del estudio informativo del tramo entre Terrassa y Granollers (35 kilómetros), que cerrará el arco por el este. El estudio, que deberá definir y comparar las diferentes alternativas de trazado, ha fijado un presupuesto de 403 M€ para esta obra. El futuro tramo comunicará la tercera (Terrassa, 215.000 habitantes) y quinta (Sabadell, 208.000) ciudades más pobladas de Cataluña y articulará las comunicaciones de la parte central del Vallés Occidental, comarca con un importante tejido empresarial especializado en el campo de la investigación, la innovación y el conocimiento, que alberga numerosos polígonos industriales.



► La construcción del túnel de Olesa supone más del 50% del presupuesto de obra del tramo.

nectados entre sí por cuatro galerías de emergencia, que albergarán tres carriles por tubo, ampliables a cuatro. Ambos tubos se ejecutan simultáneamente, avanzando desde el lado Terrassa hacia Abrera, aunque lo hacen con un cierto decalaje: el túnel 1 (izquierdo) se caló en avance el pasado junio y ha completado el 60% de la destroza, mientras que en el túnel 2 faltan unos 200 metros para calar en avance (previsto en un plazo de dos meses) y está completado el 50% en destroza, según datos del mes de julio.

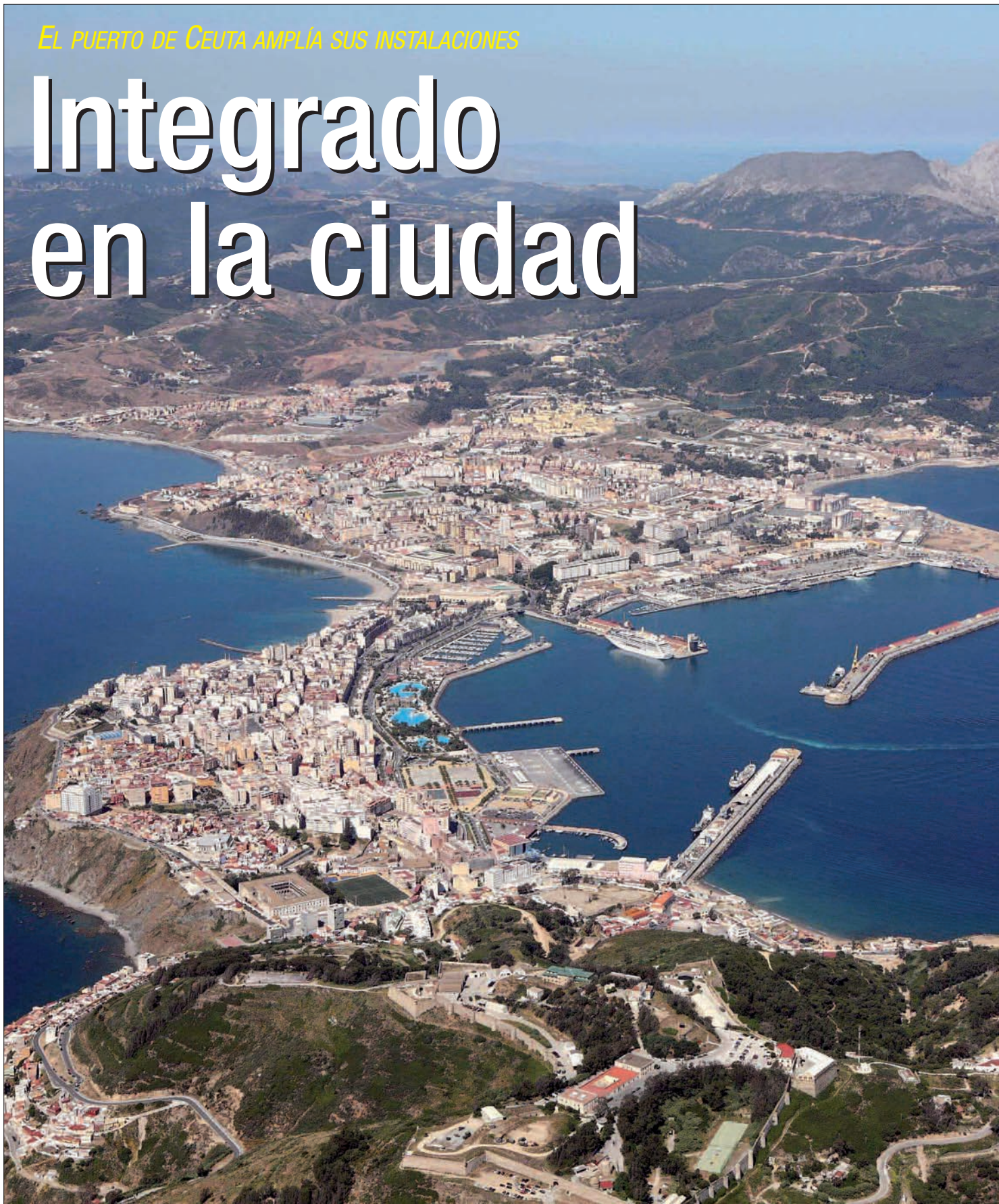
El método de excavación, a través de terrenos que alternan argillitas, limolitas y areniscas con capas cementadas de conglomerados, es el convencional con medios mecánicos, con la particularidad de que la destroza (dividida en cuatro fases: destroza central, hastial izquierdo, hastial derecho y contrabóveda) se construye simultáneamente a la ejecución de los trabajos de avance. “El método elegido difiere algo del nuevo método austriaco, en el que el sostenimiento se diseña a partir de lo que se mueve la montaña”, explica Ramón Juanola Subirana, director de la obra. “En nuestro caso –prosigue– se diseñó en proyecto el sostenimiento a partir de la calidad esperada del terreno y en función de la altura de montera (hasta 108 metros) se diseñaron cuatro soluciones de sostenimiento”. De esta forma, se han ejecutado cuatro secciones distintas de sostenimiento, con un espesor que varía entre 40 y 55 centímetros de hormigón proyectado y cerchas metálicas del tipo HEB 160 o HEB 180. Cuando concluya la excavación se procederá al revestimiento definitivo de los tubos con hormigón en masa y al equipamiento con modernos sistemas para su explotación (ventilación, iluminación, monitorización, instalaciones contra incendios...).

A lo largo del tramo está prevista la implantación de diversas medidas destinadas a corregir o minimizar el impacto medioambiental de la obra. Entre las más relevantes figuran la construcción de 3.002 metros de pantallas acústicas, el extendido de 286.531 m<sup>3</sup> de tierras vegetales y la ejecución de 32 válvulas de salida de fauna. ■



*EL PUERTO DE CEUTA AMPLÍA SUS INSTALACIONES*

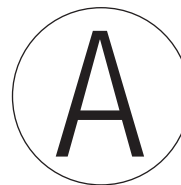
# Integrado en la ciudad





MARIÁN CAMPRA GARCÍA DE VIGUERA. FOTOS: AP CEUTA

El puerto ceutí, histórica conexión entre los continentes europeo y africano, está viviendo una de sus mayores transformaciones: nuevos accesos y mejoras en los atraques son algunas de las obras acometidas recientemente, entre las que destacan las llevadas a cabo en el muelle España, que han permitido la recepción de buques de mayor calado así como una mejor integración puerto-ciudad.



A todo lo largo del pasado año, la Autoridad Portuaria de Ceuta ha continuado renovando sus instalaciones con una serie de actuaciones especialmente dirigidas tanto a mejorar sus accesos a la ciudad como las condiciones de atraque para los buques de mayor eslora y calado; y los resultados han comenzado a ser apreciables, registrándose ya una mejora en la gestión de los distintos tráficos: escalas de cruces, avituallamiento y movimientos de mercancías, contenedores, etc.

### Mejoras portuarias

Todas estas obras han supuesto una inversión próxima a los cinco millones de euros y la mayoría de ellas están finalizadas, mientras que otras irán concluyendo en lo que resta de este año 2017. Entre las actuaciones más importantes, cabe destacar de manera especial las realizadas en el muelle España, destinadas a mejorar el atraque adosado a la tercera alineación en el dique de Poniente, que permiten ya el amarre de buques de más calado y eslora, como los destinados hoy al transporte de graneles líquidos. Estas obras han tenido como principal objetivo dotar al dique de una nueva superficie de atraque de 65,70 m de longitud, constituida por dos cajones prefabricados de hormigón especialmente diseñados para acoger la recepción de buques de gran porte. Ambos cajones, de 32,80X12,55 m, construidos en la dársena de Escombreras del puerto de Cartagena, llegaron remolcados entre enero y febrero al puerto ceutí y, una vez en la posición elegida, fueron fondeados y fijados con éxito al dique. Gracias a ello se ha podido obtener una nueva cota de calado de 13 m de profundidad, frente a los 10 m de que se disponía anteriormente.

Este nuevo atraque se ha dotado también de una pasarela de acceso de 9,50 m de longitud y 9,60 m de anchura, resuelta mediante placas alveolares pretensadas



► Paso de un crucero por la bocana del puerto.

y pilotes de hormigón armado de un metro de diámetro. Además de ello se han construido también unas nuevas galerías de servicio para esta área, renovándose todas aquellas destinadas a acoger los distintos suministros –agua, luz, comunicaciones–, asimismo se han reforzado las condiciones de seguridad en los amarres y se ha procedido a reparar el tablero del muelle Don Juan de Borbón antes Cañonero Dato–, y a la pavimentación de aceras en la rampa este de acceso al puerto, en las confluencias del antiguo hospital de la Cruz Roja y la zona de Alfau.

Otra actuación importante llevada a cabo por la Autoridad Portuaria de Ceuta y que ha significado un cambio espectacular, tanto por su impacto en la reordenación de los espacios dentro del recinto –ahora más accesibles e integrados en la ciudad–, como por su repercusión a largo plazo en los flujos de visitantes y residentes, es la llevada a cabo en la avenida central del muelle España y sus espacios adyacentes.

Este emblemático muelle es el primero que se ve frontalmente cuando se accede al puerto desde la ciudad, y junto a él discurren los flujos de gente, bien procedentes o de retorno hacia el área metropolitana. Se trata también de la zona por la que transitan los turistas llegados tanto de los cruceros en escala como de aquellos otros visitantes que acuden a Ceuta a bordo de alguno de los ferris y catamaranes que a diario conectan con la península. Es, pues, un núcleo vital de conexión entre el puerto y la ciudad, cuya ocupación anterior, a

cargo de almacenes y viejos tinglados de navieras, daba lugar a un efecto pantalla de resultados negativos, pues interfería y dificultaba en los flujos de vehículos y personas.

### ➤ Más accesible

Por ello se procedió primero al traslado de los almacenes con actividad hacia otras zonas del puerto y a la posterior demolición de las construcciones. Y tras esas intervenciones se ha configurado una nueva zona de tránsito que ha permitido segregar las zonas de paso de peatones –que ahora cuentan con paseos diferenciados–, de las de vehículos, con carriles direccionales bien asfaltados y zonas de aparcamiento para autobuses y otros servicios públicos de transporte. En la zona, con una superficie total de unos 4.200 m<sup>2</sup>, se ha renovado también el alumbrado, y en el área de uso peatonal se

#### Tráfico de cruceros

##### Número de escalas

Puertos	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ceuta	10	10	8	8	4	15

##### Número de cruceristas

Puertos	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ceuta	4.899	6.088	4.607	4.235	1.587	19.456



► Escala de un crucero en el dique de Poniente y, debajo, aspecto del acceso principal al muelle España tras su remodelación.

han construido pequeños parterres ajardinados y sendas pérgolas que deparan a los peatones un buen refugio de sombra para los días más soleados.

Todo ello ha facilitado que en la actualidad la imagen del legendario muelle España no solo haya cambiado, sino que los espacios a su alrededor sean mucho más operativos, al tiempo que se ha generado un nuevo espacio más favorable para el esparcimiento y uso ciudadano. Las ventajas han resultado por tanto dobles: por el lado mar se han mejorado de manera considerable las condiciones de atraque de buques, incluyendo

a los cruceros, un tipo de turismo que se desea especialmente potenciar por el valor añadido que supone para la ciudad, y por el lado de tierra se ha logrado una mayor integración urbana.

Por otra parte, y ya del lado ciudad, también se han efectuado varias actuaciones encaminadas a mejorar el acceso desde los distintos viales situados frente a la verja porticada que sirve de referencia de entrada al muelle España, ampliándose el radio de la glorieta y ensanchándose las aceras del bulvar.

## ▲ Incremento de cruceros

El tráfico de crucero que recalca en este muelle, cuya remodelación adquiere ya forma definitiva, viene creciendo en estos últimos años. Ceuta es una de las pocas ciudades portuarias donde el atraque de los cruceros se encuentra a apenas cinco minutos caminando del centro de la ciudad. En Ceuta todo está cerca y a mano. El turista que llega en crucero, o el pasajero que lo hace en ferry, se sumerge casi de inmediato en su casco histórico, al tiempo que puede contemplar una de las mejores vistas marítimas, con el estrecho de Gibraltar en el horizonte o las murallas y puentes centenarios abrigando la ciudad.

Pero antes, lo primero que verá el visitante nada más descender del barco será un edificio muy representativo de la arquitectura modernista ceutí, actual emplazamiento del Museo y Archivo del Puerto. Se trata de una





## Los tráficos siguen creciendo

*El tráfico relacionado con el avituallamiento es el que más ha crecido en el puerto ceutí, de modo que, durante el pasado año 2016, se movieron en la ciudad unas 513.964 toneladas, un 15% más que en el mismo periodo del año anterior. Este tipo de tráfico se ha visto incrementado tras la puesta en marcha de más y mejores medios para ofrecer avituallamiento a los buques que transitan por el Estrecho.*

*El tráfico de mercancías también sigue en constante crecimiento. Los graneles líquidos (combustibles y derivados petrolíferos) se situaron en 849.000 tn, con un incremento del 35 % en 2016; los sólidos crecieron igualmente un 22%, situándose cerca de las 22.000 tn, y el tráfico de contenedores aumentó casi otro 20% en 2016, pasando de las 18.100 unidades de 2015 a lograr casi 22 mil en 2016. Por el contrario, el tráfico de pasajeros experimentó una ligera bajada del 2,78 % de viajeros en la línea entre Ceuta y Algeciras, situándose en 1.932.483 pasajeros y 350.000 vehículos en 2016.*

construcción singular, cuyas formas evocan los perfiles de un barco, de casi un siglo de antigüedad. Proyectado por el arquitecto Manuel Latorre y construido en 1929, era la antigua sede de la Autoridad Portuaria y en la actualidad acoge todo tipo de actividades culturales, como exposiciones, conferencias, etc., por lo que se ha convertido en un importante espacio de encuentro para los ceutíes, siendo también desde que se levantó el edificio uno de los mejores enclaves de la ciudad por su ubicación.

