

Revista del
Ministerio de

Abril 2014 Nº 638 3 €



Fomento

REHABILITACIÓN DEL
HOSPITAL DE LA SANTA
CREU I SANT PAU

I+D+I EN LA LÍNEA
DE ALTA VELOCIDAD
LA MECA-MEDINA

NUEVAS LÍNEAS DE
CERCANÍAS EN
TARRAGONA Y GIRONA

REMODELACIÓN DEL
ENLACE DE LAS
AUTOVÍAS A-3 Y A-7

VIADUCTO DE REQUEJO,
UN HITO CENTENARIO

OBSERVATORIO DEL
TRANSPORTE Y LA
LOGÍSTICA EN ESPAÑA





Con PROAS
vuelve a estrenar
carretera.

Nuestra amplia gama de productos cuida y conserva el buen estado de las carreteras. Desde masillas sellantes hasta la gama ELASTER, última generación de betunes modificados con polímeros. Sea cual sea tu necesidad elige PROAS y estarás apostando por productos de última tecnología pensados para alargar la vida de la carretera.

Más información en www.proas.es



Director de la Revista: Antonio Recuero.

Edición: Javier R. Ventosa.

Maquetación: Aurelio García.

Secretaría de redacción: Ana Herráiz.

Archivo fotográfico: Vera Nosti.

Portada: DG Arquitectura, Vivienda y Suelo.

Elaboración página web:

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)

Colaboran en este número: Jesús Ávila, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta y Julia Sola Landero.

Comité de redacción: Presidencia:

Mario Garcés Sanagustín

(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez (Secretario General Técnico).

Vocales: María García Capa (Directora del Gabinete de Prensa), Pilar Garrido Sánchez (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda), Eloisa Contín Trillo-Figueroa (Jefa del Gabinete del Subsecretario), Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), M^a José Rallo del Olmo (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes), Pedro Guillén Marina (Director del Centro de Publicaciones) y Antonio Recuero (Director de la Revista).

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

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

Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.

E-mail: cpublic@fomento.es

Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño.

C/ O'Donnell, 18, 5º H 28009 Madrid.

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

E-mail: revista.fomento@cydiseno.com

www.cydiseno.com

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

NIPO: 161-14-006-1

Edita:

Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.



1,5% CULTURAL

02

LA SUMA DE TODAS LAS ARTES.

FINALIZA LA REHABILITACIÓN DEL HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU EN BARCELONA.



I+D+i

10

RETO EN EL DESIERTO. LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS DESARROLLAN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA CONTRARRESTAR LAS EXTREMAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA.

FERROCARRIL

20

NUEVAS LÍNEAS, MÁS FRECUENCIAS. TARRAGONA Y GIRONA ESTRENAN SERVICIOS DE CERCANÍAS.



CARRETERAS

26

ENCRUCIJADA CLAVE. REMODELACIÓN DE UNO DE LOS ENLACES CON MÁS TRÁFICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

32. MÁS DE 5.000 INTERVENCIONES. BALANCE DE LAS ACTUACIONES DE RESCATE DE SALVAMENTO MARÍTIMO EN 2013.

38. PARA DECIDIR MEJOR. OBSERVATORIO DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA EN ESPAÑA.

44. UN HITO EN LA FRONTERA.

EL VIADUCTO DE REQUEJO CUMPLE 100 AÑOS.

50. OLAS DE RÉCORD. LA TEMPORADA DE INVIERNO DEJA REGISTROS EXTRAORDINARIOS EN LAS REDES DE BOYAS Y MAREÓGRAFOS DE PUERTOS DEL ESTADO.

54. LA PIEDRA SERENA. EL PATRIMONIO PRERROMÁNICO DE LA REGIÓN PIRENAICA DE LA VALL FERRERA (LLEIDA).

FINALIZAN LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN DEL HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU

La suma de todas las artes



► Pabellón de la Administración (debajo) y vista aérea del complejo hospitalario (derecha).



R.F. FOTOS: DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA, VIVIENDA Y SUELO

Tras cuatro años de obras, el hospital de la Santa Creu i Sant Pau, el mayor conjunto arquitectónico del modernismo barcelonés, luce de nuevo en todo su esplendor. La ciudad sanitaria concebida por el genio creativo de Lluís Domènech i Montaner emprende una nueva etapa, abierta a nuevos usos y mostrando sus recuperados tesoros, testimonio de una época en la que la arquitectura aspiraba a integrar todas las bellas artes.

El pasado 24 de febrero concluyeron las obras de rehabilitación del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, una de las cumbres arquitectónicas del modernismo catalán proyectada por Lluís Domènech i Montaner. El Ministerio de Fomento ha participado en ellas con una inversión total de 13.733.194,91 €, de los que 7.500.000 € han correspondido a fondos del Programa de Rehabilitación Arquitectónica, y el resto han sido con cargo al Programa de Conservación del Patrimonio Histórico Artístico del 1,5% Cultural. Durante el acto de inauguración, Ana Pastor, ministra de Fomento, subrayó el ejemplo de colaboración institucional que ha supuesto la financiación de las obras: «Cuando sembramos juntos, somos capaces de recoger frutos tan reconfortantes como éste».

El importe global de la intervención ascendió a unos 80 M€, de los cuales 27,9 M€, casi el 35% del total,

ha sido por cuenta de la Administración General del Estado, con participación de los ministerios de Industria, Energía y Turismo; Educación, Cultura y Deporte; Asuntos Exteriores y Cooperación, además de Fomento. Asimismo, la Fundación Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, de carácter privado, ha efectuado una aportación de 22,4 M€. La Unión Europea, a través del Programa Operativo FEDER de Competitividad Regional y Empleo en Cataluña, ha contribuido también con otros 16 M€. La Generalitat de Catalunya, con 4,7 M€; el Ayuntamiento y la Diputación de Barcelona, con 1,2 M€ y 0,4 M€, respectivamente, así como el Fondo Estatal de Inversión Local, con otros 5,7 M€, han sido también instituciones que han sumado su contribución a las obras que han hecho posible la recuperación del emblemático conjunto arquitectónico, declarado por la Unesco Patrimonio de la Humanidad en 1997.



Orígenes

El Hospital de la Santa Creu i Sant Pau remonta sus orígenes al primer centro de carácter benéfico creado en 1401 en la Ciudad Condal, tras la fusión de seis de los hospitales existentes entonces. Estaba emplazado en un hermoso edificio gótico en la Ciutat Vella que hoy es la sede de la Biblioteca de Catalunya. A finales del siglo XIX sus instalaciones quedaron obsoletas, planteándose la construcción de un nuevo hospital. En 1896, el legado del banquero Pau Gil, que dona 4 millones de pesetas para la construcción de un moderno hospital de carácter benéfico-asistencial para la población más pobre de Barcelona, bajo la única condición de que lleve su nombre, hará posible el inicio de un ambicioso proyecto culminado finalmente en 1930.

El complejo hospitalario barcelonés se construyó a lo largo de las tres primeras décadas del pasado siglo

Siguiendo la voluntad de Pau Gil, sus albaceas convocaron un concurso abierto al que se presentaron varios proyectos, siendo inicialmente elegido el de Domènech i Estapà por el tribunal de arquitectos. Los asesores médicos, sin embargo, lo rechazaron porque a su parecer no reunía todos los requerimientos sanitarios. Los

albaceas confiaron finalmente el encargo a Lluís Domènech i Montaner (1850-1923), autor del proyecto para el Instituto Frenopático Pere Mata, en Reus, una obra hospitalaria modélica cuya construcción se había iniciado ya en 1897 y que a la larga será banco de pruebas e inspiración para el hospital barcelonés, con el que guarda bastantes similitudes.

Para levantar el recinto hospitalario de la Santa Creu se eligió un amplio solar en el nuevo ensanche, en el eje de la diagonal de la avenida de Gaudí y la Sagrada Familia. La primera piedra se erigió en 1902, y en 1913

► La rehabilitación ha sido posible por la coordinación entre administraciones.

Arriba, la ministra de Fomento, el presidente de la Generalitat y la vicepresidenta de la Comisión Europea, entre otros, ante el pabellón Central.





► Cubiertas con tejas de colores y azulejos en las fachadas realzan la belleza del conjunto.

quedaron concluidos unos trece pabellones, entre ellos el gran pabellón administrativo que domina la fachada principal y sobre el que se articulan el resto de dependencias. En esa primera fase se concluyen también diversos pabellones destinados a observación, enfermería y cuidados, entre otros los de Sant Jordi i Santa Apollònia, Sant Salvador, Sant Leopold, la Puríssima, el Carme, la Mercé, Nostra Señora de Montserrat y el pabellón quirúrgico de Sant Cosme i Sant Damià.