En el año 2016 fueron un total de 15 cruceros los que arribaron al puerto ceutí, con una escala estimada en cerca de 20.000 personas, cifra que significó todo un récord para una anualidad, frente a los 1.500 cruceristas registrados en el año 2015. Gracias en buena medida a las reformas llevadas a cabo en el muelle España, ha sido posible ya que grandes buques como el "Oosterdam", de la naviera Holland America Line, o el "Arcadia", de la naviera P&O, hicieran escala el pasado año, convirtiéndose en los de mayores dimensiones

► La ampliación del dique de Poniente ha permitido el atraque de cruceros de gran porte.



► *Vista general del puerto y del paseo peatonal del muelle España tras su remodelación.*

que han atracado en el citado muelle hasta el momento. La Autoridad Portuaria, de común acuerdo con el Gobierno de la Ciudad Autónoma y empresarios del sector turístico y de servicios, proyectan seguir potenciando las cualidades de Ceuta como un excelente puerto de escala, adecuado a la situación actual del mercado y con una larga serie de atractivos turísticos a los que se añaden sus ventajas impositivas y un régimen especial fiscal (excepción del I.V.A.) en una ciudad europea. Igualmente, la Autoridad Portuaria de Ceuta ha desarrollado acciones para mejorar la calidad de los servicios prestados al pasajero y, con el fin de materializar esta polí-

tica, ha elaborado un “Plan de calidad de servicio al pasajero” con un horizonte inicial de cuatro años, desde el 2015 al 2018.

### La reordenación de espacios en el muelle España ha redundado en una mejora de los accesos desde la ciudad



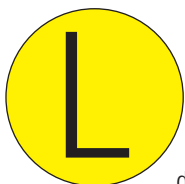
La remodelación en el muelle España se completará a corto plazo con la rehabilitación del Tinglado nº4, para la que se abrió convocatoria pública mediante concurso de proyectos. Conforme al proyecto ganador, el último e histórico almacén del legendario muelle ceutí se convertirá en un nuevo espacio multiusos, abierto a distintas actividades y donde se alojará el Museo del Mar, además de los archivos y legajos de la centenaria Autoridad Portuaria de Ceuta

Las mejoras van a continuar en los próximos años en el puerto ceutí, y se van a centrar sobre todo en toda la zona de la Estación Marítima, por donde entran decenas de miles de pasajeros. Asimismo está previsto que continúe el acondicionamiento de los terrenos donde estaba ubicado antiguamente el aparcamiento. ■

# Carreteras

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE COMUNIDAD VALENCIANA

La construcción de la autovía Cieza-Font de la Figuera (A-33) ha dado un paso más hacia su conclusión con la apertura de la variante de La Font de la Figuera, tramo corto en kilometraje pero con importantes beneficios para usuarios y vecinos de esta localidad de la Costera valenciana. Su puesta en servicio ha suprimido un punto de elevada siniestralidad de las carreteras valencianas y ha restaurado el sosiego de la población al eliminar la travesía urbana de miles de vehículos junto al núcleo urbano.



La variante de La Font de la Figuera, que forma parte del tramo A-31/A-35 de la autovía Cieza-Font de la Figuera (A-33) en la provincia de Valencia, fue puesta en servicio el pasado 19 de junio por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna. Se trata de un segmento de

autovía de unos 5 kilómetros de longitud, integrado en un tramo más amplio de 12,6 kilómetros cuya conclusión está prevista para 2019, que el Ministerio de Fomento ha abierto de forma anticipada al tráfico con el objetivo de adelantar en unos años los beneficios derivados de la supresión de la travesía de La Font de la Figuera, tradicional punto negro en la red viaria valenciana.

Esta travesía ha sido durante años paso obligado de la N-344, carretera con abundante tráfico de camiones y elevada siniestralidad, y uno de sus tramos más peligrosos. En esta localidad la carretera bordea el casco urbano mediante un trazado de ronda sinuoso que salva un gran desnivel en poco espacio, con fuertes pendientes y curvas cerradas, testigo de varios accidentes, que es inadecuado para el paso diario de elevados volúmenes de tráfico, sobre todo pesado. Para los vecinos, la intensa circulación junto al núcleo urbano no solo ha ralentizado sus desplazamientos diarios, sino que también ha sido fuente constante de molestias derivadas del ruido y de las emisiones contaminantes, por lo que han reivindicado la variante cuando han tenido ocasión.

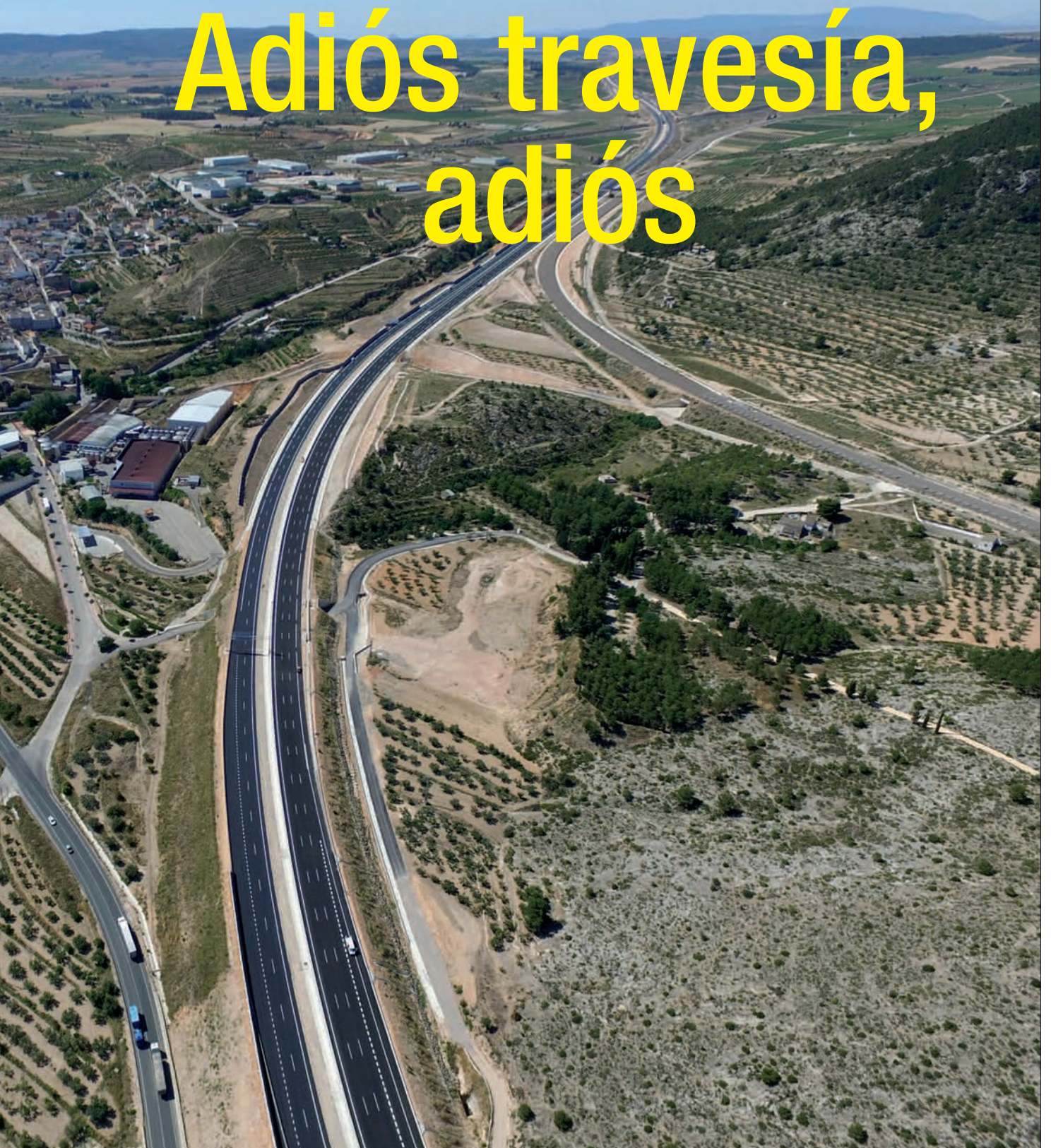
Su puesta en servicio, producto de una priorización de actuaciones en el tramo A-31/A-35, ha tenido un efecto inmediato en la localidad. El tráfico de largo recorrido que antes realizaba la travesía urbana, cifrado en unos 14.000 vehículos diarios (8.000 de ellos camiones), se ha trasvasado de forma casi automática a la nueva alternativa de alta capacidad en busca de los beneficios de un trazado moderno que aporta mayor seguridad, rapidez, economía y comodidad, y que además es dos kilómetros más corto. Este trasvase, que ha va-

► Vista de La Font de la Figuera y de la nueva variante que discurre al oeste del núcleo urbano.



*LA VARIANTE DE LA A-33 ELIMINA EL PASO DE 14.000 VEHÍCULOS/DÍA  
POR LA FONT DE LA FIGUERA*

# Adiós travesía, adiós





ciado la otrora saturada ronda, ha elevado la seguridad vial y mejorado la calidad de vida de los 2.500 vecinos de La Font de la Figuera, con lo que el Ministerio de Fomento da por cumplido “un compromiso largamente reivindicado”, según dijo el ministro durante la inauguración de la variante.

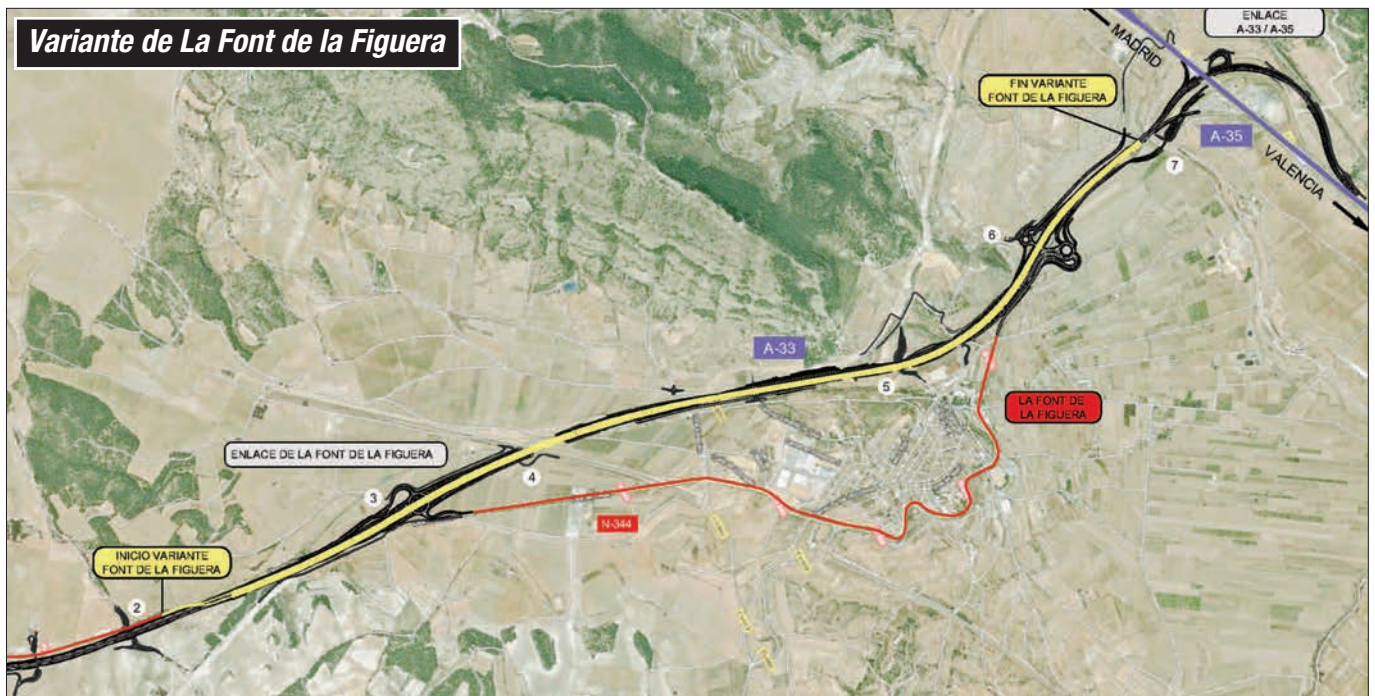
La construcción de la variante ha requerido aproximadamente la mitad del presupuesto de obra previsto para la totalidad del tramo A-31/A-35 de la autovía A-33, cuyo importe asciende a 110,3 M€. La inversión global del mismo (sumadas las expropiaciones y las asistencias técnicas al presupuesto de obra) es de 121,6 M€. La obra del tramo, iniciada en 2008, paralizada en 2010 y reactivada en 2014, corre a cargo de la empresa Acciona Construcción, el control y vigilancia lo lleva a cabo Intecsa-Inarsa y el proyecto ha sido redactado por la ingeniería GPO.

### Características técnicas

El tramo de la A-33 que enlazará las autovías A-31 a la altura de Caudete y A-35 al nordeste de La Font de la Figuera discurre por el corredor de la carretera N-344, en su mayor parte en paralelo a la misma. Se desarrolla a lo largo de 12,6 kilómetros a través de las provincias de Albacete, Alicante y Valencia, de los que se han abierto al tráfico los 5 últimos kilómetros correspondientes a la variante, en territorio valenciano. Como parámetros geométricos, el trazado presenta un radio mínimo de 1.085 metros y pendiente máxima del 4%, siendo la velocidad de proyecto de 120 km/h.

La sección transversal de la autovía está formada por dos calzadas de 7 metros de anchura (cada una alberga dos carriles de 3,5 metros), arcenes exteriores de 2,50 metros, interiores de 1,0 o 1,50 metros en función

► Enlace de La Font de la Figuera Sur, formado por una glorieta inferior de gran diámetro bajo el tronco y diversos ramales para los distintos movimientos.



► Arriba, mapa de la variante en amarillo y carretera N-344 en trazo rojo. Debajo, vista de la sinuosa travesía de la N-344 bordeando el casco urbano y, a la derecha, la nueva variante.



de la velocidad y la disposición de la barrera de contención del vehículo, y mediana de 10 metros salvo en la parte final, que se reduce a 2 metros. El paquete de firmes en el tronco, colocado sobre una explanada E3, está formado por 30 centímetros de suelo cemento y 25 centímetros de mezclas bituminosas en caliente (3 cm de M-10 en capa de rodadura, 7 cm de S-20 en capa intermedia y 15 cm de G-20 y G-25 en capa base).