En 1913 la Junta Administrativa toma posesión de las instalaciones y, gracias a la ayuda de nuevos legados que permiten adquirir más terrenos hasta ampliar el solar a

los 145.000 m² previstos en el proyecto original, continúan las obras de nuevos pabellones. Poco antes de la muerte de Lluís Domènech en 1923, su hijo, Pere Domènech i Roura (1881-1962), asume la dirección de las obras, manteniendo en lo esencial las líneas maestras del proyecto original. En el periodo 1920-1930 se concluyen los pabellones de Santa Victòria, Sant Manuel, l'Assumpció y Sant Frederic, entre otros. En 1930 se procedió a la inauguración oficial, en un acto que contó con la presencia del rey Alfonso XIII.

► Proyecto original

El proyecto original de Lluís Domènech constaba de 48 pabellones conforme a un mismo patrón de diseño y que se distribuían en torno a dos ejes principales (sur-norte, este-oeste) dibujando una cruz. Los pabellones adaptaban sus alturas, de uno, dos o tres pisos, al desnivel del terreno a fin de mantener la uniformidad del conjunto. Entre pabellones había un amplio espacio ajardinado con especies botánicas a las que se atribuían propiedades medicinales, desde árboles de Judea a cipreses, cedros, castaños de Indias, etc. Todos los pabellones contaban con planta en sótano que servía para interconectar unos con otros a través de una amplia red de pasillos subterráneos, tanto para el traslado de enfermos como para el paso de suministros, etc.

En el lado de levante, con nombres de santos, se situaban los pabellones destinados a hombres, mientras



► Tras la rehabilitación, la fachada del pabellón de la Administración ha recuperado sus colores originales.

Domènech i Montaner

Lluís Domènech i Montaner nació en Barcelona en 1850 y cursó estudios de arquitectura en Barcelona y en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid. Tras viajar por Europa, en 1875 entró a formar parte del cuerpo de profesores de la recién creada Escuela de Arquitectura de Barcelona, impartiendo clases de topografía y mineralogía. Sus primeras obras —el panteón de Clavé, el edificio de la editorial Montaner i Simó— denotan la influencia del nuevo goticismo alemán pero también su inquietud por la búsqueda de un estilo propio. La Exposición Universal de 1888 dio un impulso decisivo a su carrera, colaborando en la reforma del parque de la Ciudadela y alcanzando notoriedad como autor del desaparecido Hotel Internacional y del Castillo de los Tres Dragones, anticipo decidido de la nueva etapa modernista. En paralelo a su actividad docente y profesional comienza una trayectoria política estrechamente ligada al nacionalismo catalán, siendo uno de los cofundadores de la Unió Catalanista junto a Prat de la Riva. Entre finales y comienzos de siglo se consagra como uno de los arquitectos predilectos de la rica burguesía catalana de la época y proyecta, entre otras, la casa Thomas (1898) y Lleó Morera (1902) en Barcelona, la casa Morales (1893) en Olot y las casas Rull (1900) y Navàs (1901) en Reus. Hacia 1905, tras los desencuentros de la política, comienza su etapa de madurez y plenitud artística, de la que surgirán tres de sus obras más reconocidas: el hospital Pere Mata (1903) en Reus, el Palau de la Música Catalana (1905) y el hospital de la Santa Pau (1905).

que en el de poniente se emplazaban los de mujeres, que llevaban nombres de santas y vírgenes. El arquitecto había estudiado al detalle otros hospitales, especialmente los que se consideraban modelos más avanzados de la arquitectura higienista de la época, como los de Londres, París, Berlín o Viena, por lo que concedió suma importancia a la graduación volumétrica de los pabellones, de modo que no solo resultara armónica sino que su arranque, de menos a más desde la fachada principal, permitiera que la orientación hacia el mar favoreciera que sus brisas pudieran circular y ventilar todas las dependencias. Fue también especialmente minucioso en la elección de los materiales constructivos y ornamentales de cada pabellón: mármol blanco de Macael en las escalinatas principales del pabellón de la Administración, piedra nummulítica de Girona, cerámica vidriada para la azulejería, maderas de pino ruso o canadiense en carpintería y solados de zonas nobles, etc. Para los trabajos artísticos y ornamentales más delicados, Domènech contó con la colaboración de los escultores Pablo Gargallo y Eusebi Arnau; el pintor Francesc Labarta asumió la dirección de los correspondientes a pinturas y mosaicos, y Josep Perpinyà, los trabajos de forja.

La rehabilitación del conjunto tiene su origen en un acuerdo con la Administración General del Estado para elaborar un Plan Director del recinto

► Fachada lateral del pabellón de la Administración, que da acceso a todo el conjunto hospitalario.



Rehabilitación

Tras la Guerra Civil y hasta avanzados los años ochenta, muchas de las dependencias originales, entre ellas las que atesoraban el modernismo más puro de los Domènech, sufrieron las más diversas incidencias: traslados, abandonos, incluso el saqueo de elementos ornamentales y de valor. La entrada en 1990 de la Generalitat catalana en el patronato de la Fundación impulsará la construcción de un hospital de nueva planta y la búsqueda de nuevos usos para los pabellones más emblemáticos del conjunto. Así, en el año 2008 se alcan-

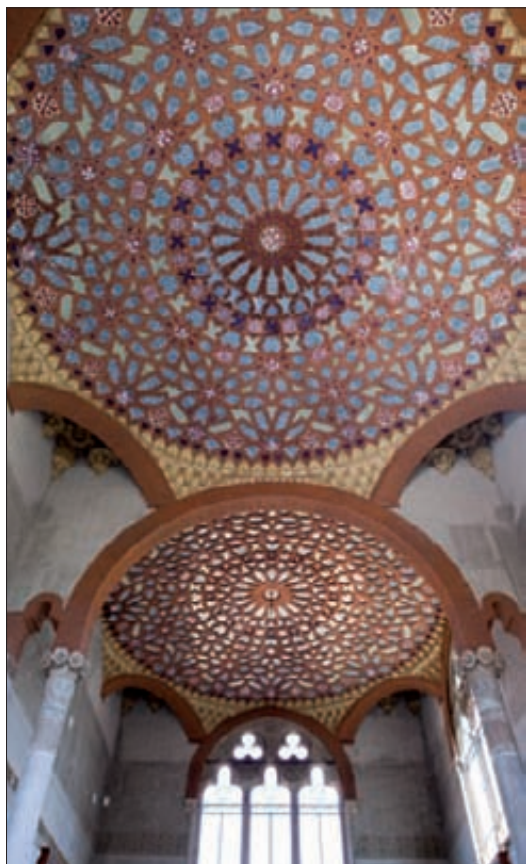
za un acuerdo con la Administración General del Estado para elaborar un Plan Director del recinto modernista. A partir de él se efectúa un completo diagnóstico del estado de conservación de los distintos pabellones y se planifica una meticulosa restauración de los mismos. Se ejecutan las obras que exigen mayor prioridad, como la consolidación de estructuras y preservación de daños en los elementos decorativos más expuestos, entre otras. Asimismo, se retiró y procedió a inventariar el rico patrimonio arqueológico hallado en el subsuelo durante la excavación de las soleras, como los restos de los silos iberos o la fuente romántica que hoy se pueden admi-

► Cúpula acristalada de uno de los pabellones (debajo) y torre del pabellón de Sant Leopold (derecha).



rar en un espacio museístico que recoge cómo fue evolucionando la ocupación de los espacios en esa zona del Eixample.

La inversión de 6,2 M€ con cargo a los fondos del 1,5% Cultural del Ministerio de Fomento ha permitido llevar a cabo actuaciones de recuperación en cinco pabellones del recinto hospitalario barcelonés: Administración, Nuestra Señora de la Mercè, Sant Leopold, Central y Sant Jordi. En el pabellón de la Administración las obras de restauración se llevaron a cabo en diversas fases y han comprendido la restauración de las fachadas suroeste y sureste; la restauración y adecuación de las cubiertas y de la torre del Reloj, que contaba con una de las más ricas decoraciones del conjunto; y la restauración, adecuación a nuevos equipamientos e instalaciones en plantas. Por su parte, en el pabellón de Nuestra Señora de la Mercè se procedió a la reconstrucción de la cúpula y el forjado intermedio, a la rehabilitación de la cubierta, terrazas, torre del Agua y fachadas, así como a la rehabilitación y adecuación de los interiores. Por último, en el pabellón de Sant Leopold se efectuó la restauración de cubiertas y fachadas, se ha restaurado también el pabellón de Sant Jordi acondicionándolo como centro de visitantes y, en el pabellón Central, dedicado originalmente a las intervenciones quirúrgicas, se llevó a cabo la restauración de cúpulas y cubiertas.



Las actuaciones con cargo al Programa de Rehabilitación Arquitectónica del Ministerio de Fomento han supuesto una inversión de 7,5 M€ y han permitido efectuar obras de rehabilitación en los pabellones de la Administración, Nuestra Señora de la Mercè y Sant Leopold. En el primero de ellos, el de la Administración, las actuaciones se centraron en la restauración interior, adecuación a nuevos usos y equipamiento e instalaciones de las plantas y cuerpo central. En el pabellón de Nuestra Señora de la Mercè, que se ha adecuado para acoger dependencias y oficinas de la Organización Mundial de la Salud y otras organizaciones del sector sanitario, se desarrollaron obras de rehabilitación y adecuación interior. Por último, en el pabellón de Sant Leopold, que acogerá la sede del Instituto Forestal Europeo y otras organizaciones de carácter medioambiental, las actuaciones comprendieron los proyectos de rehabilitación y adecuación de interiores e instalaciones. ■

► Mosaico con la historia del hospital, gárgola en una de las fachadas y bóvedas interiores de uno de los pabellones.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales



SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91

Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)

Por correo electrónico: cpubic@fomento.es

www.fomento.gob.es



JAVIER R. VENTOSA

Mientras avanzan los trabajos de construcción de la plataforma y de equipamiento, las empresas españolas participantes en el proyecto Haramain o línea de alta velocidad La Meca-Medina (Arabia Saudí) desarrollan varias líneas de investigación y estudios orientados a superar las adversas condiciones del desierto, especialmente en los tramos más expuestos a las temidas tormentas de viento y arena.

El proyecto Haramain High Speed Rail (HHR), línea de alta velocidad de 450 kilómetros que enlazará las ciudades santas islámicas de La Meca y Medina (Arabia Saudí) en menos de 2 horas 30 minutos, prosigue sus trabajos sobre el terreno. Su construcción se divide en dos fases: en la fase I, de obra civil, un consorcio chino-saudí construye desde 2010 la plataforma ferroviaria y dos consorcios locales ejecutan las estaciones; la fase II, contratada en enero de 2012 con el consorcio Al Shoula, formado por 12 empresas españolas y dos saudíes, contempla el diseño y la instalación de la superestructura, el suministro del material rodante y la operación y mantenimiento de la línea durante 12 años. El importe de esta fase asciende a 6.736 M€, lo que hace de este contrato el de mayor volumen de las empresas españolas en el exterior. Los plazos contemplan la finalización de los trabajos y la entrega de la línea a la Organización de Ferrocarriles Saudí (SRO) en diciembre de 2016.



► Plataforma con balasto y traviesas a la espera de su montaje en el área 4 de la línea.





LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS DESARROLLAN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA CONTRARRESTAR LAS EXTREMAS CONDICIONES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA

Reto en el desierto

Transcurridos casi cuatro años desde el inicio de la fase I, continúa en marcha la obra de plataforma, que incluye 136 puentes y viaductos (suman casi 36 kilómetros), más de 140 pasos inferiores y, como singularidad local, pasos superiores para camellos. El consorcio chino-saudí entregó hace casi un año la primera de las seis áreas o tramos en que se divide la plataforma (área 4, entre los km 190 y 290), próximamente entregará la segunda (área 5, de 85 km) y progresa en las restantes. Paralelamente, ya se perfila la estructura de las cinco estaciones previstas (La Meca, Yeda, Yeda-Aeropuerto, Ciudad Económica Rey Abdulá y Medina), varias de las cuales superan el 50% de ejecución. Y en la fase II, de superestructura, las empresas españolas trabajan desde abril de 2013 en los 100 kilómetros recepcionados, equipando la plataforma con los elementos de la superestructura (balasto, vías, obra civil de electrificación e instalaciones técnicas). Esta fase «avanza a buen ritmo y sin problemas técnicos», de acuerdo a los plazos marcados, según manifestó la ministra de Fomento durante una visita a las obras en febrero.

Condicionantes ambientales

La línea La Meca-Medina supone un gran reto para las empresas españolas, encargadas de construir, operar y mantener una infraestructura que transportará 166.000 pasajeros al día en fechas clave de la peregrinación a los lugares santos. Pero resulta especialmente singular porque es la primera de este tipo que se construye en el desierto, con condicionantes ambientales extremos, muy distintos de los que se dan en España. El trazado, situado en la parte noroeste de la meseta de Arabia, con inicio a 277 metros de altitud en La Meca y final a 654 metros en Medina tras bordear la costa, discurre por un paisaje desértico que alterna tramos rocosos y arenosos. En esta árida zona los vientos del mar Rojo transportan grandes cantidades de arena (la denominada arena eólica) y originan tormentas arenosas y de polvo, además de formar y mover dunas a gran velocidad. También se dan grandes variaciones de temperatura (desde 55° C de día hasta bajo cero por la noche) y lluvias breves pero intensas.

► Tormenta de arena sobre la plataforma ya construida.



Chema Moya. Efe



► La vía en placa es la principal solución implantada en la plataforma para mitigar el efecto de la arena eólica.

Para los expertos, el arrastre de arena y polvo del desierto provoca uno de los mayores problemas técnicos, pues en algunos puntos puede invadir el trazado y producir un efecto abrasivo y de depósito potencialmente contaminador de la línea, lo que a su vez puede afectar a la normal circulación de los trenes. De los estudios llevados a cabo se desprende que son dos los elementos de la superestructura a los que la arena perjudica en mayor medida: el balasto y el carril. En el primer caso, al introducirse entre las piedras, el balasto ve mermada parte de su funcionalidad, pues se reduce la elasticidad de la vía y el reparto de esfuerzos a la plataforma no

es igualmente proporcional; también merma la capacidad de drenaje de la vía, además de dificultar su mantenimiento. En el segundo caso, el carril puede sufrir un desgaste superior al normal si la arena que se deposita sobre él, por la propia presión que ejerce el tren, queda embebida en el carril.

Otra serie de efectos indeseados de las tormentas de arena pueden alcanzar también al resto de elementos de la superestructura (catenaria e instalaciones eléctricas, de señalización y comunicaciones, afectadas por el calor extremo y los campos eléctricos que crean las tormentas de polvo), así como al material rodante (trenes y maquinistas, que pueden ver dificultada su visión por las tormentas). Evitar que entre la menor cantidad posible de arena en la línea, por tanto, es uno de los objetivos primordiales, y aunque su eliminación completa no es del todo posible, se pueden contrarrestar sus efectos con las máximas garantías para la operación ferroviaria.

La superestructura de la línea, en cifras

Doble vía (ancho UIC)	450 km
Balasto	4.100.000 t
Traviesas	1.310.000 ud
Carril	200.000 t
Cable de catenaria	4.450.000 m
Postes de catenaria	15.000 ud
Cable bajo voltaje	2.300.000 m
Cable alto voltaje	267.000 m
Cable telecomunicaciones	1.900.000 m
Cable señalización	1.910.000 m
Estaciones traceptoras de base GSM-R	147
Subestaciones eléctricas	6
Centros de autotransformación	39
Bases de mantenimiento	2
Centros de control	2

Fuente: Ineco

■ Soluciones en la plataforma

Desde la fase de concurso, y pese a la falta de experiencia previa sobre este tipo de fenómenos en líneas de alta velocidad en explotación, las empresas españolas del consorcio Al Shoula han tenido presente los problemas que la arena eólica y las altas temperaturas tienen para el proyecto, como constataron los estudios en que se basó el proyecto español. A raíz de la adjudicación de la fase II, en octubre de 2011, varias de ellas mantienen abiertas varias líneas de investigación y estudios destinados a ampliar el conocimiento sobre los



Ineco

vientos y la arena desértica y su efecto en las infraestructuras ferroviarias, mientras los departamentos de I+D+i diseñan soluciones innovadoras para limitar sus efectos.

Como responsable de la redacción y dirección de proyectos constructivos de superestructura del proyecto Haramain, la consultora de ingeniería Ineco, adscrita al Ministerio de Fomento, ha realizado los primeros estudios geológicos y de campo sobre los efectos del viento en la arena desértica y su impacto en la futura línea. Con esta base, y con la experiencia de la fase I del proyec-

to, ha diseñado las primeras medidas correctoras para mitigar el problema. La principal de ellas es la instalación de vía en placa (de hormigón) en lugar de vía sobre balasto en aquellas zonas donde, según los estudios, existen mayores posibilidades de tormentas de arena. Se trata de una solución más costosa que el balasto, pero garantiza una alta calidad y un mantenimiento más sencillo y económico, ya que, a diferencia de aquel, solo habrá que «barrer» la arena depositada sobre el hormigón. Actualmente, las empresas OHL, Copasa e Imathia, encargadas de la obra civil en el consorcio, pro-

► *Trinchera para captar arena construida en el lateral de la plataforma ferroviaria.*

El papel del Cedex

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex), adscrito al Ministerio de Fomento, está jugando un papel destacado pero poco conocido en el proyecto Haramain, prestando apoyo técnico de alto nivel al consorcio hispano-sau-dí. Este apoyo se concreta en sendos ensayos que el Laboratorio de Geotecnia del Cedex lleva a cabo sobre balasto contaminado por arena desértica, que mejorarán el conocimiento sobre este problema y permitirán buscar nuevas soluciones para mitigarlo. El primero, ya en marcha, consiste en la realización de pruebas de caracterización del balasto, incluyendo ensayos triaxiales con diferentes grados de conta-

minación con arena. El segundo, de mayor calado, se llevará a cabo en el Cajón de Ensayos de Infraestructuras Ferroviarias (en la imagen). En esta instalación, sobre una plataforma modelizada como la de la línea La Meca-Medina y con el mismo balasto y traviesas del proyecto, se aplicarán diversas cargas simulando el paso del tren con objeto de determinar el comportamiento de la infraestructura ferroviaria (subballasto, balasto, traviesas y carril) cuando la capa de balasto se contamine con la arena. Este ensayo, que empleará arena desértica para que la simulación sea lo más real posible, se inició en abril y se prolongará hasta el verano.