El trazado del tramo se inicia a unos 4 kilómetros de Caudete, en el límite de las comunidades de Valencia y Castilla-La Mancha, en el actual enlace con la autovía A-31, proyectándose en esta zona un nuevo enlace y la mejora del trazado de la A-31 en unos 4 kilómetros. Inicialmente discurre por terrenos suaves separado de la N-344, aunque a partir del pk 3+000 –donde se construirá un semienlace– lo hace en paralelo a la misma.



► El ministro de Fomento, tras descubrir el monolito que señala la variante. Debajo, pasos superiores sobre dos líneas de alta velocidad.

### Una autovía en desarrollo

La autovía Cieza-Font de la Figuera (A-33) es una infraestructura de alta capacidad que cuando esté finalizada servirá como itinerario alternativo para comunicar Murcia y Valencia por el interior frente a los congestionados itinerarios costeros en esta zona (AP-7, N-322), acortando de hecho en 46 kilómetros el recorrido por la autopista. Su trazado de 90 kilómetros, que se construye en paralelo al de la carretera N-344 (de Alcantarilla a Valencia por Yecla), discurre en su mayor parte por la comarca del Altiplano murciano (77 kilómetros) y en su parte final por las provincias de Albacete, Alicante y Valencia, comunicando a lo largo del mismo tres importantes corredores entre el centro peninsular y Levante: las autovías A-30 (Albacete-Murcia-Cartagena), A-31 (Albacete-Alicante) y A-35 (Almansa-Xàtiva).

La construcción de la A-33 se inició en 2008 y en 2012 se puso en servicio el primer tramo en suelo murciano, Blanca (A-30)-Jumilla (N-344), que supone un tercio del trazado total. A este tramo se ha unido en 2017 la variante de La Font de la Figuera (5 kilómetros), parte central del segmento que enlaza las autovías A-31 y A-35. En el resto del trazado está en fase avanzada de obra el tramo Jumilla (N-344)-Yecla (C-3223), de 23,4 kilómetros, que será el siguiente en abrir al tráfico, y los dos subtramos valencianos restantes del tramo entre la A-31 y la A-35, cuya finalización se ha fijado para 2019. El tramo que completará la A-33, Yecla (C-3223)-Caudete (A-31), de 23,4 kilómetros, tiene el proyecto constructivo redactado y aprobado, y su licitación se realizará en los próximos meses, según dijo el ministro de Fomento el pasado mes de junio.

Poco después gira hacia el norte y en el pk 8+000, ya en el marco de la variante, se sitúa un enlace que da acceso por el sur a La Font de la Figuera, salvando a continuación dos vías férreas. Luego, siempre en dirección norte, se separa de la N-344 y pasa al oeste del núcleo urbano, bajo la mirada del monte Capurutxo y en paralelo a una vía férrea desmantelada, para unirse de nuevo a la N-344 hacia el pk 11+000, situándose a con-



► La nueva variante de la A-33 ha relegado a la carretera N-344 (izquierda) a una simple vía de servicio.



tinuación un nuevo enlace, donde finaliza la variante. En su parte final, el trazado salvará el cauce del río Canyoles antes de enlazar con la autovía A-35.

De los cuatro enlaces previstos en el tramo, se han construido los dos situados en ambos extremos de la variante. Al principio de la misma se sitúa el acceso sur a La Font de la Figuera, un enlace completo formado por una glorieta inferior de gran diámetro bajo el tronco de la autovía, con cuatro ramales unidireccionales de entrada y salida a la misma más los ramales bidireccionales de conexión con la carretera N-344, que permiten todos los movimientos. Al final de la variante se ha construido un enlace formado actualmente por una glorieta y dos ramales de conexión con la autovía (en el futuro incluirá una nueva glorieta al otro lado de la autovía) más un paso inferior bajo la A-33, que constituye el acceso norte a La Font de la Figuera a través de la N-344. Este segundo enlace se ha desplazado unos 500 metros al norte respecto a lo previsto en el estudio informativo debido a razones medioambientales, evitando así la afección al cerro donde se ubica la ermita de Santa Bárbara.

En total, el tramo de la A-33 requerirá la construcción de 26 estructuras (tres viaductos para los enlaces con las autovías A-31 y A-35, 10 pasos superiores y 13 pasos inferiores, además de ocho marcos de drenaje). En la variante recién estrenada destacan los dos pasos superiores construidos a la altura de la depresión de la Hoya de Manuel para cruzar sobre dos vías de alta velocidad prácticamente consecutivas (Madrid-Valencia y Valencia-La Encina). Se trata de sendas estructuras, de 79 metros de longitud cada una, distribuidos en seis vanos, formadas por vigas prefabricadas pretensadas tipo doble T. En el capítulo de drenaje transversal, el tramo incluye la construcción de 39 obras, entre ellas ocho marcos de drenaje.

**Con la nueva variante, se evita el paso diario de unos 8.000 camiones por la localidad**

<b>Unidades de obra</b>	
Excavación	5.300.000 m <sup>3</sup>
Terraplén	3.200.000 m <sup>3</sup>
Hormigón estructural	48.000 m <sup>3</sup>
Acero	5.270.000 kg
Estabilizado de cemento	280.000 m <sup>3</sup>
Selo cemento	210.000 m <sup>3</sup>
Mezclas bituminosas en caliente	310.000 Tn
Vigas artesas	4.100 ml
Vigas doble T	3.500 ml
Pilotes	5.000 ml

Las medidas de integración ambiental del tramo son la hidrosiembra en los taludes (677.000 m<sup>2</sup>), la plantación de 68.000 unidades de especies autóctonas, el revestimiento de taludes con geoceldas (9.500 m<sup>2</sup>), la extensión de 580.000 m<sup>3</sup> de tierra vegetal y la instalación de más de 6.000 m<sup>2</sup> de pantallas acústicas para reducir el impacto sonoro de la autovía en tres puntos del trazado, entre ellos el núcleo urbano de La Font de la Figuera y unas viviendas aisladas al norte de esta población. También se han realizado varias intervenciones arqueológicas, paleontológicas y etnológicas (excavación de 27.000 m<sup>2</sup>). ■



*FOMENTO PROMUEVE LA AGENDA URBANA ESPAÑOLA*

# Por unas ciudades más sostenibles



*TEXTO: REDACCIÓN R. FOMENTO*

El Ministerio de Fomento ha dado los primeros pasos para impulsar la elaboración de la Agenda Urbana española, un documento estratégico con el que se busca avanzar en el compromiso de las ciudades en favor de un desarrollo sostenible, inteligente e integrador, en consonancia con propuestas internacionales como la Agenda Urbana europea o la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.



Más de 36.000.000 de españoles, casi el 81 % de la población, vive en zonas urbanas; es decir, de acuerdo con los criterios de la UE, en núcleos con población superior a 5.000 habitantes, o también en áreas donde la densidad de población supera los 300 habitantes por km<sup>2</sup>. Consecuencia del éxodo rural de las últimas décadas –a comienzos de 1950, sólo poco más del 33,5% de la población española vivía en ayuntamientos con más de 5.000 habitantes–, al igual que ha sucedido en la mayoría de países desarrollados, la concentración de la población en torno a las grandes áreas urbanas ha seguido en nuestro país pautas muy simila-

res a las de los países industrializados de nuestro entorno.

En general, la búsqueda de nuevas oportunidades laborales y de una mejor calidad de vida han sido las causas principales que han motivado ese movimiento poblacional. Y al mismo tiempo, las crecientes tasas de población urbana han desencadenado una nueva serie de problemas que han afectado al desarrollo de las propias ciudades: carestía y escasez de vivienda, contaminación y saturación del tráfico, sistemas de transporte poco eficientes, suburbios y bolsas de pobreza, etc.

## ▲ Nuevos desafíos

Para responder a esos nuevos desafíos, tanto Naciones Unidas, a través de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, como la Unión Europea, mediante la Agenda Urbana y el Pacto de Amsterdam aprobado en mayo del pasado año, han elaborado diversas propuestas encaminadas a orientar las nuevas políticas urbanas de los países en el horizonte de los próximos años.

En sintonía con ambas, el Ministerio de Fomento ha dado los primeros pasos para diseñar e impulsar una Agenda Urbana española, que no sólo deberá avanzar en el desarrollo de los compromisos internacionales, si-



no también consensuar y determinar una hoja de ruta operativa que marque el camino de las ciudades en favor de nuevas políticas de desarrollo sostenible, integrador y basado en el uso de las nuevas tecnologías. Para ello, presidida por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, el pasado 28 de junio se celebró en la sede del

► La Agenda Urbana española sintonizará sus objetivos con las propuestas del pacto de Amsterdam de la UE y la Agenda 2030 de Naciones Unidas.



► La elaboración de la Agenda Urbana española será un proceso abierto y participativo. Debajo, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, preside la reunión constitutiva del Grupo de Expertos Independientes.



Ministerio de Fomento la reunión constitutiva del Grupo de Expertos Independientes que trabajará en la elaboración de la Agenda Urbana española, un proceso que será abierto y participativo y en el que también intervendrán otros grupos de trabajo.

Uno de esos grupos de trabajo estará encargado de coordinar la colaboración de los ayuntamientos y comunidades autónomas. Habrá también otro que asu-

mirá la coordinación con otros ministerios y organismos de la Administración Central con competencias en otras áreas —medio ambiente, industria, empleo, etc.—, de modo que en las propuestas de la Agenda puedan integrarse todos aquellos aspectos que inciden de manera transversal en las políticas urbanas.

Entre los objetivos inmediatos del Ministerio y de los expertos que han comenzado a trabajar ya en la ela-





## Doce temas prioritarios

La Agenda Urbana europea reconoce la importancia de las ciudades para afrontar algunos de los problemas socioeconómicos más urgentes en la UE, y considera el papel de liderazgo de las autoridades locales como nivel de gobierno más próximo a la ciudadanía. Entre los problemas o temas más acuciantes y prioritarios en el ámbito urbano, los responsables de la UE han identificado los siguientes, a los que se tratará de buscar soluciones mediante el desarrollo de distintas experiencias piloto:

- ✓ Empleo y competencias en la economía local.
- ✓ Pobreza urbana.
- ✓ Vivienda.
- ✓ Inclusión de migrantes y refugiados.
- ✓ Uso sostenible del suelo y soluciones basadas en la naturaleza.
- ✓ Economía circular (basada en la conservación de los recursos y la prolongación de la vida útil de los productos).
- ✓ Adaptación al clima.
- ✓ Transición energética.
- ✓ Movilidad urbana.
- ✓ Calidad del aire.
- ✓ Transición digital.
- ✓ Contratación pública responsable e innovadora.

boración de la Agenda no está el de crear un nuevo documento a modo de “Libro Blanco”, sino consensuar un verdadero programa operativo o plan de acción, con propuestas y objetivos muy definidos, gracias al cual las entidades con capacidad decisoria puedan disponer de herramientas y procedimientos que permitan alcanzar los fines propuestos.

► La movilidad urbana y el uso sostenible de los recursos serán cuestiones prioritarias en las agendas urbanas europea y española.





► La Agenda Urbana busca dar respuesta a nuevos desafíos como un desarrollo territorial sostenible.

## Referente

Para ello, la Agenda Urbana española tendrá como referente el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible recogido en el Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana de 30 de octubre de 2015. La Agenda será, en palabras del ministro de Fomento, “un documento estratégico concebido para mejorar la normativa y la planificación territorial y urbana, así como la financiación de las nuevas políticas urbanas”.



No tendrá carácter normativo y su línea de acción se basará sobre todo en el conocimiento, el intercambio de buenas prácticas y las experiencias obtenidas por otras entidades.

Así pues, y en consonancia con los compromisos internacionales antes mencionados, de manera especial con la Agenda Urbana europea, se pretende que la Agenda Urbana española sea un conjunto coherente de acciones promovidas sobre todo por los agentes y entidades clave, tanto a escala local, como autonómica y nacional, y destinadas a que las áreas urbanas desarrollen sus máximos potenciales.

Como en el caso de la Agenda Urbana europea y el Pacto de Amsterdam, ratificados el 24 de junio del pasado año por el Consejo de Asuntos Generales de la UE, los objetivos a corto y medio plazo son ofrecer a los ciudadanos nuevas oportunidades, mejorar su calidad de vida junto con la de su entorno, y dar respuestas a los nuevos desafíos urbanos como el desempleo, la movilidad, la inclusión social y el cambio climático. Y es que, como se señaló en el propio Pacto de Amsterdam, las ciudades tienen ya un impacto significativo sobre el desarrollo económico, social y medioambiental en toda Europa, por lo que constituyen un factor muy importante para cumplir los objetivos de la Estrategia Europa 2020, en especial cuantos señalan la necesidad de apostar de inmediato por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. ■

*EL OBSERVATORIO DE YEBES ACOGE EL CENTRO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DEL IGN Y REALIZA OBSERVACIONES AVANZADAS*

# Escuchando el universo



*JULIA SOLA LANDERO. FOTOS: IGN*

El Observatorio de Yebes, adscrito al Instituto Geográfico Nacional, creado hace ya 38 años, se ha convertido en el principal observatorio radioastronómico nacional y en uno de los más importantes del mundo. Catalogado como Infraestructura Científica Singular, sus instalaciones acogen uno de los radiotelescopios internacionales más potentes y el Centro de Desarrollos Tecnológicos (CDT) del IGN, que participa y asesora a observatorios de otros países en la creación de instrumental y equipos de alta tecnología.



**D**urante la noche del 1 al 2 de noviembre de 1979, se realizó en España la primera observación radioastronómica hecha desde un centro español. Un hito que se llevó a cabo en uno de los complejos tecnológicos más punteros de nuestro país, abierto dos años antes: el Observatorio de Yebes, situado en un extenso páramo de la provincia de Guadala-

jara, a más de novecientos metros sobre el nivel del mar, en una zona con poca actividad eólica y escasas precipitaciones.