Cedex



► Acopio de balasto y carril, los dos elementos de la superestructura más perjudicados por la arena y el polvo.

ceden a montar vía en placa tipo Rheda 2000 en cerca de 40 de los 100 kilómetros del área 4, mientras que en el resto del tramo menos expuesto extienden balasto. Esta medida se implementará en casi otros 30 kilómetros del trazado.

Ineco ha incluido en sus proyectos otras medidas adicionales para limitar el efecto de la arena en suspensión y de las dunas desérticas, montañas de arena movidas por el viento que pueden avanzar varias decenas de metros al mes y aterrizar todo a su paso. Dada la importancia de este fenómeno, la deriva de las dunas es monitorizada por geólogos sobre el terreno y con el apoyo de fotos satelitales para vigilar su movilidad. Entre estas medidas destacan la construcción de muros de hormigón, de 1,60 metros de altura, que actuarán como una primera barrera de contención de la arena arrastrada; la ejecución en paralelo al trazado de trincheras —protegidas por barreras de tierra con un encancho—, que sirven como zonas de captación de arena para evitar su llegada a la plataforma; y la estabilización de la superficie arenosa mediante mezclas bituminosas. Son medidas que, según fuentes del consorcio, «permiten afrontar el problema (de la arena) de forma global». Se ha

barajado también la estabilización con vegetación autóctona, probada con éxito en otros países, pero por ahora no forma parte del proyecto.

Para el diseño de sus soluciones de ingeniería, destinadas a la fase actual y a las siguientes, Ineco se apoya en diversas líneas de investigación en curso. Actualmente está en marcha sobre el terreno un estudio para mejorar el conocimiento de los efectos del viento sobre la arena, que permita elaborar análisis predictivos más precisos y modelizaciones de los procesos eólicos y de transporte de arena; también el Cedex realiza ensayos de los efectos de la arena sobre vía y balasto (recuadro adjunto). Otras empresas del consorcio desarrollan asimismo trabajos de I+D+i sobre la arena desértica, como Adif, responsable de la gestión y el seguimiento del diseño, proyecto, construcción, operación y mantenimiento de la línea, que en 2012 inició una línea de investigación en este ámbito, y la constructora OHL, alguna de cuyas innovaciones en materia geotécnica ya se aplican a la obra.

Protección de equipos

Las empresas del consorcio Al Shoula encargadas de la implantación y mantenimiento de las distintas técnicas ferroviarias (señalización, telecomunicaciones, electrificación), que ya desarrollan trabajos sobre el terreno, han centrado sus soluciones contra la arena y las temperaturas excesivas en la protección de los equipos y sistemas que harán funcionar la línea, buena parte de los cuales estarán desplegados a lo largo del trazado que se construye.

La movilidad de las dunas es monitorizada sobre el terreno por geólogos y vía satélite para prevenir su deriva



► Invitados por el Gobierno de Arabia Saudí, la ministra de Fomento, Ana Pastor, y el secretario de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, visitaron las obras el pasado 15 de febrero para supervisar el avance de los trabajos.

Indra, que implantará la solución integral de telecomunicaciones y los dos Centros de Operación y Control (equipados con el sistema Da Vinci), ha proyectado una protección especial para los edificios técnicos que albergarán el equipamiento electrónico y los sistemas críticos de la línea. En vez de las habituales casetas de hormigón, desplegará los denominados *shelters*, una estructura metálica muy resistente, con paredes formadas por capas de aislamiento térmico (con materiales de fibra de vidrio rellenos de poliuretano, que actúa como aislante térmico y mantiene una temperatura constante para los equipos)

y sistemas avanzados de aire acondicionado. De hecho, su nivel de estanqueidad (IP 65) supera al de las casetas de hormigón (IP 54), lo que garantiza la imposibilidad de entrada de polvo, arena y agua. Para las torres de comunicaciones, de acero, se utilizarán galvanizados y pinturas plásticas con poliuretano y componentes químicos, que evitan el desgaste por erosión de la arena.

Siemens Rail Automation, responsable de la tecnología de señalización y control, prevé soluciones similares. Todos los elementos de señalización a desplegar tienen un alto grado de protección para que no entre polvo y algu-

Proyecto Arid-Lap: el ferrocarril en zonas áridas

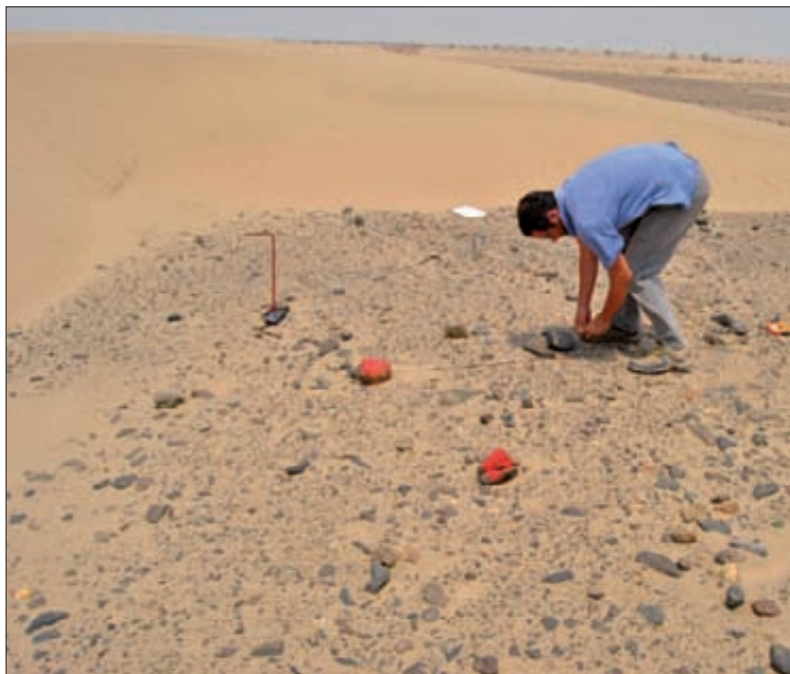
Programa en marcha. Las principales investigaciones en España sobre el efecto de arena y calor extremo en el ferrocarril se realizan en Andalucía. Aquí, siete empresas (entre ellas Ineco, Adif, OHL e Inabensa, del consorcio Al Shoula) y cuatro centros de investigación llevan a cabo desde 2013 el proyecto Arid-Lap, destinado a desarrollar soluciones inteligentes, además de nuevos materiales y nuevos métodos de explotación o mantenimiento, para minimizar el impacto de las condiciones meteorológicas en zonas áridas (arena eólica y altas temperaturas) sobre las líneas de altas prestaciones. Es una iniciativa perteneciente a la convocatoria del programa Feder-Innterconecta, gestionada por el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) de Málaga y la Agencia de In-

novación y Desarrollo de Andalucía (IDEA), que arrancó en 2013 y concluirá a final de año.

Conocimiento compartido. Coetáneo del proyecto Haramain, Arid Lap responde a la inquietud de empresas del sector por investigar sobre la construcción de líneas ferroviarias en zonas áridas. No sólo enfocado al Haramain, Arid-Lap ha sido impulsado con un objetivo más amplio: el emergente mercado ferroviario de Oriente Medio, donde Arabia Saudí, Qatar, Emiratos Árabes Unidos e Irán diseñan ambiciosos planes para los próximos años. El hecho de que ambas iniciativas tengan nexos comunes en cuanto a objetivos (la infraestructura ferroviaria en climas áridos) y empresas participantes (las cuatro del consorcio Al Shoula) garantiza una transferencia

continuada de conocimientos que permitirá dar respuesta a las necesidades del Haramain en la actual fase y en las siguientes.

Objetivos. Estudio de condiciones climáticas en ambientes áridos e impacto en las infraestructuras ferroviarias; análisis de fenómenos meteorológicos relevantes (viento, transporte de arena, polvo en suspensión, variaciones bruscas de temperatura, tormentas de arena...); análisis de los efectos de tormentas de arena y calima severa sobre la infraestructura; disposición en tiempo real de las condiciones ambientales de la línea en explotación, para optimizar las labores de mantenimiento sobre los elementos de la infraestructura (carril, plataforma, catenaria, balasto, sistemas de protección y labores de auscultación).



► Medición del avance de las dunas desérticas. Derecha, trampa para captar arena eólica y calcular la tasa de arena del viento.

nos, como los enclavamientos electrónicos y el sistema ERTMS 2, se alojarán en edificios técnicos con aire acondicionado y temperatura constante de 23-24°. Las señales que están a más altura, y por tanto más expuestas, se diseñan con una pintura especial que mitiga el efecto degradante del polvo. Para mitigar la radiación solar, las eurobalizas que comunicarán la vía con el tren irán equipadas con un «sombbrero» protector, ya ensayado en la línea Ammán-Riad, con condiciones ambientales similares.

Las empresas encargadas de la electrificación de la línea (Cobra, Abengoa Inabensa y OHL) también han ensayado soluciones para verificar si sus equipos y sistemas sometidos a condiciones climáticas extremas cumplen con la vida útil exigida. Abengoa Inabensa, por ejemplo, ha realizado pruebas de abrasión de arena y de cámara salina sobre piezas de hierro galvanizado que se emplearán en la catenaria y las subestaciones de tracción, comprobando que superarán esos límites.

El «paquete desértico» de Talgo

Junto a la superestructura, el material móvil es el otro gran elemento de la línea que requerirá protección especial frente a las inclemencias ambientales. Talgo ya ha iniciado en sus plantas de Las Matas II (Madrid) y Rivabellosa (Álava) la fabricación de los primeros Talgo 350 del proyecto Haramain, que contempla el suministro y mantenimiento durante 12 años de 35 cabezas motrices —con opción a 20 más—, 420 coches y un tren VIP. Según el contrato, por importe de 1.600 M€, los dos primeros trenes deben entregarse en diciembre próximo e iniciar las primeras pruebas en abril de 2015.



El diseño del Talgo 350 Haramain, con mayor capacidad que el Talgo 350 que opera Renfe (417 pasajeros), wifi a bordo y otras características adaptadas a los requerimientos del cliente, incorpora dos novedades exteriores de calado en la lucha contra la arena. Por un lado, las ruedas de las cabezas motrices y de los vagones serán de un diámetro mayor para minimizar el desgaste por abrasión: al incrementar el tamaño se logra que cada punto de la rueda pase menos veces sobre el carril, con lo que el desgaste será menor. Y por otro, se montarán unos sopladores especiales en las cabezas motrices para eliminar la arena depositada sobre el carril.

Junto a estas novedades, el Talgo Haramain incluye un equipamiento denominado «paquete desértico», que consiste una serie de soluciones instaladas a bordo destinadas a convertir al tren en un compartimento prácticamente estanco frente a la arena y las temperaturas altas. El paquete trata de dar respuesta a tres tipos de problemas:

- **Abrasión y erosión de la arena.** El tren tendrá un diseño que evitará el efecto de abrasión. Incorporará una protección especial en ventanas y otras zonas exteriores a través de filmes adhesivos especiales, así como pinturas y recubrimientos mejorados.

- **Contaminación.** El nuevo diseño tratará de evitar la entrada de polvo y arena en los sistemas exteriores del tren y hacia el interior del mismo (sala de máquinas y zonas de pasajeros). Como medidas previstas figuran la mejora de los sistemas de sellado en los elementos mecánicos (puertas exteriores, equipos de refrigeración, rodadura, elementos bajo bastidor...) y de los sistemas



de filtrado para el tratamiento del aire de entrada (aire para la refrigeración de motores y resto de elementos de la cabeza motriz, para los equipos de aire acondicionado). Habrá una sobrepresión interior para evitar la entrada de aire y polvo desde el exterior, así como equipos de refrigeración de altas prestaciones. Todos los elementos eléctricos (transformadores, convertidores, sensores y micros de señalización) tendrán un nivel de protección alto.

● **Sobrecalentamiento.** Contra las altas temperaturas se instalarán equipos de aire acondicionado de alta potencia para alcanzar temperaturas interiores más bajas que en los entornos europeos, así como aislamientos de gran rendimiento y equipos de control electrónicos diseñados para trabajar con rangos de temperatura altos. Por otra parte, se ha previsto un alto nivel de redundancia en el suministro de potencia auxiliar y un sistema de *back-up*



Tormentas de arena en el simulador

Indra diseña actualmente dos simuladores para el adiestramiento del personal ferroviario saudí en la Academia de Formación que se instalará en el Centro de Operaciones y Control (OCC) de Yeda. El simulador de conducción instruirá a los maquinistas en la conducción de trenes en todo tipo de situaciones, incluidas las tormentas de arena desérticas que reducen la visibilidad de la traza y la señalización, una de las opciones climatológicas que podrá elegir el instructor. Por su parte, el simulador de operación se destinará a formar a los operadores de circulación del centro de control, implementando un entorno sintético que reproducirá los elementos de campo y los interfaces reales de estos elementos con los diferentes sistemas del centro de control.

para garantizar el funcionamiento de la climatización interior en caso de fallo de la alimentación principal procedente de la catenaria.

Tanto el mantenimiento del material rodante, a cargo de Talgo, como de la infraestructura será un elemento decisivo para la explotación de la línea con garantías. Con respecto al primero, Renfe ha iniciado la construcción de dos talleres de mantenimiento equipados con soluciones avanzadas, uno en Medina, para el mantenimiento preventivo, que se realizará en horario nocturno; y otro en La Meca, para mantenimiento correctivo, que requerirá dejar las unidades fuera de servicio durante varios días. Con respecto al segundo, Adif elaborará un plan de mantenimiento que contemplará actuaciones específicas para todos los elementos de la superestructura. ■

► Arriba, infografía del Talgo 350 Haramain con sus colores definitivos. Debajo, eurobalizas con cobertor solar probadas en la línea Ammán-Riad.



El mundo está cada vez más y mejor conectado. Trabajamos para hacer este reto realidad.

En Ineco trabajamos para conectar lugares, ciudades, países y continentes. Somos expertos en diseño y desarrollo de aeropuertos, sistemas de navegación aérea, redes ferroviarias convencionales y de alta velocidad, transporte urbano, carreteras y puertos. Nuestra experiencia y alta capacidad técnica nos ha llevado a desarrollar proyectos en más de 40 países de América, Europa, África, Oriente Medio y Asia. Nuestros más de 200 contratos internacionales incluyen desde la planificación hasta la explotación y mantenimiento de los proyectos de infraestructuras. Todo esto es posible gracias al talento y especialización de nuestros más de 2.500 profesionales que trabajan cada día por conseguir un mundo más y mejor conectado.



Ferrocarril

R.F. FOTOS: RENFE PATIER

Tarragona y Girona disponen desde finales de marzo de servicios ferroviarios de Cercanías más completos y eficaces, con nuevas líneas y más frecuencias. Las mejoras introducidas en un medio de transporte con elevadas dosis de rentabilidad social como son los trenes de Cercanías optimizan las comunicaciones y favorecen la movilidad en el ámbito de influencia de ambas ciudades catalanas.



La implantación de los nuevos servicios ferroviarios en varias capitales de provincia catalanas ha sido posible gracias al acuerdo alcanzado en noviembre pasado entre el Ministerio de Fomento y la Generalitat de Cataluña

para impulsar inversiones destinadas a mejorar la capacidad y seguridad de la red de Cercanías de Cataluña (Rodalies). Como consecuencia de ese acuerdo se creó un grupo técnico de trabajo Fomento-Generalitat con objeto de analizar las actuaciones prioritarias para modernizar las infraestructuras y equipamientos de la red.

Entre estas actuaciones, ahora implementadas, figura el establecimiento de nuevos servicios en el Camp de Tarragona (activados el 20 de marzo), Girona (inaugurados el día 24) y Lleida (aún sin fecha de apertura), con la ampliación de líneas y frecuencias destinadas a prestar un auténtico servicio de Cercanías, como el que ya disfruta Barcelona. En ambos casos, la mejora de los servicios ferroviarios se complementa con su incorporación progresiva a los respectivos sistemas tarifarios integrados de las Autoritats Territorials de la Mobilitat (ATM) de Tarragona y Girona. En palabras de la ministra de Fomento, «estas nuevas prestaciones mejorarán el servicio a los ciudadanos, proporcionarán bienestar social, supondrán un impulso socioeconómico y contribuirán a sumar, vertebrar y ganar cohesión territorial».



► Tren Civia de Rodalies de Catalunya y estación de Tarragona.



TARRAGONA Y GIRONA ESTRENAN SERVICIOS DE CERCANÍAS

Nuevas líneas, más frecuencias



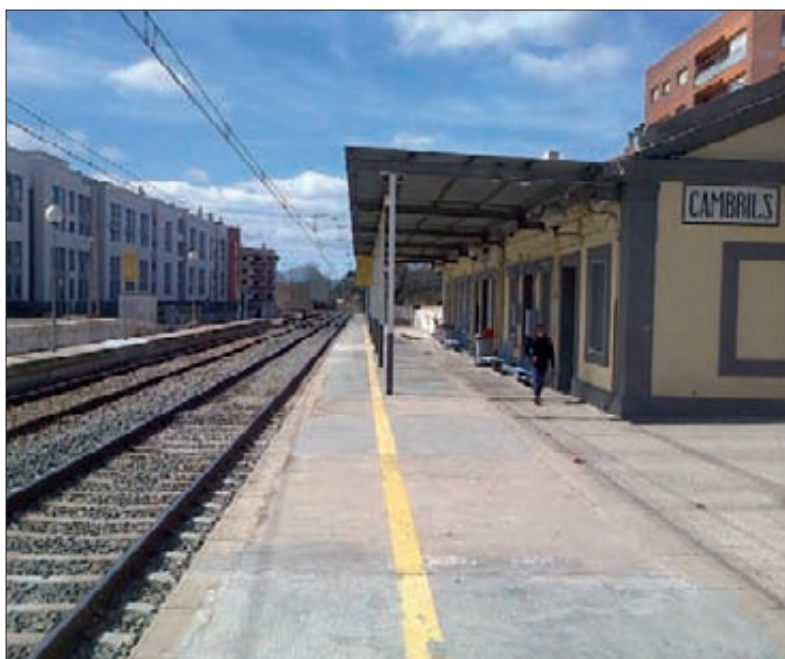
► Los nuevos servicios refuerzan la conectividad entre núcleos urbanos del Camp de Tarragona. Debajo, estación de Cambrils, origen y destino de la línea RT2.