Aquella noche —4 grados de temperatura, cielo despejado y sin viento— dos jóvenes técnicos —el astrónomo Jesús Gómez González y el ingeniero geógrafo Alberto Barcia— fueron los primeros en usar el flamante radiotelescopio de 13,7 metros para ondas milimétricas construido por técnicos del Instituto Geográfico Nacio-

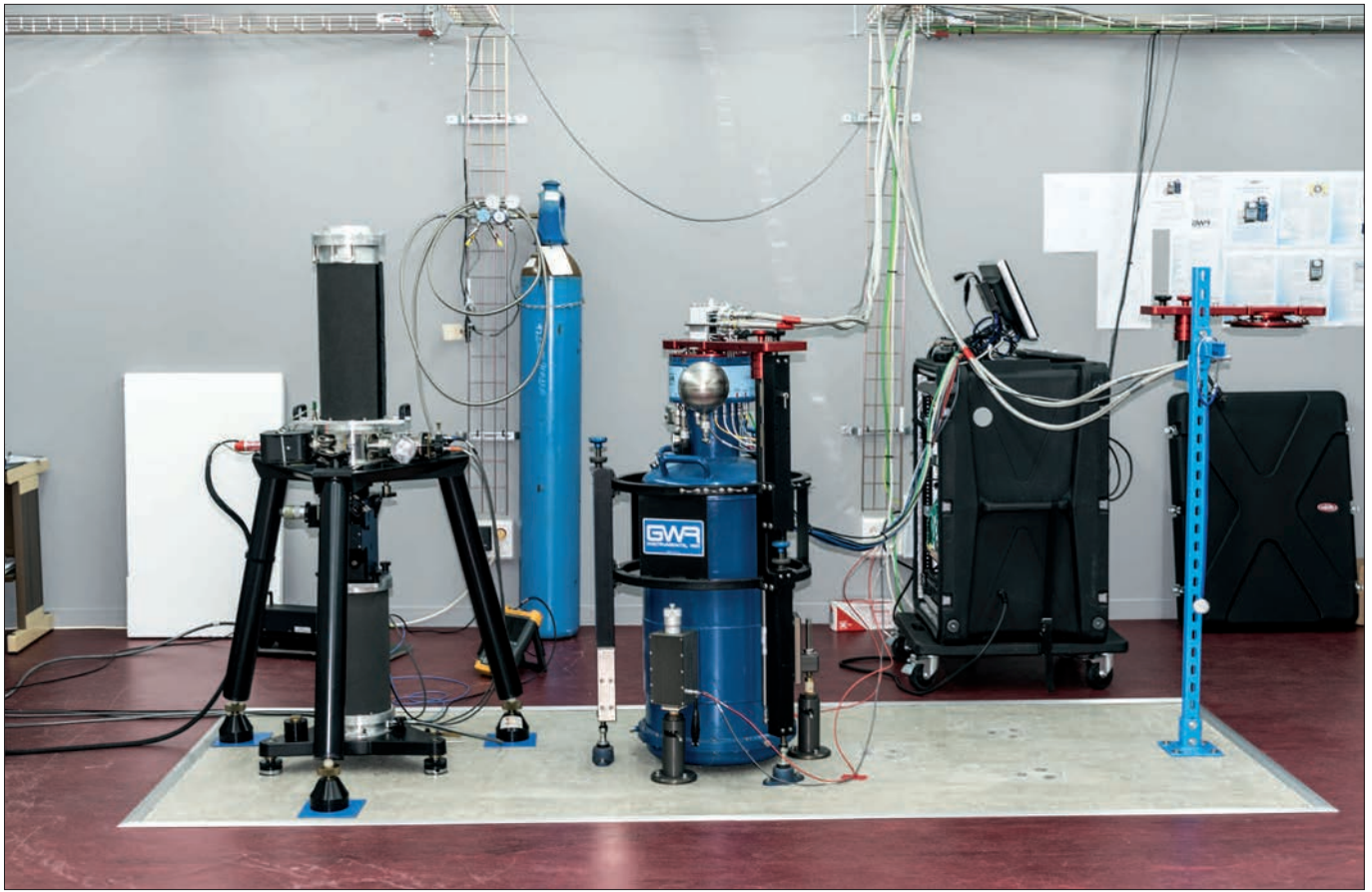
► Imagen del radiotelescopio de 40 metros.



nal (IGN) y de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de Madrid. El objetivo de aquella primera observación radioastronómica era captar las ondas provenientes de la Luna para hacer una primera corrección de los errores de puntería del telescopio. Fue el comienzo del Observatorio de Yebes que, además de los instrumentos de observación, alberga el Centro de Desarrollos Tecnológicos (CDT) del Instituto Geográfico Nacional y que, casi cuatro décadas después, se ha convertido en un centro de investigación científica cien por cien español, clasificado como Infraestructura Científica y Tecnológica Singular, siendo por tanto el princi-

pal observatorio estrictamente nacional y también uno de los observatorios radioastronómicos más importantes del mundo.

Aquel primer radiotelescopio estuvo operativo, para astronomía y geodesia, hasta el año 2000. Tras dos décadas de colaboración con instituciones internacionales —el Instituto Hispano-franco-alemán de Radioastronomía Milimétrica o el Consorcio Europeo para la Interferometría de Muy Larga Base— durante las que se llevó a cabo el desarrollo instrumental más puntero, actualmente y desde 2005, el Observatorio de Yebes cuenta con un nuevo radiotelescopio para ondas centi-



► Equipo de gravimetría.

métricas y milimétricas, de 40 metros. Diseñado por el CDT, a día de hoy es uno de los más potentes del mundo y una pieza clave de la red europea de interferometría de muy larga base VLBI (EVN) —para observaciones astronómicas—, lo que hace de él también una estación de observación de primer orden del Servicio Internacional VLBI (IVS) —para observaciones geodésicas—.

El radiotelescopio se mantiene en funcionamiento las 24 horas del día, durante los 365 días del año, captando las ondas que provienen de los cuerpos celestes más remotos del espacio, a fin de estudiar el medio interestelar, nubes de polvo cósmico, galaxias, remanentes de supernovas o estrellas en diferentes fases de su desarrollo. Algo que no es posible detectar mediante la astronomía óptica. Pero el radiotelescopio, por el contrario, sí hace posible el estudio de algunos de los procesos físicos más extremos y energéticos del universo. El impresionante ingenio, dotado de seis receptores radioastronómicos de última generación en la banda de frecuencia comprendida entre 2-140 GHz, además de sus correspondientes equipos de registro y tratamiento de datos, es capaz de realizar observaciones en solitario o formando parte de las redes europea y mundial de radiotelescopios.

Capaz de detectar señales ínfimas procedentes del Universo, en el Observatorio la contaminación lumínica

no es el problema, sino la contaminación electromagnética proveniente de la radio, la televisión, internet o de otras comunicaciones vía satélite. Todas estas fuentes emiten ondas del mismo tipo que las que se intentan recibir desde el espacio, por lo que uno de los objetivos planteados es diseñar receptores más inmunes a las interferencias. Tarea compleja, dado que se trata de receptores hipersensibles (la señal de un móvil es miles de veces más potente que la que se intenta detectar). Precisamente para poner en común los avances en este campo, en junio pasado se celebró en Yeves un congreso internacional, en el que participaron 17 países, sobre el Impacto de las interferencias de radiofrecuencia y cómo luchar contra ellas en los observatorios.

## ▶ En la frontera del conocimiento

En 2009, treinta años después de aquella pionera observación de la Luna, el nuevo radiotelescopio de Yeves realizó su primera conexión con otros telescopios y se incorporó a la técnica observacional más compleja de la moderna astronomía: la interferometría de muy larga base (e-VLBI), mediante la que se conectan radiotelescopios situados en distintos países para obtener observaciones espaciales de alta resolución, que no podrían

## Aprendiendo astronomía

Desde el Observatorio de Yebes, y a través de un proyecto con apoyo municipal, se lleva a cabo una importante labor divulgativa mediante el Aula de Astronomía, ubicada en el Pabellón Divulgativo del Observatorio, con capacidad para recibir visitas en grupos de un máximo de 35 estudiantes. Una edificación independiente situada dentro del complejo, donde los más pequeños y el público en general pueden acercarse a las estrellas y los planetas, o entender las estaciones del año, las fases lunares, los usos horarios, el sistema solar, el zodiaco, las constelaciones de referencia o los movimientos celestes. Pueden acercarse también a la radioastronomía, que tiene un papel protagonista en los contenidos del Aula, dado que es la principal actividad del Observatorio.

Para llevar a cabo esta labor de divulgación astronómica, el pabellón dispone de una colección de paneles de divulgación, un módulo del sistema solar, un taller de Astronomía y medios audiovisuales, y organiza visitas guiadas por el centro. Además, el Observatorio ha incorporado un pequeño radiotelescopio parabólico —el “Spider”— que permite a los visitantes operar con un instrumento de observación astronómica real. Cuenta también con un planetario digital del aula de Astronomía, dotado de un sistema de simulación astronómica en 3D y un sistema audiovisual de alta definición. Para terminar la experiencia espacial, también se ha habilitado una “escuela de cohetes”, en la que, mediante la fabricación de cohetes de agua, se aprende el principio de acción-reacción de Newton.

Además, los instrumentos que son ya parte de la historia del Observatorio, tienen paneles informativos y basta un paseo al aire libre para descubrir las funciones para las que se utilizaron en su día. Es el caso del primer radiotelescopio de 13,7 m, ahora cubierto con una cúpula protectora, y también del astrógrafo doble, formado por dos telescopios ópticos idénticos de 40X200 cm, situado en una cúpula de 8 m de diámetro e instalado en 1976. Este aparato estuvo especializado en observar objetos en movimiento, como asteroides o cometas, y también está obsoleto en la actualidad. El complejo alberga también la torre solar de 8 m de altura que se utilizó hasta el 2000 para monitorizar las manchas solares.



► Interior del radiotelescopio de 40 metros.

ser obtenidas con una observación de antena única. Con esta técnica, con la que la Tierra puede convertirse en un inmenso receptor de ondas milimétricas, los distintos radiotelescopios observan simultáneamente la misma radiofuente y envían las señales captadas en tiempo real a los centros de procesado.

Además de las observaciones conjuntas, decididas y programadas por un comité de expertos compuesto por miembros de distintos observatorios, el Centro de Desarrollos Tecnológicos de Yebes está involucrado actualmente en los proyectos situados en la vanguardia del conocimiento: IVS, EVN, Radioastron, SKA, ALMA, NOEMA, RAEGE y BRAND, y tiene también convenios

de colaboración con distintos países (Alemania, Japón, Noruega, Tailandia, Corea del Sur, Finlandia).

De todos esos proyectos destaca el denominado Nanocosmos, avalado por el Consejo Europeo de Investigación y liderado por investigadores españoles, que intenta averiguar cómo se forman las nanopartículas que forman los granos de polvo interestelar y cuáles son sus procesos químicos. Para lograrlo, se han diseñado ingenios que emulan —en sus diferentes fases— las condiciones físicas y químicas de las capas exteriores de una estrella evolucionada (una gigante roja similar al tipo de astro en el que se convertirá en un futuro remoto nuestro Sol) y son capaces de reproducir polvo inte-



► Sala de control del radiotelescopio de 40 metros.

restelar. Simultáneamente, en el desarrollo de este proyecto se realizan observaciones radioastronómicas utilizando el radiotelescopio de Yebes y las 66 antenas de alta precisión de ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), en Chile, para analizar la composición molecular y los procesos químicos asociados en la zona de formación de ese “polvo de estrellas”. El objetivo final es comprender el origen cósmico de esos granos interestelares, que han podido dar lugar a la formación de planetas como la Tierra.

## .\ Observando la Tierra

En el terreno de la observación geodésica, en Yebes se estudian y monitorizan los movimientos de las placas tectónicas de la corteza terrestre y se prestan servicios geodésicos a escala internacional mediante la realización periódica de los Marcos Internacionales de Referencia Terrestre (ITRF), con los que se pretende perfeccionar la red actual, que a día de hoy tiene grandes lagunas geográficas, escasas ubicaciones y una tecnología obsoleta.

Cuenta para ello con el radiotelescopio Jorge Juan de 13,2 metros –puesto en servicio en 2013–, que está adaptado a las nuevas especificaciones requeridas

para la radioastronomía con fines geodésicos y forma parte del proyecto RAEGE (para una Red Atlántica de Estaciones Geodinámicas y Espaciales), cuyo objetivo es crear una red de cuatro Estaciones Fundamentales Geodésicas en España (Yebes y Canarias) y Portugal (islas Azores de Santa María y Flores), con el fin de establecer un Sistema Global de Observación Geodésica VLBI que, integrando diferentes técnicas, proporcione la infraestructura geodésica necesaria para monitorizar el sistema terrestre y obtener información sobre la forma de la Tierra, su campo de gravedad y su movimiento de rotación.

En la búsqueda de la máxima precisión de las observaciones geodésicas, el CDT está trabajando en el diseño de una nueva estación de *Satellite Laser Ranging* (SLR) para la medición de distancias mediante la emisión de pulsos de luz –a modo de destellos muy cortos y potentes–, a través de un telescopio láser, a los retroreflectores de los satélites que orbitan a distancias de hasta 40.000 km de distancia de la Tierra. Estos reflejan la luz en la misma dirección de incidencia hacia el receptor del telescopio, lo que permite calcular, mediante un reloj capaz de medir picosegundos (la billonésima parte de un segundo), la distancia entre el satélite y el telescopio. Cuando esté operativo el sistema de SLR, el Observatorio de Yebes será una estación geodésica



fundamental, es decir: un observatorio en el que se combinan y aplican las técnicas de geodesia espacial más importantes y avanzadas.

El objetivo es georreferenciar cualquier parámetro ambiental con la máxima precisión para obtener marcos de referencia a nivel global, continental, nacional, regional y local; algo muy necesario, por ejemplo, para las agencias espaciales que lanzan misiones al espacio y que dependen de un marco de referencia geodésico preciso y estable, pues una desviación de un milímetro en un lanzamiento desde la Tierra puede significar un error de kilómetros en el espacio. Aunque su importancia también se mide en otros parámetros. Por ejemplo, se monitoriza el sistema ambiental de la Tierra —océanos, casquetes polares, hidrología, hielo, corteza, atmósfera—, no sólo para comprender los procesos de cambio global, sino también para poder predecir en el futuro cambios en las condiciones hidrológicas, que pueden afectar a la seguridad de la población —sísmos, aumento del nivel del mar, inundaciones, sequías, tormentas o tsunamis— y de ese modo, tomar decisiones adecuadas como la construcción de diques, estrategias de agricultura o el traslado de la población.

El espacio exterior resulta una fuente fiable para conocer los secretos de la Tierra. Por eso las observaciones geodésicas utilizan los cuásares que son los cuerpos celestes más lejanos y, por tanto, los más estables para calcular, por ejemplo, el posicionamiento preciso

del radiotelescopio. Para conseguirlo, mediante la interferometría VLBI se mide la diferencia de tiempo en la recepción de la señal emitida desde el espacio y recibida en dos o más observatorios situados a grandes distancias.

► Torre solar y radiotelescopio  
Jorge Juan.

### El Centro de Desarrollos Tecnológicos trabaja en una nueva estación láser que permitirá cálculos geodésicos de máxima precisión

Para auscultar los movimientos más remotos e imperceptibles del planeta, las instalaciones de Yebes cuentan también con una Estación de Gravimetría diseñada para las intercomparaciones gravimétricas, que está siendo insertada en el Sistema Internacional de Referencia de Gravedad (IGRS). Dada la extrema delicadeza de los instrumentos que alberga y su altísima sensibilidad, el pabellón de gravímetros cuenta con doble cámara con sistema de aire acondicionado en el exterior y una estructura arquitectónica hiper estable (su envolvente exterior es independiente del volumen interior). El edificio alberga —anclados a la roca madre del terreno y con una separación de una pulgada con respecto



► Interior del radiotelescopio de 40 metros.

al suelo para no recibir vibraciones— los instrumentos mas potentes en su campo (gravímetro absoluto FG5 y gravímetro superconductor) con los que, formando parte de la red mundial de este tipo de instalaciones, se monitorizan alteraciones como las mareas terrestres (levantamientos de la corteza provocados por la atracción gravitatoria de la Luna y el Sol).