Rodalia de Tarragona

Las mejoras en la red ferroviaria se extienden al Camp de Tarragona, región metropolitana de Tarragona que incluye 7 de los 10 mayores municipios de la provincia, con una población superior a las 380.000 personas. Estas mejoras consisten en la implantación de dos nuevas líneas sobre la infraestructura existente: la RT1 entre Tarragona y Reus y la RT2 que unirá L'Arboç con Cambrils pasando por Tarragona. Con ellas se configura la nueva red de Rodalies de Tarragona, formada por estas dos líneas exclusivas de Cercanías, además de cuatro líneas regionales y otras dos más de Cercanías de Barcelona, que realizan funciones de proximidad al discurrir por esta zona. Las nuevas líneas son los siguientes:

Tarragona-Reus (RT1). La mejora de los servicios ferroviarios consiste en el refuerzo con 10 nuevos trenes por sentido, alcanzando 55 frecuencias al día (27 hacia Tarragona y 28 hacia Reus), con lo que ambas ciudades están enlazadas desde el 20 de marzo con un tren cada 30 minutos en las horas punta de la mañana, mediodía y tarde e intervalos inferiores a la hora durante el resto del día. Los primeros trenes salen de Reus a las 5,37 de la mañana y de Tarragona a las 7 horas, mientras que los últimos lo hacen a las 22,20 y a las 22,43 horas, respectivamente, parando todos ellos en Vila-seca. El trayecto se realiza en unos 15 minutos. Las 10 nuevas frecuencias se obtienen con ocho circulaciones por sentido que realizan servicios exclusivamente entre Reus y Tarragona, más dos nuevos servicios por sentido que llegan también a Barcelona. Para estos servicios se utilizan unidades 447 y 448.

L'Arboç-Cambrils (RT2). La segunda novedad es una nueva conexión entre ambas ciudades, situadas al norte y al sur de Tarragona respectivamente, que permite realizar el trayecto sin tener que hacer trasbordo en Sant Vicente de Calders. El nuevo servicio permite la conexión directa entre el Baix Penedès, Tarragona y la Costa Daurada, dando respuesta a las necesidades de comunicación entre la costa y el interior y beneficiando igualmente a las conexiones con Barcelona.



► Estación de Blanes (Girona).



Servicio de Rodalia de Tarragona



La nueva línea tiene cinco expediciones por sentido al día que garantizan esta conexión en las horas punta, con salidas desde las 7 horas de L'Arboç y las 8,09 desde Cambrils, para una duración total de viaje de unos 47 minutos. Todos los trenes tienen parada en las siete estaciones intermedias del recorrido: El Vendrell, Sant Vicenç de Calders, Torredembarra, Altafulla-Tamarit, Tarragona, Port Aventura y Salou. Además, la nueva línea tiene también una notable importancia para el turismo.

◡ Rodalia de Girona

Siete días después, el 27 de marzo, entró en servicio la nueva línea RG1 de Girona, que introduce importantes mejoras en las comunicaciones internas dentro de las comarcas de Girona y también en la conexión con el Maresme. Esta línea permite comunicar directamente, por primera vez, las comarcas del Maresme, la Selva, el Gironès y l'Alt Empordà con 16 trenes de lunes a viernes. El servicio, atendido por unidades Civia y 447,



TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

*Monográfico
julio-agosto
2012*



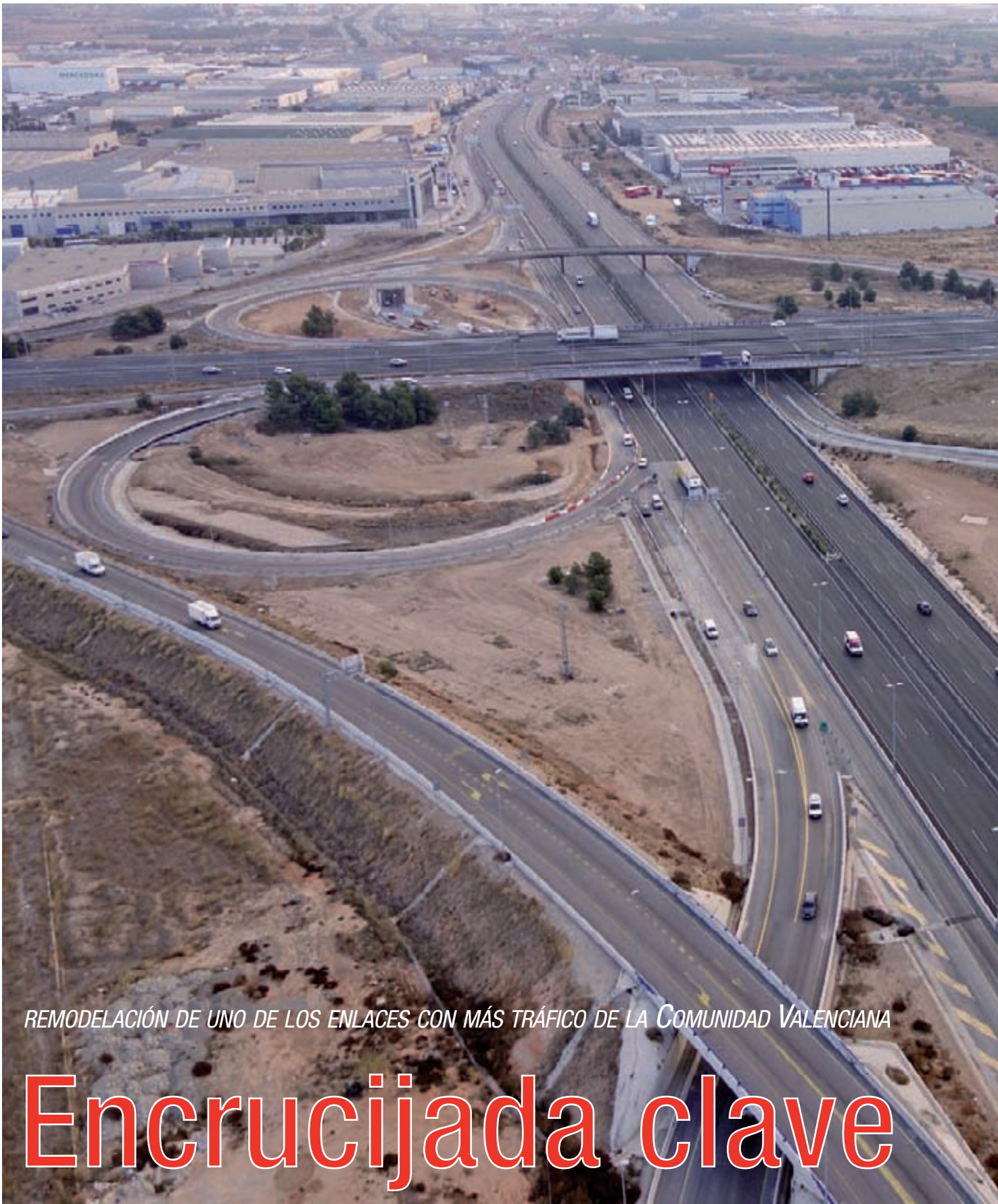
PVP: 3 €



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es
www.fomento.gob.es



REMODELACIÓN DE UNO DE LOS ENLACES CON MÁS TRÁFICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Encrucijada clave



► Vista aérea del enlace de la autovía A-3 con la A-7, cerca de Valencia.

R.F. FOTOS: DCE COMUNIDAD VALENCIANA

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio la remodelación del enlace entre las autovías del Este (A-3) y del Mediterráneo (A-7), cerca de Valencia, como parte de las obras de ampliación del tercer carril de la A-3 en esta zona. Se trata de una ampliación de capacidad realizada sobre uno de los enlaces de mayor intensidad de tráfico de la Comunidad Valenciana, lo que ha permitido mejorar la movilidad circulatoria en esta zona.



Este enlace es el nexo de unión entre dos de las autovías de la Red de Carreteras del Estado que presentan mayor volumen de tráfico de la Comunidad Valenciana: la A-3, que en esta zona constituye la entrada a la ciudad de Valencia por el oeste; y la A-7, que en este tramo ejerce la función de by-pass o circunvalación de Valencia. El tráfico que circula a diario por ambas autovías junto a este enlace puede superar los 160.000 vehículos cada día, de los que un porcentaje no especificado lo utiliza.