Para controlar los parámetros del medio ambiente, que pueden afectar a las mediciones, el Observatorio de Yebes dispone de una estación meteorológica SE-AC-300 que proporciona información actualizada de la temperatura, humedad y presión locales, datos que son

utilizados para la calibración de las observaciones astronómicas realizadas con los dos radiotelescopios del Centro.

## ► Tecnología punta

El CDT cuenta con un laboratorio para el desarrollo de instrumentación de alta tecnología y talleres de electrónica, microondas, criogenia, electroquímica y mecánica de precisión. En ellos trabaja hoy más de una veintena de técnicos, que también se encargan de la instalación, mantenimiento y desarrollo de toda la instrumentación científica del IGN, con la que se llevan a cabo las observaciones y medidas astronómicas, geodésicas y geofísicas.

La enorme experiencia acumulada en investigación hace que distintos países del mundo soliciten los servicios técnicos del CDT para el desarrollo instrumental de alta tecnología. Entre otras cosas, equipos para la construcción de receptores criogénicos a longitudes de onda centimétricas y milimétricas —con fines tanto astronómicos como geodésicos—, como los que actualmente se proyectan para usar por Noruega en el Polo Norte o también para Finlandia. Se trabaja también para diversos observatorios de todo el mundo poniendo en marcha radiotelescopios, diseñando *software* de control de radiotelescopios, construyendo antenas focales y amplificadores de bajo ruido criogénicos o Sistemas RF e IF para radioastronomía. Para el montaje, integración y verificación de receptores, el CDT ha desarrollado una cámara anecoica única en España por su gran ancho de banda operativa y que, recubierta con cuñas piramidales de material aborserbente impregnado de partículas de carbono, evita el paso de cualquier onda electromagnética.

Actualmente el CDT colabora en el Square Kilometer Array (SKA), un proyecto internacional en el que participan alrededor de 100 organizaciones de 20 países, para construir el mayor radiotelescopio del mundo: una plataforma con un kilómetro cuadrado de superficie colectora, que contará con miles de antenas parabólicas de 15 metros de alta frecuencia, que serán localizadas en Sudáfrica, además de centenares de miles de antenas de baja frecuencia que se situarán en Australia occidental. Se trata de uno de los mayores retos científicos y tecnológicos de la historia, que hará posible observaciones con un nivel de detalle sin precedentes en el rango de 100 MHz y 20 GHz y con mayor velocidad que con cualquier otro sistema actual. El SKA podrá rastrear grandes áreas del cielo simultáneamente, con una altísima resolución, y será tan sensible que podría detectar, por ejemplo, el radar de un aeropuerto situado en un planeta a diez años-luz de distancia. Un proyecto, en definitiva, llamado a liderar una nueva era de descubrimientos científicos. ■

*RECORRIDO CIRCULAR EN TREN POR LAS DOS VERTIENTES PIRENAICAS  
Y EL CORAZÓN DE LA Cerdanya.*

# Ventanilla con vistas



*TEXTO Y FOTOS: JOSÉ IGNACIO DE GRADO*

En la actualidad solo hay una conexión ferroviaria activa dominando paisaje abierto sobre el macizo de los Pirineos: la que discurre desde la estación francesa de La Tour de Carol-Enveitg y enlaza con la estación de Ribes de Freser (Girona), y la línea de Puigcerdà procedente de Barcelona.



Tradicionalmente las conexiones ferroviarias España/Francia han ocurrido por los extremos occidental y oriental de los Pirineos, junto al mar, siendo bien conocidas las de Irún-Hendaya (Oeste) y Portbou-Cerbère (Este) y, más recientemente, en Girona, también la conexión de ancho internacional (UIC) que salva los Pirineos por debajo, mediante el túnel del Perús, de 8,3 km.



► Estación de Villefranche-Vernet-Les Bains.

Pero para el viajero sin prisas existe otra propuesta alternativa, que es la que se narra en estas líneas: viajar en tren desde Barcelona por la línea de Puigcerdà (actualmente línea Rodalies R3) hasta Ribes de Freser, subir en el Cremallera de Núria (ida y vuelta) y seguir camino desde Ribes hasta la estación francesa de La Tour de Carol-Enveitg, en la histórica comarca de La Cerdanya, todavía al sur de los Pirineos. En esta estación se puede tomar el “Tren Amarillo” o “Train Jaune”, ferrocarril de vía métrica de la Sociedad Estatal de los Ferrocarriles

Franceses (SNCF) que cruza, por el puerto de la Perche, a la vertiente norte de los Pirineos, por donde va descendiendo hasta Villefranche de Conflent. En esta localidad de la antigua comarca del Rosellón es posible cambiar ya de tren a uno de ancho internacional de la red francesa y proseguir hasta Perpignan, donde se puede hacer transbordo para tomar otro tren hasta Portbou, y desde esta localidad gerundense, en otro tren de Renfe (Rodalies R11), estar ya de vuelta en Barcelona.

## ▶ Primera jornada.

Saliendo de Madrid en el AVE de las 07:00 h se llega a Barcelona-Sants a las 09:30, con tiempo suficiente para coger en la misma estación el Rodalies R3 de las 09:51 hasta Ribes de Freser. La mayor parte de esta línea a Puigcerdà se debe a la Sociedad del Ferrocarril y Minas de Sant Joan de les Abadesses, y su inauguración se remonta a 1880, cuando se abrió hasta Ripoll y el cargadero de carbón de Toralles, en Sant Joan, donde llegaba el carbón de la cuenca minera de Surroca-Ogassa gracias a un pequeño ferrocarril minero que salía junto a la bocamina de la mina de Santa Bàrbara.

Esta compañía minero ferroviaria quebró y se vendió en 1887 el ferrocarril y las minas a la poderosa NORTE, que le dio un nuevo impulso. En 1922 se inauguró la nueva línea desde Ripoll a Puigcerdà, construida a cargo del Estado, que remonta el río Freser (afluente del Ter) hacia el Norte. Pasado Ribes de Freser, hace un giro de 90° para continuar hacia el oeste junto al río Rigard (afluente del anterior) y donde fue necesario acometer, cerca de Toses, dos túneles: uno de caracol (túnel casi helicoidal de 1.054 m) y el túnel de Toses, de 3.904 m de longitud, que permitieron la continuidad del trazado entre las cuencas de los ríos Ter y Segre. La máxima altitud hoy de la red de los ferrocarriles de vía ancha española se encuentra precisamente en el interior de este túnel, en el cambio de rasante que presenta el mismo, a 1.480 m sobre el nivel del mar. A la salida del túnel, ya en la cuenca del Segre, se deja atrás la estación de esquí de La Molina para descender hacia Puigcerdà, junto al río Alp. Esta espectacular línea de 47 km, inicialmente un ramal desde Ripoll (cota 683 msnm) a Puigcerdà (cota 1.147 msnm), discurre por el citado túnel de Toses a 1.480 msnm en su interior y exigió la construcción de un total de 43 túneles, deparando al viajero espectaculares paisajes de montaña.

En 1985 se clausuró el final de la línea original de Ripoll a Sant Joan de les Abadesses, que actualmente es la Via Verde del Ferro i del Carbò, que no sólo llega hasta el cargadero de Toralles sino que, remontando el desnivel del antiguo plano inclinado mediante una rampa moderna en zigzag, permite continuar por el trazado del ferrocarril minero hasta la plaza de la mina de Santa Bàrbara, en Ogassa, que es visitable.



El tren de Cercanías o Rodalies, que sale a las 09:51 de Barcelona-Sants lleva hacia el Noreste, hacia Montcada-Bifurcació, donde se separa del resto de la red y, bordeando Granollers, busca el norte hacia Vic. Pasada esta localidad y antes de llegar a Manlleu, cruza el río Ter, al que acompañará remontando su cauce hasta Ripoll. Este trayecto desde Barcelona es muy utilizado por grupos de turistas extranjeros que acuden a la capital de la comarca del Ripollés a visitar el monasterio de Santa María.

El tren llega a Ribes de Freser a las 12:13 y, junto a la estación de vía ancha, al final del andén hacia Puigcerdà, se encuentra la estación del cremallera de Núria. Este ferrocarril de ancho métrico fue inaugurado en 1931, y la línea la opera Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC). Tiene una longitud de 12,5 km, arranca en Ribes Enllaç (905 msnm) y, tras dejar atrás Ribes Vila y Queralbs, llega a Núria (1.964 msnm). Los primeros 5,5 km son en adherencia, y después comienza el tramo en cremallera, con dispositivo ABT y rampas del 15%. El trayecto es espectacular, y más debió serlo en el pasado, pues en 2008 se abrió una variante con el túnel del Roc del Dui, de 1.330 m de longitud, para evi-

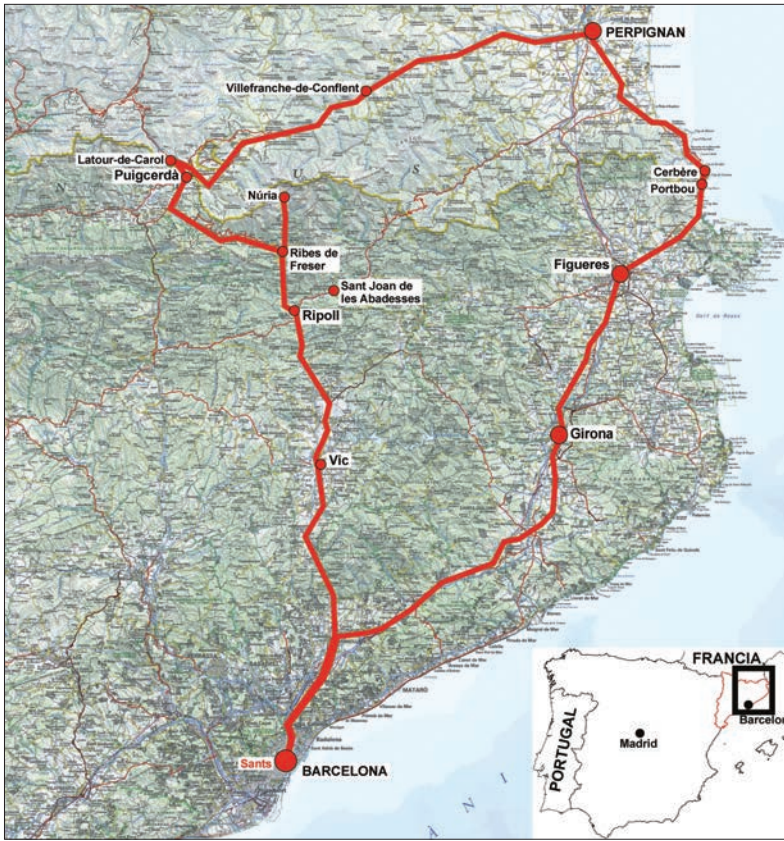
tar un tramo inestable pero de gran belleza (Dent d'en Rossell). La línea está electrificada a 1.500 V en corriente continua.

## La Vall de Núria

El tren sale de Ribes de Freser a las 12:50 h y llega a Núria las 13:30 h, y andando con un paso ligero se puede atravesar el paraje de Núria hacia el mirador de la Creu d'en Riba, con una panorámica inmejorable sobre nuestro tren de subida que desciende ahora hacia Ribes. En Núria se encuentran el santuario de Nuestra Señora de Núria y la estación de esquí de Vall de Núria, solo accesible por este tren o andando, siendo la ruta más transitada la senda de montaña hacia Queralbs. Núria está a los pies de la cresta fronteriza de los Pirineos, y el pico más alto que lo bordea es el Puigmal, de 2.910 m, muy cerca del Pic del Segre.

De regreso, tomando el tren de las 15:30 h., se llega a Ribes Enllaç a las 16:20 h. En Ribes Vila existe un museo gratuito sobre el Ferrocarril de Núria, por lo que una buena opción es bajarse en esta estación para visitarlo y seguir luego caminando desde aquí hasta las

► *Tren en descenso a Ribes visto desde el mirador de La Creu d'en Riba.*



► Vista sobre un mapa del recorrido ferroviario por las dos vertientes de los Pirineos. Debajo, tren de Rodalies de regreso a Puigcerdà.

estaciones de Ribes Enllaç (FC Núria) / Ribes de Freser (FC Renfe/Rodalies). En el museo se puede admirar una pieza singular: la antigua locomotora a vapor nº6, Julián Funchs, con disposición de ejes 021T, de 1892, diseñada inicialmente para tracción en cremallera y con los ajustes inclinados para que en plena rampa la caldera se mantenga en horizontal.

A las 17:15 h. sale el Rodalies de Ribes hacia Puigcerdà, tomando hacia el oeste para remontar el río Rigard. Poco antes de Toses se vuelve a atravesar el túnel helicoidal o de "caracol" que, junto al más pequeño de Grawakas, completan un giro de 360° salvando un desnivel de unos 80 m. De nuevo en la cuenca del Segre y ya en la estación fronteriza de Puigcerdà, es posible conectar con la línea de ancho internacional procedente de la estación francesa de La Tour de Querol-Enveitg, distante a menos de 4 km. Nuestro tren cruza la frontera y llega a la estación francesa casi a la hora prevista de las 18:06. Esta misma unidad 447 vuelve poco después hacia Puigcerdà y Barcelona a las 18:52 h.

La estación francesa de La Tour de Querol-Enveitg tiene servicios en 3 anchos de vía: el español de la línea de Puigcerdà (1.668 mm), el ancho internacional (1.435 mm) con incluso un tren directo nocturno a París-Austerlitz y el de vía métrica (1.000 mm) del tren amarillo hasta Villefranche-Vernet-Les Bains.

La oferta de pernoctación en estas pequeñas localidades francesas junto a la estación es muy limitada, pero la necesidad de iniciar desde aquí al día siguiente el recorrido en el tren amarillo me hace acomodarme en lo disponible lo más cerca de la estación francesa.

La Cerdanya (catalán), Cerdagna (francés) o Ceritania (latín) es una comarca histórica en la cabecera de la cuenca del río Segre, y se extiende en Francia a los pies del Pic del Segre, de 2.843 m., cerca de la localidad de Llo. Como la adyacente del Roselló, fue española hasta el Tratado de los Pirineos de 1659, en virtud del cual la Cerdanya se dividió en dos, de modo que la Alta pasó a Francia y la Baja, con capital en Puigcerdà, permaneció en España, con una pequeña excepción, la villa de Llívia, que permanece como enclave español, como una isla, dentro de territorio francés.