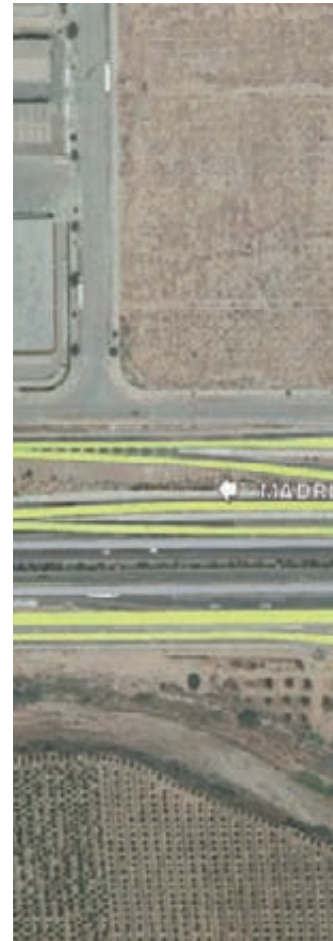
Esta encrucijada de autovías, situada en el pk 340,000 de la A-3, era originalmente un enlace completo en cuanto a los movimientos principales entre la A-3 y la A-7, con tipología de trébol. La infraestructura presentaba lazos con escasos desarrollos y radios de curvatura, además de carriles de cambio de velocidad y trenzado de escasa longitud y limitada capacidad para el tráfico que pasaba de una a otra autovía. A ello se unía además la cercanía del enlace de Loriguilla-Ribarroja-Polígono Industrial, a escasamente un kilómetro de distancia, que provocaba tramos de trenzado con los movimientos de enlace entre la A-3 y la A-7.

▲ Solución de ingeniería

Para eliminar estas disfunciones, la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana proyectó una solución global con diversas actuaciones, entre ellas la mejora del trazado de los lazos direccionales (con la sustitución de un ramal en lazo por un ramal semidireccional), la eliminación de los tramos de trenzado existentes mediante la construcción de nuevas estructuras, la remodelación de las vías de servicio y la ejecución de nuevas vías colectoras segregadas del tronco principal en los márgenes de la autovía.

Adicionalmente, la solución contempla un aumento considerable de las distancias entre entradas y salidas consecutivas, de modo que el tráfico del enlace Loriguilla-Ribarroja-Polígono Industrial no trence con los movimientos de enlace entre las autovías A-3 y A-7. Asimismo, mediante la construcción de los ramales se posibilitan nuevos movimientos como los de conexión entre polígonos industriales de El Oliveral y Reva, situados a cada margen de la autovía A-7.

Las principales obras de ingeniería que posibilitan esta solución son tres estructuras de nueva planta (dos puentes o pasos superiores y un paso inferior), que son las que amplían en buena medida la capacidad de la infraestructura. El paso inferior, construido bajo dos de los ramales del enlace, Madrid-Barcelona y Alicante-Madrid, tiene 69,50 metros de longitud y planta curva con radio de 111 metros, con pantallas constituidas por un muro cortina de pilotes in situ de 1 metro de diámetro. Su construcción ha eliminado el trenzado existente en-



► Tronco ampliado de la A-3 cerca del enlace con la A-7.

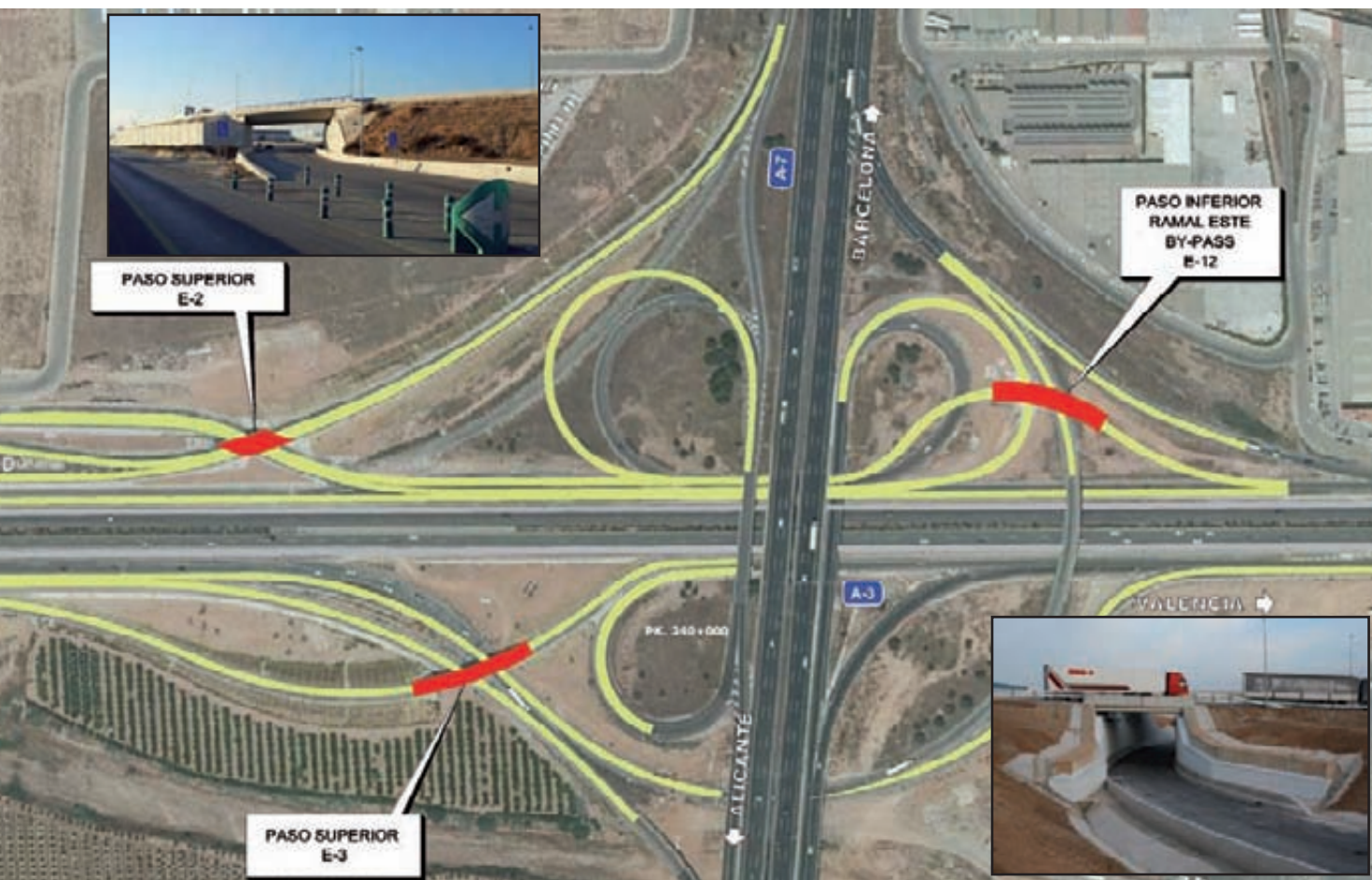
tre el ramal Alicante-Madrid y los ramales Valencia-Alicante y Valencia-Loriguilla.

De los dos nuevos pasos superiores, el primero es una estructura hiperestática de 68 metros de longitud, con un tablero formado por una losa maciza de hormigón post-tensado cimbrada de una vez, cuya sección transversal es de 8,30 metros (4 metros son de plataforma), y pilas con alturas de 8 a 9,50 metros, cimentadas mediante zapatas. El segundo es una estructura de un solo vano isostático de 27 metros de longitud, con sección transversal de 11,30 metros (7 para la plataforma). Estos dos puentes han eliminado los trenzados de los movimientos Valencia-Loriguilla y Barcelona-Madrid en el primer caso y Madrid-Alicante y Loriguilla-Valencia en el segundo.

Junto a estas estructuras, la actuación ha incluido la construcción de vías colectoras entre este enlace y el enlace de Loriguilla-Ribarroja-Polígono Industrial (carretera CV-374), independizando los tráficos y evitando de este modo las interferencias que la escasa separación entre ramales generaba en el tronco de la A-3.

► Tercer carril Buñol-Valencia

La remodelación del enlace entre la A-3 y la A-7 es una de las actuaciones más destacadas de la construcción del tercer carril en la A-3 entre Buñol y Valencia, una obra de mejora de la red de gran capacidad prevista en un convenio firmado por el Ministerio de Fomento y



► Paso superior E-3, que elimina los trenzados de los movimientos Madrid-Alicante y Loriguilla -Valencia.