► Tren cremallera saliendo del túnel junto al embalse de Núria. Debajo, estación de Saillagause.

Aprovechando las horas de luz de julio es posible acercarse a Llívia andando, por Ur, a casi 8 km, por pequeños caminos, evitando el asfalto. Llívia está separada de Puigcerdà por unos 5,7 km (en línea recta, por asfalto de carretera), y ALSA tiene también autobuses que unen estas localidades. Para cerrar los vértices de este triángulo, La Tour de Carol-Enveitg se encuentra a unos 4 km de Puigcerdà. En el mejor de los casos, apenas unos discretos mojones de piedra marcan las fronteras en todos estos tránsitos.

## Segunda jornada

Solo hay dos trenes al día que hagan el tramo completo desde La Tour de Carol-Enveitg (1.247 msnm) hasta la estación de Villefranche-Vernet-Les Bains (427 msnm): a las 08:28 h y a las 15:13 h. Este tren es conocido como Tren Amarillo o Train Jaune porque está pintado íntegramente en este color. El primero de la mañana, tren TER 23010, el de las 08:28 h llega a las 11:49 a Villefranche de Conflent. Este tren es de vía métrica, con tracción en adherencia, con un trazado ciertamente espectacular y es una atracción turística muy popular en la región. Tarda 3 horas y 21 minutos en hacer los 62,6 km, atravesando el Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes. Partiendo de la vertiente sur de los Pirineos, tras cruzar el río Segre, asciende hasta los 1.593 m en la estación de Bolquère-Eyne, junto al Col de la Perche, que hace de divisoria en la cresta de los Pirineos, y discurre luego en suave descenso junto al cauce del río Têt, ya al norte de los Pirineos, hacia Villefranche, capital del Conflent, una de las regiones que formaban el condado del Roselló.

El ferrocarril se completó en 1927 pero, en el transcurso de la inauguración de un tramo parcial en 1909, se produjo un accidente por problemas de frenos y causó la muerte a 7 personas, incluyendo al ingeniero Gisclard. Todo sucedió en una curva junto al espectacular puente colgante al que dio nombre, a 80 m sobre el Têt, con una luz entre pilares de 156 m y con 222 m de longitud total. Otro viaducto notable de este tramo, también catalogado en Francia como monumento histórico, es el de piedra de Séjourné, de 217 m de longitud y 65 m de altura, con una doble arcada superpuesta. La línea tiene 19 túneles, presenta pendientes de hasta el 6% y está electrificada a 850 voltios/corriente continua mediante un tercer carril en lugar de catenaria. Las composiciones son automotores y coches cerrados, pero lo más popular son los coches descubiertos intercalados entre los cerrados.





► Train Jaune en el viaducto de Sejourné.



► Vista de Villefranche de Conflent.



► Estación de Puigcerdà

Tras la Paz de los Pirineos y la toma de posesión de Francia de estos territorios, se organizó la fortificación de los mismos. Luis XIV encargó la tarea a su ingeniero militar más afamado, Sébastien Le Prestre (Vauban), quien construyó la fortificación de Mont Louis, muy cerca del Col de la Perche y sobre la misma Villefranche de Conflent (actual Fort Libéria). Estas dos fortificaciones forman parte del listado de las 13 fortificaciones de Vauban, declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Tras la llegada a Villefranche a las 11:49 h., habiendo recuperado la media hora de retraso de la salida, es preceptiva la visita al Fort Libéria de Vauban, reconstruido después, en el siglo XIX, bajo mandato de Napoleón III. Es una sólida fortaleza a media ladera dominando la ciudad fortificada de Villefranche, con la que está unida por una galería subterránea conocida como la de “los mil escalones”.

## En Ribes-Vila se puede visitar el museo del Cremallera de Núria, de acceso gratuito

A las 15:25 h. parte el tren de Villefranche a Perpignan, en plena oferta de verano por el módico precio de 1€, con llegada a las 16:13 h. En Perpignan aún da tiempo de hacer una rápida visita, atravesando la ciudad, al palacio de los Reyes de Mallorca, recuerdo de la pasada vinculación con este reino.

Ya de regreso en la estación, a las 17:11 h. sale el tren que, en poco más de 40 minutos, llega a Portbou, ya en Gerona, pasando antes por las localidades costeras de Argelès-sur-Mer y Colliure, localidad en la que falleció y descansan los restos del poeta Antonio Machado.

Portbou tiene conexiones en ancho internacional procedentes de Cerbère (Francia) y en ancho español que, desde Girona y Barcelona, arriban también en algún caso hasta Cerbère. La estación está encajonada entre dos túneles, siendo el del norte el que acoge la frontera con Francia. Esta pequeña localidad fronteriza, que vio pasar muchos españoles camino del exilio al final de la Guerra Civil, fue testigo también de refugiados que, como el propio Antonio Machado, huían de Francia en sentido contrario poco tiempo después.

Como desde la estación se puede bajar cómodamente hasta la misma playa, antes de la salida del tren de Rodalies, que parte con destino a Barcelona a las 19:41 h., se puede dar un agradable paseo junto a la orilla. Y ya de regreso en la Ciudad Condal, a las 22:19 h., el viajero tiene dos opciones: rendir visita a sus hermosas calles, o bien aguardar las siguientes conexiones ferroviarias en Alta Velocidad si su destino es Madrid, o en el Euromed si desea partir con destino Valencia. ■



*CUARTO CENTENARIO DE LA PLAZA MAYOR DE MADRID*

# Monumental transformación



► *Fiesta Real en la plaza Mayor*, óleo de Juan de la Corte. Museo de Historia de Madrid.

TEXTO Y FOTOS: JULIA SOLA LANDERO

La historia de la plaza Mayor de Madrid es la historia de una gran metamorfosis: desde su modesto origen, allá por la Edad Media, como mercado de abastos en los arrabales de la ciudad, hasta convertirse en el majestuoso recinto porticado que es hoy, la plaza se ha ido transformando a la medida de los deseos de reyes y alcaldes.

**E**terna superviviente, la plaza sufrió en su centenaria historia tres incendios devastadores que dieron lugar también a profundas operaciones de rediseño. Y ha resistido con gallardía las veleidades de regidores deseosos de pasar a la historia por dejar en ella su impronta, de modo que ha lucido ajardinada a la francesa, engalanada de árboles, fuentes y parterres; como en su día fue escenario de corridas de toros, ajusticiamientos, beatificaciones y coronaciones; alojó cabeceras de tranvía y fue utilizada como aparcamiento. Siempre viva, castiza o mundana, tuvo un balcón reservado a los reyes pero también se llamó plaza de la República. Imperial y doméstica al mismo tiempo, a su alrededor se arremolinaron los gremios al calor de la creciente actividad comercial de la zona, y a los panaderos y carniceros de la plaza se unieron los esparteros, bordadores, botoneras o cuchilleros, que dieron nombre a las calles aledañas.

Su origen más remoto es medieval, aunque la traza actual del recinto corresponde al proyecto del archi-

tecto de Felipe III, Juan Gómez de Mora, realizado en 1617, fecha de la que este año la capital está conmemorando el cuarto centenario con música, teatro, mascaradas, cine y danza. Dos siglos atrás de aquella fecha y muy lejos de imaginar su noble destino, el recinto era un desaliñado mercado de abastos que dio en llamarse plaza del Arrabal y que creció sobre la explanada de una antigua laguna a cuyo alrededor, ya desde tiempos de los Reyes Católicos, se colocaban tenderetes para vender vinos y comidas. Al situarse fuera del recinto amurallado —en el arrabal de Santa Cruz—, el mercado estaba exento de pagar derechos de portazgo, por lo que los precios de los productos eran más baratos, razón por la que se convirtió en una de las plazas más frecuentadas por los madrileños.

En torno a aquel incipiente foco de actividad, situado en la confluencia de los caminos de Toledo y Atocha, se fueron levantando viviendas de forma desordenada, dando lugar a un recinto abierto y de trazado irregular. Allí se alzó la primera construcción porticada que sería característica de la futura plaza: la lonja que regulaba el comercio en ella, antecedente de la Real Casa de la Panadería.

## La llegada de la Corte

Pero su existencia como humilde mercado estaba a punto de dar un vuelco. Madrid se preparaba para recibir a la Corte desde Toledo y había que dar lustre a la por entonces discreta villa situada en el centro árido del reino de Castilla. La transformación decisiva de aquel recinto medieval, que a lo largo del siglo XVI ya comenzó a llamarse plaza Mayor, sucedería, pues, a partir de 1561, cuando Felipe II comunica su voluntad de convertir Madrid en capital del reino. Por entonces la ciudad apenas tenía 15.000 habitantes y unas 2.000 viviendas y debía prepararse para recibir a un buen número de nobles, funcionarios, artistas y distintos cargos vinculados a la Corte. Efectivamente, en menos de 40 años desde que obtuvo la capitalidad del reino, los habitantes se duplicaron y el número de casas se multiplicó por tres. Tantos cambios trajo a Madrid la llegada de la Corte que, cuando en 1601, Felipe III la trasladó temporalmente a Valladolid, la villa clamaría por el regreso de la capitalidad.

Felipe II, de quien es conocida su natural afición a la arquitectura, ya estaba embarcado desde 1563 en la construcción del monasterio de El Escorial. A punto de concluir aquel proyecto, quiso contagiar a la plaza Mayor algo de la magnificencia que ya se adivinaba en la impresionante obra escorialense. Se hacía necesaria una actuación urbanística: el viejo mercado medieval se había convertido en un animado escenario de actividades comerciales, sociales y políticas, pero no estaba a la altura de la capital del reino.

Previendo esa necesidad de cambio, el por entonces corregidor de la villa, Luis Gaytán de Ayala, encargó en 1581 a Juan de Valencia (uno de los maestros mayores del rey) elaborar una propuesta de renovación que fue enviada a Lisboa, donde por entonces residía Felipe II. La respuesta vino del arquitecto real, Juan de Herrera, e iba dirigida al secretario de las Obras Reales, Juan de Ibarra, quien se reunió con Gaytán de Ayala a finales de marzo de 1582 para llevar a cabo el deseo real de demoler las casas de una manzana a fin de despejar y cuadrar la plaza. Juan de Herrera dirigió en 1581 los primeros derribos de cara a la construcción de una futura plaza Mayor, trabajos que compaginó con la construcción del puente de Segovia (el mismo que hizo exclamar a Lope de Vega que Madrid vendiera el puente o se comprara un nuevo río).

En 1590 comenzó a levantarse el primer y más importante edificio del recinto: la Real Casa de la Panadería, que acogía en su planta baja una tahona pública: una especie de panadería monumental, y almacén de trigo y harina para abastecer a la ciudad. En la planta sótano estaban las caballerizas de los panaderos, mientras que en la planta noble se reservó el llamado Salón Real, para uso de la Corona, que se abre a la plaza Ma-



yor y desde cuyos balcones los Reyes presidieron procesiones, autos sacramentales, corridas de toros, carnavales y canonizaciones.

► Arco de la calle de La Sal.

## Epicentro

El Rey prudente murió en 1598 sin haber visto culminado su deseo de engrandecer la plaza Mayor. Reinando ya Felipe III, el aspecto del recinto lucía destartado y con casas de dudosa factura, por lo que se decidió demoler el caserío existente y levantar una nueva plaza más acorde con la poderosa Corte real y con un Siglo de Oro que daba sus mejores frutos. Ordena el mo-



► Farola, en primer plano, y balconada al fondo.

marca la reestructuración integral del recinto en el que había sido proclamado rey y donde, paradójicamente, fue ahorcado el valido regio caído en desgracia, Rodrigo Calderón. Estábamos ante la mayor reforma urbanística que había experimentado Madrid.

El proyecto de Juan Gómez de Mora —uno de los mejores alumnos de Juan de Herrera—, realizado en 1617, concebía la plaza como un enorme rectángulo de 152 metros de largo por 94 metros de ancho, una proporción que se aproxima a la que Vitrubio aconsejaba para el atrio romano. Se convirtió así en el espacio público más grande y con mayor prestancia de Madrid. Tenía capacidad para acoger 50.000 personas y 3.700 vecinos, y contaba con nueve entradas, tres bajo arcos y otras seis abiertas. Debido a la altura de sus edificios, la plaza era visible desde cualquier punto de la ciudad. Toda una metáfora del buen gobierno de la dinastía de Austria, traducido en el orden y en la grandeza de sus dimensiones. Epicentro absoluto del Madrid de los Austrias.

Gómez de Mora respetó la Casa de la Panadería, ya construida, modificando sólo la planta baja, y la dejó en el centro del lado mayor del rectángulo de la plaza.

### A su alrededor se arremolinaron los gremios, y los oficios —bordadores, botoneras, latoneros, etc.— dieron nombre a las calles aledañas

Según su proyecto, las casas tenían seis plantas, incluidos los bajos porticados y adintelados, estructura de madera, sótanos abovedados y fachadas de ladrillo rojo visto a las que se abrían balcones. Los tejados fueron de plomo hasta que las placas fueron literalmente derretidas por el incendio de 1631 y se sustituyeron por teja árabe. Frente a la Casa de la Panadería, que quedaba más baja que el resto de las construcciones, se levantó la Casa de la Carnicería, donde se encontraba el

depósito general de carnes que abastecía los mercados y tiendas de la ciudad. Se desconoce la fecha exacta de la construcción de este edificio, pero se cree que fue reconstruida después del incendio de 1616, resultando un edificio

de características similares a la Casa de la Panadería.

Las obras acabaron pronto y sólo dos años después de su comienzo, el 23 de septiembre de 1619 se pregona un acuerdo municipal para que ningún vecino de la plaza modifique los balcones y para que doren los enrejados. Por tanto, la plaza estaba prácticamente acabada y se daban los últimos retoques. Por fin, el 15 de mayo de 1620 se convirtió durante seis días en esce-



► Vista de la plaza, ajardinada a la francesa, en una postal de comienzos del siglo XX.

nario de los festejos celebrados con ocasión de la beatificación de San Isidro.

Escenario de todo tipo de eventos, la plaza, como cualquier centro de espectáculos, tenía sus localidades en los balcones, cuyo uso se pagaba dependiendo de la altura: desde los 12 ducados del primer piso hasta los 3 de la quinta planta. El primer piso de la Casa de la Panadería, estaba reservado a los reyes y su séquito, por lo que las llaves, como sitio real que era, estaban custodiadas por el aposentador de Palacio. En 1634, Felipe IV autorizó la construcción de una nueva calle de acceso en la Casa de la Panadería, con el objeto de favorecer la entrada exclusiva de los carruajes de la familia real desde la calle Mayor

## Incendios

En la calurosa noche del 6 al 7 de julio de 1631, reinando Felipe IV, y provocado por las chispas de un horno, se desencadenó el primer incendio ocurrido en la plaza. Tres días de llamas que devoraron decenas de viviendas, porque las losetas de plomo de las cubiertas se fundían y hacían casi imposible la extinción de las llamas. Ante la impotencia para apagar el fuego, que ya se extendía por las calles de Imperial y Toledo, al lugar de los hechos se personó el mismísimo Felipe IV acompañado del conde duque de Olivares, quienes hicieron llevar el cuerpo incorrupto de San Isidro y las vírgenes de Atocha, Almudena y de los Remedios y de la Soledad

## Nombres de la plaza

*Un enclave como la plaza Mayor, escenario de tantos y tan variados eventos –dramáticos, jocosos, solemnes–, y objeto de tantos proyectos rubricados con cuño real, no podría haber sido ajeno a los vaivenes políticos de España.*

*Desde 1619, cuando se lleva a cabo el proyecto de Juan Gómez de Mora, con el que se deja atrás definitivamente su pasado medieval y también su denominación como plaza del Arrabal, el recinto ya era conocido como plaza Mayor –la más grande de Madrid– y así se mantuvo hasta el XIX. Sin embargo, los cambios políticos trajeron nuevos nombres para el enclave más cambiante de la ciudad. Así, en 1812 pasó a llamarse plaza de la Constitución, una denominación de ida y vuelta que ostentó también en 1820, 1833, 1840, 1874 y 1876, mientras que la denominación de Plaza Real alternó con aquella en 1814, 1826, 1835 y 1874.*

*En 1873, al proclamarse la Primera República, la plaza fue bautizada con el nombre de plaza de la República. A los dos meses pasó a ser de-*

*nominada como plaza de la República Federal y también como de la República Democrática Federal. Tras la Restauración borbónica volvió a llamarse plaza de la Constitución, nombre que en nuestros días fue olvidado para recuperar, como un círculo que al fin se cierra, el antiguo y actual de plaza Mayor.*

*Tampoco el principal edificio de la plaza, la Casa de la Panadería ha sido ajeno al ajeteo de actividad de la plaza más visitada de Madrid, desde su origen como Tahona General de la Villa. En 1732 albergó las dependencias del Peso Rea; más tarde, parte de su superficie fue ocupada por la Real Academia de San Fernando (1745-1774) y de la Historia (1774-1871), mientras que a finales del s XIX fue sede de la Biblioteca Municipal, para convertirse a principios del s XX en Segunda Casa Consistorial de Madrid y sede del Archivo Municipal. Hoy, y tras haber sido también un centro cultural, alberga el Centro de Turismo de plaza Mayor.*



► Esquina junto a los arcos de Felipe II y de La Sal. Debajo, vista de la plaza en 1968, durante las obras de construcción del aparcamiento subterráneo.

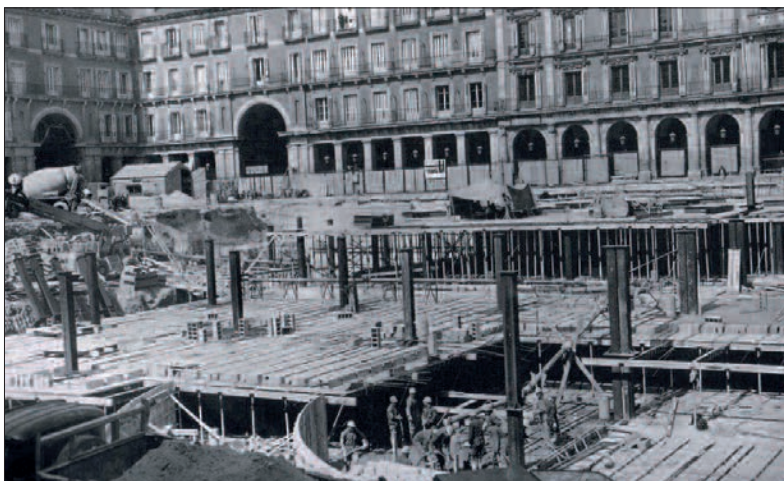
con la esperanza de que se obrara el milagro de la detención espontánea del incendio. Sofocado éste, el encargado de la reconstrucción fue nuevamente Juan Gómez de Mora, que eliminó las cubiertas de plomo y las sustituyó por tejas.

En 1672, entre el pánico de los madrileños que volvieron a revivir las trágicas noches del incendio anterior, se quemó la Real Casa de la Panadería, que tuvo que

ser reconstruida posteriormente según proyecto del arquitecto Tomás Román, tras diecisiete meses de trabajos que renovaron el antiguo esplendor del edificio, esta vez con 33 balcones y dos torres laterales rematadas con chapiteles.

Pero el último y más catastrófico de los incendios se desencadenó en la noche del 16 de agosto de 1790 y dejó la plaza prácticamente arrasada. Aquella tragedia fue el origen de la reforma total y definitiva de la plaza. Reinaba Carlos IV y esta vez la reforma corrió a cargo de Juan de Villanueva, que dejó la impronta del neoclasicismo que cultivó en sus edificios.

Villanueva sustituyó las estructuras de madera de los edificios por ladrillo y piedra. Y la mayor novedad: cerró la plaza mediante caserío y arcos de acceso en las calles que desembocan en ella, siguiendo los modelos clásicos europeos y dando lugar a un recinto plegado sobre sí mismo. En las fachadas se uniformó la altura de los pisos con las de la Casa de la Panadería, mediante un tejado corrido de pizarra salteado de buhardillas, rebajándose de cinco a tres la altura anterior, normas que se extendieron a las calles aledañas. Las obras de reconstrucción se prolongarían hasta 1854, después de la muerte de Villanueva, dirigidas ya por sus discípulos Antonio López Aguado y Custodio Moreno.



Hemeroteca Municipal



## .\ Hasta hoy

Tras aquella reforma integral, terminada en 1854, la plaza adquirió, por fin, la disposición y ordenamiento actuales. Sus dimensiones finales serían de 120 por 90 metros, con 114 arcos —incluidos los ocho de acceso—, 377 balcones, cuatro torres y 76 buhardillas. Sin embargo, aún seguirían los cambios de usos y ornamentación. Así, durante el reinado de Isabel II, la plaza perdió la función de escenario para espectáculos y se remodeló el espacio central para convertirlo en un jardín a la francesa; y a instancias de Mesonero Romanos, a la sazón concejal del consistorio, se colocó en el centro la estatua ecuestre de Felipe III, diseñada por Giambologna y terminada por Pietro Tacca en 1616, que hasta entonces había estado en el acceso a la Casa de Campo.

Desde 1877 albergó las cabeceras de algunas de las principales líneas de tranvía de la ciudad, con actividad hasta 1956. En 1880, se restauró la Casa de la Panadería, según proyecto de Joaquín María de la Vega, y los frescos de su fachada, obra de Luis González Velázquez, fueron repintados. Doce años después los viejos frescos fueron sustituidos por otros realizados por el artista Carlos Franco con temas iconográficos protagonizados por Cibeles, Cupido, Baco o Tritón, entre otros.

Ya en los años sesenta del siglo XX se realiza una última gran remodelación que dejó el aspecto que posee a comienzos del siglo XXI. Con la eclosión del tráfico en el centro de la ciudad, durante los años 60, se empleó la plaza como aparcamiento hasta 1966, y enseguida se inician las obras para construir el aparcamiento subterráneo existente hoy y los túneles de acceso, obras que terminan en 1969. Y en la superficie se colocaron más de medio millón de adoquines de pórfido, caliza y granito rojo que forman parte del ajedrezado pavimento que hoy pisan a diario miles de turistas. En 1985, la Plaza Mayor de Madrid fue declarada Bien de Interés Cultural, en su categoría de Monumento.

## .\ La Casa de la Panadería

La Casa de la Panadería fue construida por Diego Sillero alrededor de 1590, pero de este edificio sólo se conserva el sótano y la planta baja. No obstante, es el modelo que copian el resto de edificios de la plaza. Entre las numerosas funciones que ha tenido, destacan el de Tahona Principal de la Villa, que fijaba el precio del pan para que los más necesitados pudieran adquirirlo; aposentos reales; Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, y Academia de la Historia. En la actualidad es la sede del Centro de Turismo de Madrid. La decoración

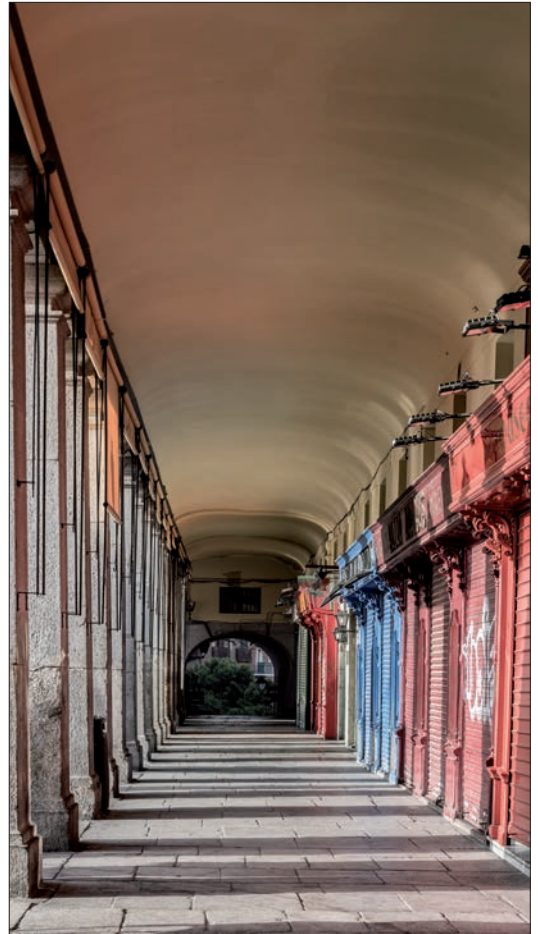


► *Estatua de Felipe III y soportales junto al Arco de Cuchilleros.*

que podemos contemplar en la fachada no ha sido igual a lo largo de los años, debido a las reformas y rehabilitaciones. Las pinturas murales que cubren hoy el edificio son obra de Carlos Franco, y representan figuras mitológicas relacionadas con la historia de Madrid como la diosa Cibeles.

### ◄ El Arco de Cuchilleros

Los incendios, sin embargo, han cambiado la fisonomía de la plaza en varias ocasiones. El más devastador fue el de 1790, que permitió la reconstrucción lle-



vada a cabo por el arquitecto Juan de Villanueva, quien redujo en dos alturas las fachadas, cerró la plaza en sus esquinas y levantó nueve arcos de acceso. Dada su monumentalidad, el más conocido de todos es el de Cuchilleros, cuya escalinata salva un acusado desnivel. Los pintorescos edificios de esta calle llaman la atención por su elevada altura e inclinación de las fachadas, a modo de contrafuertes. Su nombre se debe a que aquí se ubicaban los talleres de cuchilleros que proveían de instrumental a los carniceros de la Plaza Mayor, donde se encuentra la Casa de la Carnicería, que fue el depósito general de carnes.

### ◄ La estatua de Felipe III

Esta escultura ecuestre es una de las obras de arte de mayor valor ubicada en las calles de Madrid. Diseñada por Giambologna y terminada por Pietro Tacca en 1616, durante siglos custodió el acceso a la Casa de Campo, pero la reina Isabel II se la prestó en 1848 a la ciudad, y se decidió colocarla en la Plaza Mayor. Sólo durante las dos repúblicas la escultura ha vuelto a emigrar de esta plaza, tal vez la más emblemática de Madrid. ■



UNA EXPOSICIÓN DE MAQUETAS HISTÓRICAS REMEMORA LAS OBRAS PÚBLICAS MÁS SINGULARES

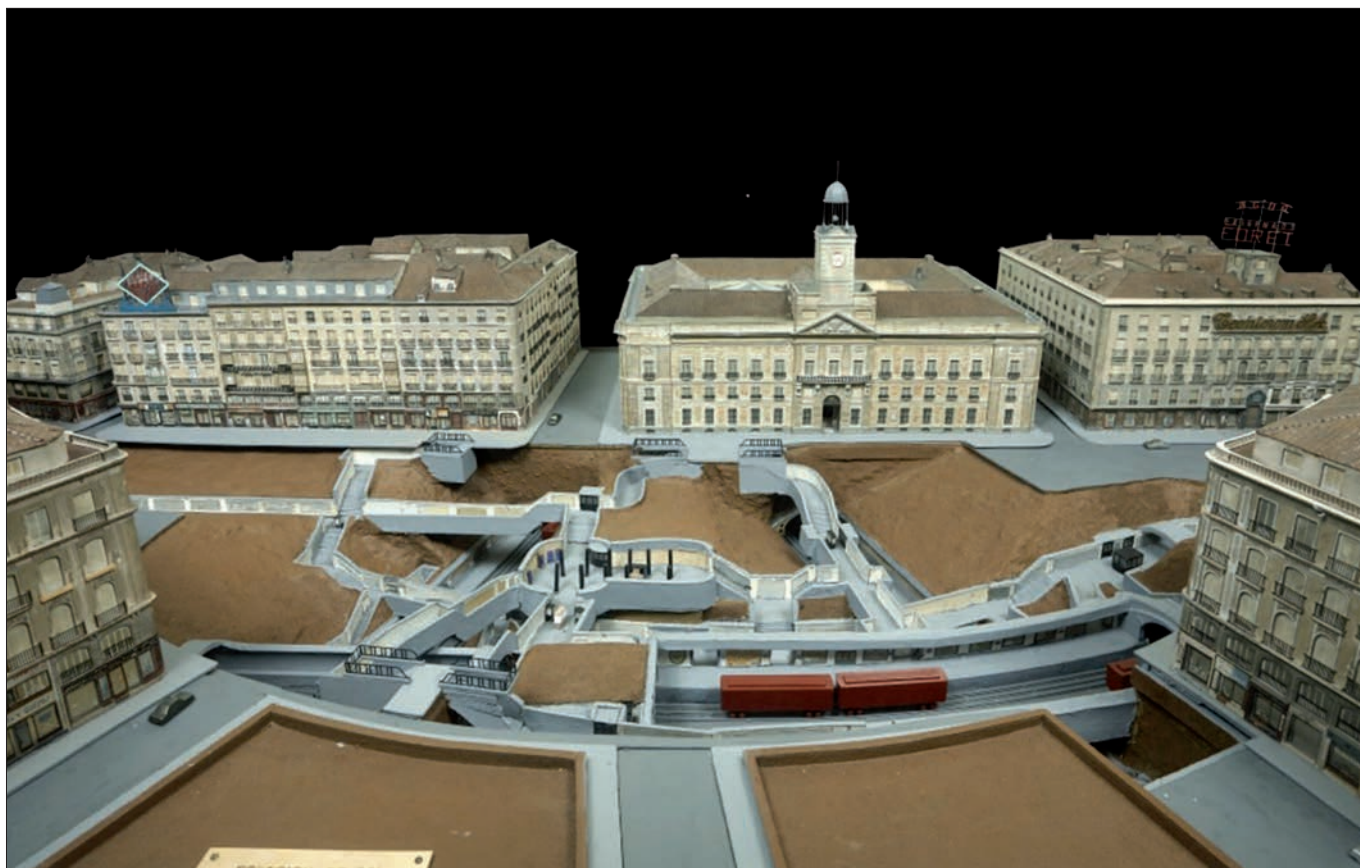
# Hecho a escala

PEPA MARTÍN MORA. FOTOS: FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La historia de la ingeniería y de la construcción se da a conocer en el Cuartel del Conde Duque, en Madrid, donde la Fundación Juanelo Turriano ha recogido en una muestra inédita los modelos a escala de obras de gran valor construidas entre los siglos XVIII y XX.



Por primera vez en Europa se han reunido en una misma exposición una selección de las maquetas que se hicieron en su día de piezas únicas de la historia de la ingeniería civil y de la construcción, todas ellas datadas entre los siglos XVIII y XX. Con un interés formal, estético, artístico, técnico y cultural de primer orden la muestra pone en valor todo un verdadero patrimonio cultural que en muchas ocasiones pa-



► Maqueta de la estación de Metro de la Puerta del Sol, en Madrid.

sa desapercibido o poco apreciado como muestra de la evolución de la ciencia y la tecnología.

La iniciativa, promovida por la Fundación Juanelo Turriano, dedicada a la promoción y difusión de la historia de la ingeniería y de la técnica, ha estado comisariada por Pedro Navascués Palacio y Bernardo Revuelta Pol, vicepresidente y director respectivamente de esta institución. Ambos aseguran que “esta muestra nos hace revivir la impresión de aquellos viajeros que visitaban las exposiciones universales en el siglo XIX, en las que cada país mostraba los adelantos de su industria, agricultura, comercio y obra pública a través de los centenares de modelos que se presentaban en ellas”.

Así lo afirman en la introducción del catálogo que la Fundación ha editado con motivo de la exposición, un libro de 300 páginas con otras tantas ilustraciones de las maquetas y un texto explicativo de cada una de ellas. Sólo viendo las fotografías, que nos muestran al detalle desde muy distintas perspectivas los modelos a escala expuestos, percibimos que son de una belleza y perfección absolutamente excepcionales.

Bajo el título *Maquetas y Modelos Históricos. Ingeniería y Construcción*, la muestra, que se ha podido visitar en el Cuartel de Conde Duque, en Madrid, durante los meses de verano, ha recogido maquetas de arsenales, diques de carena, grúas, descargaderos de

mineral, faros de costa —como el metálico de Buda, situado en el delta del Ebro, que se presentó en la Exposición Universal de París, en 1867, dada su originalidad para la época— puentes de muy distintos tipos, de fábrica, de hierro, rígidos y colgantes, depósitos de agua o armaduras de cubierta.

Cada uno de los modelos expuestos tiene tras de sí una historia propia que enlaza con la obra construida, como es el caso del dique de carena del arsenal La Carraca, en Cádiz, que se construyó en los talleres del propio Arsenal, o el Transbordador que en 1916 ideó el ingeniero español Torres Quevedo sobre el Niágara, que recorre 7,2 kilómetros para unir las dos orillas del río en la zona canadiense y actualmente sigue constituyendo un gran atractivo turístico, al margen de los que se diseñaron en su día con distintas finalidades, como es el caso del Puente de Alcántara, en Cáceres, que sirvió de prueba testifical.

Otras han tenido su utilidad como ensayo en sus cortas dimensiones, para experimentar el comportamiento que tendrían sus elementos en la obra ejecutada, como es el caso de la cubierta de platea del Teatro Real de Madrid, debido al agrio debate que provocó la seguridad de sus 39 metros de luz tras su inauguración en 1850, o sencillamente como soluciones constructivas para la enseñanza en las Academias de Artillería y de In-

genieros Militares, o en las Escuelas Especiales de Ingenieros de Caminos y Minas como material didáctico.

Hay que advertir, no obstante, del vacío historiográfico que hay en torno a las maquetas y los modelos históricos de la ingeniería civil, que ni se han estudiado ni han sobrevivido al tiempo en su gran mayoría, contrariamente a lo ocurrido con las de arquitectura, pese a que la utilización de la imagen tridimensional es un hábito común desde muy antiguo. Es por ello que muchas de ellas nunca habían sido expuestas ni fotografiadas, y en algunos casos han tenido que ser restauradas con motivo de esta muestra.

Así, con esta exposición se quiere llamar la atención sobre el valor documental y el alcance de este patrimonio que no se ha sabido conservar a pesar de su valor y belleza material, que ha servido de mero objeto de curiosidad de coleccionista, de pieza de museo, o de simple adorno sin contenido propio.

### Maquetas espectaculares

La espectacularidad de los modelos expuestos se percibe nada más entrar a la sala 3 del Cuartel del Conde Duque, ya que de un solo vistazo se pueden apreciar un conjunto de maquetas de arquitectura clásica griega y romana, entre ellas dos sobre los órdenes arquitectónicos, la reproducción del puente de Alcántara, y la del acueducto de Segovia, todas fantásticas reproducciones de sus correspondientes obras reales.

Los modelos clásicos, que pertenecen a la colección



del Palacio Real de Madrid y son propiedad de Patrimonio Nacional, son diez maquetas de arquitectura nunca estudiadas ni expuestas al público, que se construyeron como elementos eminentemente decorativos, entre las

► *Maqueta del templo de Vesta, en Tivoli.*

## La Fundación y el Artificio de Juanelo

Creada en 1987 por el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, José Antonio García-Diego, la Fundación Juanelo Turriano es una institución privada cuyo nombre debe a un brillante científico italiano de Cremona que se instaló en España para trabajar al servicio del emperador Carlos V, aunque su verdadero nombre era Giovanni Torriani. Aunque su oficio era el de relojero, la fama le vino de la mano de la ingeniería mecánica e hidráulica con el diseño del conocido como artificio de Juanelo. Se trata de una extraordinaria máquina que ideó y construyó en el siglo XVI para abastecer de agua procedente del río Tajo a la ciudad de Toledo, un portentoso ingenio que permitía subir el agua hasta el Alcázar superando una altura de 100 metros, cuyo modelo a escala se expone precisamente en esta muestra.

A día de hoy, esta maqueta, que pertenece a la Diputación de Toledo, es el modelo que más se ajusta a una de las máquinas más sorprendentes construidas en la historia de la ingeniería española, cuyos restos materiales

desaparecieron por desgracia en el siglo XIX. Para su diseño fue necesaria la colaboración entre Ladislao Reti, gran investigador especializado en tecnología del Renacimiento, y el maestro artesano Juan Luis Peces Ventas, quienes contaron para ello con el apoyo del tornero Ricardo de Castro.

Este modelo a escala, que data de 1967, consta de cuatro módulos que nos permiten observar con detalle el funcionamiento del artificio: el primero representa una noria que elevaba el agua 14 metros sobre el nivel del río, el segundo es el motor hidráulico que generaba la energía para mover la máquina, y el tercero y el cuarto, las dos primeras torres de elevación —había hasta 24 en el ingenio original— que disponían de cazos oscilantes para elevar el agua 4 metros.

Como paradoja, tras el fallecimiento de Reti se descubrió un manuscrito de 1604 de Manuel Severim con el dibujo de un croquis del artificio junto a un texto explicativo sobre su funcionamiento, que vino a ratificar que el modelo a escala diseñado por el investigador se ajustaba con detalle a la creación de Juanelo.





► Depósito del Canal de Isabel II.

que se encuentran la reproducción de la Linterna de Lisícrates, en Atenas, y la de La Maison Carrée, en Nîmes, ambas procedentes del prestigioso taller de la familia Fouquet. Se trata de toda una saga de maquetistas, abuelo, padre e hijo, que trabajaron en París durante el siglo XIX y que figuran entre los grandes artífices de los modelos a escala en una línea que arranca del neoclasicismo.

En cuanto a la del puente de Alcántara, se construyó en su día con una finalidad poco frecuente, ya que formó parte en 1772 de un expediente administrativo abierto por el Consejo de Castilla que necesitaba un peritaje profesional para reparar los daños que esta infraestruc-

tura había sufrido a lo largo de su historia. Junto a él se expone otra maqueta del mismo puente que estaba en el Museo de Toledo y que representa su estado durante la guerra de la Independencia, cuando las tropas francesas volaron uno de sus arcos y los ingleses, años después, construyeron sobre él una pasarela de cuerdas provisional. Como curiosidad, el maquetista reprodujo el modelo con otro arco volado.

En cuanto a la reproducción del acueducto de Segovia, que pertenece a la Biblioteca de la Academia de Artillería de esta misma ciudad, se atribuye a Gil de Palacio, quién curiosamente dejó una dovela sin colocar en el arco superior, probablemente haciéndose así eco de la leyenda que cuenta que el demonio fue el constructor del acueducto, y que no lo pudo terminar porque salió el sol antes de poner la última piedra. Consta de tres partes: el suelo o terreno, el edificio en sí y el detalle de un tramo de la doble arquería.

### En la Exposición se han reunido más de 30 modelos a escala de obras de ingeniería, muchos de ellos de gran valor histórico

Destacan también, entre todas las maquetas de esta exposición, dos obras civiles ubicadas en Madrid. Podemos ver así la representación de la Puerta del Sol y el subsuelo del Metro, en la que se pueden apreciar los diferentes cortes y secciones de los túneles y andenes de tres de las líneas que ya lo atravesaban en 1949, una maqueta de indudable valor urbanístico que estuvo en el museo de la ciudad y hoy se expone en la sede de Metro. En cuanto a la segunda, se trata, del depósito elevado de agua del Canal de Isabel II de Santa Engracia, una maqueta de extraordinaria precisión que se construyó para la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929. El depósito, fabricado en ladrillo y acero, sostiene una cuba metálica de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad para garantizar, en aquella época, la necesaria presión de suministro para el abastecimiento de agua a los barrios del ensanche madrileño.

Entre los puentes, se expone el modelo del mítico y desaparecido puente de Neully, en París, que muestra las distintas fases de construcción que llevó a cabo el ingeniero Perronet, una pieza única de la que no existe otra análoga, y que fue construida en los talleres de modelos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. También el puente colgante de Saint-Sever sobre el río Sena, en Rouen, o el de sistema Vergniais sobre el río Lignon, en Francia, propiedad de la Escuela de Ingenieros de Ca-

► Faro de Buda.



minos, Canales y Puertos. También algunos tan lejanos como el puente de hierro proyectado sobre el río Pasig, en Manila (Filipinas).

## .\ Ingenios

Se ha reunido igualmente una corta serie de “ingenios”, entre los cuales se encuentra la maqueta para acuñar moneda en la Real Casa de Moneda de Segovia, que sirvió a su vez de modelo para hacer una reproducción a tamaño real que está en la Casa de la Moneda, pasando por el del aserradero de madera del arsenal de La Habana, en Cuba; o del ingenio de Juanelo Turriano, aquel artificio que elevaba agua desde el río Tajo hasta el Alcázar de Toledo, del que hay un vídeo explicativo de su construcción que también se puede descargar en la página web de la Fundación; así como de un modelo de convertidor vertical para cobre, o del generador de vapor de Babcock-Wilcox.

Para que esta exposición fuera posible, la Fundación Juanelo Turriano ha contado con la colaboración de otras instituciones, entre ellas las de Patrimonio Nacional, el Museo del Ejército de Toledo, la Academia de Ingenieros de Hoyo de Manzanares, el Museo Naval, la Universidad Politécnica de Madrid, la Confederación Hidrográfica del Ebro, el Archivo Histórico Nacional, el Museo de Historia, Metro de Madrid, Canal de Isabel II y CEHOPU (Centro de Estudios Históricos de la Obra Pública). ■

## Listado de modelos expuestos

- *Arquitectura de Fouquet.*
- *Puente de Alcántara (siglo XVIII).*
- *Modelo de puente de cuerdas sobre el puente de Alcántara.*
- *Puente de Encinas de Abajo sobre el río Tormes.*
- *Armadura de un puente de madera.*
- *Puente de Neuilly, en París.*
- *Puente sistema Verginai sobre el río Lignon, Francia.*
- *Puente colgante de Saint-Sever, en Rouen, Francia.*
- *Puente de hierro proyectado sobre el río Pasig, en Manila.*
- *Acueducto de Segovia.*
- *Arco del puente sifón del río Sosa, en Huesca.*
- *Acueducto de Tardienta, Huesca.*
- *Puente acueducto de La Sima, en Madrid.*
- *Depósito elevado del Canal de Isabel II.*
- *Dique de San Antonio del Arsenal de La Carraca, San Fernando, Cádiz.*
- *Antedique de Gamazo con barco puerta, Santander.*
- *Faro de Buda, Tarragona.*
- *Villa y puerto habilitado de Gijón.*
- *Cargadero de Desierto del Ferrocarril Minero de Triano, Sestao.*
- *Gran cabría del asearse al de Tolón, Francia, y modelo de machina de arbolarse semejante a la del Arsenal de Cartagena.*
- *Sierra hidráulica del arsenal de La Habana.*
- *Artificio de Juanelo, Toledo.*
- *Ingenio de laminar y acuñar moneda de la Real Casa de Moneda de Segovia.*
- *Trabajos en una mina de interior.*
- *Convertidor vertical para cobre.*
- *Horno de aludeles o de Bustamante.*
- *Horno alto de tiro natural.*
- *Horno para calcinación de minerales.*
- *Generador de vapor de Babcock-Wilcox.*
- *Armadura de la cubierta de platea del Teatro Real de Madrid.*
- *Andamiaje para la colocación de las columnas de la fachada de San Isaac, en San Petesburgo (Rusia).*
- *Transbordador del Niágara de Leonardo Torres Quevedo, en Canadá-Estados Unidos*
- *Estación de Sol en el Metro de Madrid.*

Especial



# 30

Vías Verdes por España

RECOPILACIÓN 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 €



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

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)

# 2017

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



**Edición 52**  
**P.V.P.: 22,74€**

### También en el DVD:

- 1112 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 117 Vías Verdes

**Centro virtual de publicaciones**

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

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



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 675, septiembre 2017**

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

Año de edición: 2017

**Características Edición:**

1ª edición electrónica: octubre 2017

Formato: PDF

Tamaño: 17 MB

Emita:

© 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 puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