Magnitudes de obra (Tramo Buñol-Valencia)

Excavación	582.510 m ³
Terraplén	169.750 m ³
Suelo seleccionado	254.266 m ³
Suelo estabilizado	186.143 m ³
Suelo cemento	124.086 m ³
Mezclas bituminosas	177.625 t
Hormigón estructural	12.549 m ³
Acero estructural	2.932.965 kg

la Generalitat Valenciana y contemplada en el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI). En este tramo, que es la principal vía de entrada a la capital del Turia desde el oeste, el trazado de la A-3 discurre junto a municipios del área metropolitana, polígonos industriales, centros comerciales y urbanizaciones y el aeropuerto de Manises, generadores de un importante volumen de tráfico a la A-3, con problemas de congestión en esta zona. La IMD de este tramo de la A-3 supera los 60.000 vehículos/día.

Con objeto de ampliar la capacidad de la A-3, cuya sección estaba constituida por dos calzadas separadas por una mediana que albergan dos carriles por sentido de circulación cada una, el Ministerio de Fomento proyectó la implantación de un tercer carril entre los kilómetros 328,000 y 352,000, correspondientes al tramo comprendido entre las proximidades de Chiva (enlace con la CV-50) y la ciudad de Valencia (zona de Xirivella). La actuación fue adjudicada con un presupuesto que supera los 84 M€ a la UTE (unión temporal de empresas) formada por las empresas OHL y Cleop, que desarrollan los trabajos desde mediados de 2010.

La obra consiste en la ampliación de la plataforma de la autovía, preferentemente por sus márgenes exterior-



► Tronco actual de la autovía A-3, con tres carriles (izquierda) y tronco antes de las obras, con dos carriles (debajo).

res aunque en algún tramo se ha construido sobre la mediana existente, para dar cabida a un nuevo carril por sentido. En los tramos ya finalizados, la sección de autovía dispone ahora de tres carriles por calzada y sentido de la circulación (3x3,50 metros, más arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1,50 metros), contando en algunos tramos entre enlaces con cuartos carriles de trenzado y/o vías colectoras del tronco.

Las obras de ampliación han finalizado en un tramo de 15 kilómetros y están en una fase avanzada en otros 5,6 kilómetros



Como consecuencia de la ampliación se han remodelado varios enlaces de diferentes tipologías existentes a lo largo del trazado (en total hay nueve), varios de ellos con carriles de cambio de velocidad y de trenzado de escasa longitud para el tráfico soportado. En cuatro enlaces se han ejecutado nuevas estructuras o ampliado las existentes: además de las tres nuevas del enlace de la A-3 y la A-7, se ha construido un viaducto de 167 metros en el enlace de Chestre (isostático de vigas prefabricadas en doble T) y un paso inferior en Manises, estando previsto un nuevo paso superior en el enlace de Manises; y se han ampliado sendas estructuras de 82 y 81 metros de longitud en el enlace de Aldaia, así como el viaducto sobre el Turia, de 343 metros, a la entrada de Valencia. Las estructuras que completan el pro-

yecto son ocho pasarelas peatonales para dar permeabilidad a la traza y cuatro muros de hormigón armado. También se han instalado 3.225 metros cuadrados de pantallas antirruido en tres zonas del trazado.

Para evitar en lo posible la afección al tráfico de las calzadas centrales de una autovía con un elevado volumen de tráfico, los trabajos de ampliación se desarrollan por fases, que van entrando en servicio de manera progresiva a medida que finalizan. En la actualidad ya se encuentran finalizadas las obras de ampliación entre los pk 328,000 y 342,500 (15 kilómetros), con la capa de rodadura definitiva ya aplicada, mientras que entre los pk 342,500 y 345,200 y 349,000 a 352,000 (5,6 kilómetros) se circula ya sobre una capa de rodadura provisional. El plazo vigente para la finalización de las obras es diciembre de 2014. ■

2014

Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA

Incluye:

- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo con la nueva aplicación MOCI (windows xp o superior)
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales 
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Planos de Portugal, Marruecos y Francia

Español / Inglés
2014
Mapa Oficial de Carreteras[®]

ESPAÑA
Edición 49

Edición 49
P.V.P.: 22,74 €

También en el DVD:

1093 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
116 Vías Verdes





SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA RESCATÓ A 13.090 PERSONAS EN 2013

**Más de 5.000
intervenciones**



► Los helicópteros de Saseamar juegan un papel decisivo en los rescates en la mar.

BEGOÑA OLABARRIETA FOTOS: SASEMAR

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Saseamar) coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 13.090 personas durante 2013, año en el que se produjo una media de 14 actuaciones diarias, en su mayoría incidentes relacionados con buques de recreo, pero también con pesqueros y mercantes. Intervenciones realizadas desde los 20 centros repartidos por toda España.

Dependiente del Ministerio de Fomento, y con 21 años de historia salvaguardando la vida en la mar, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima cerró el balance de 2013 con un total de 5.121 actuaciones marítimas, un aumento del 1% con respecto a los datos de 2012.

Un incremento que se tradujo, igualmente, en un 10% más de personas implicadas en los rescates, asistencias o búsquedas. En total fueron 13.090 (unas 36 diarias), todo ello dentro del área de responsabilidad de salvamento asignada a España por la Organización Marítima Internacional, que se extiende sobre una superficie ma-



Un centro para la formación

La localidad de Veranes, en el concejo de Gijón (Asturias), alberga el Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos, destinado a la formación de los cuadros técnicos de Sasemar y de técnicos para la seguridad en otros organismos y empresas.

Son unas instalaciones de 143.000 m² en las que se imparten distintas materias, desde la seguridad marítima, portuaria e industrial, a la prevención de riesgos laborales o la lucha contra la contaminación.

Para ello, el Centro Jovellanos dispone de tecnología puntera, como los simuladores marinos, que llevan a los alumnos a situaciones «casi» reales gracias a la recreación de condiciones extremas a las que se tendrán que enfrentar en su día a día.

Junto a los equipos materiales están los humanos, con una plantilla de técnicos y especialistas altamente cualificados, que garantizan la formación y el reciclaje de los cuadros técnicos de Salvamento Marítimo.

Desde su inauguración en mayo de 1993 hasta el día de hoy, el número de alumnos que han pasado por las aulas de Jovellanos se acerca a los 89.000. Tan solo en 2013 se impartió formación a un total de 3.334 personas en los 324 cursos desarrollados tanto en el centro como fuera de él, por medio de unidades móviles desplazadas a distintas localidades costeras españolas o a través de su campus virtual.

rina de 1.500.000 km², tres veces superior a la del territorio nacional: 7.880 kilómetros de costa, que incluyen la peninsular y la de los archipiélagos balear y canario.

Una vasta extensión que se controla a través de los 20 Centros de Salvamento repartidos por todo el territorio, con un equipo humano integrado por más de 1.500 profesionales, y con medios materiales y equipamiento especializados para atender las emergencias y contro-

► Más de 1.500 profesionales gestionan los medios de Sasemar.

Instalaciones del Centro Jovellanos

- ✓ Casa de fuegos
- ✓ Simulador de buque
- ✓ Simuladores de avión y helicóptero y vehículos extinción
- ✓ Contenedores para el control del fenómeno «Flash Over», o combustión rápida generalizada.
- ✓ Torres químicas de distintos niveles
- ✓ Tanque de almacenamiento de combustibles líquidos. Cargadero de cisternas
- ✓ Campo de gases y campo de extintores portátiles
- ✓ Zona para emergencias producidas por mercancías peligrosas
- ✓ Piscina de 12 metros de profundidad y sistema para la generación de 16 tipos distintos de oleaje.
- ✓ Botes: de rescate, rescate rápido, salvavidas convencional, de lanzamiento, auxiliar
- ✓ Instalaciones de buceo, nadador de rescate, excarcelación de vehículos, rescate de víctimas sumergidas, rescate y trabajos en altura o en espacios confinados
- ✓ Simulador HUET (Helicopter Underwater Escape Training)
- ✓ Tanque GNL



lar el tráfico 365 días al año. Unos medios marítimos, aéreos y subacuáticos que se combinan con la formación y reciclaje constante de los equipos en un centro de formación propio, ubicado en Asturias.

La magnitud del ámbito de actuación de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima nos la dan las cifras de los buques controlados durante el pasado año: un total de 305.552, de los cuales 140.672 corresponden a embarcaciones identificadas a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico de Finisterre, Tarifa y Cabo de Gata y Canarias Oriental y Occidental, y el resto, 164.880 buques, en las entradas y salidas de los puertos españoles.

Embarcaciones de recreo

Como en años anteriores, de las más de 5.000 actuaciones que se efectuaron en 2013 la mayor parte estuvo relacionada con el salvamento de vidas en la mar, en concreto 4.067 intervenciones, mientras 679 estuvieron dirigidas a garantizar la seguridad marítima y otros 375 se relacionaron con la protección del medio ambiente marino.



► Un nuevo modelo de helicóptero se sumará este año a la flota de Salvamento Marítimo.

Nuevo helicóptero para Galicia

Los helicópteros juegan un papel fundamental a la hora de garantizar la cobertura de la amplia zona SAR bajo responsabilidad española. Actualmente Salvamento Marítimo dispone de una flota de 11 helicópteros, ocho de tipo medio y otros tres de gran porte.

Está previsto que este año se incorpore un nuevo helicóptero de gran porte, Eurocopter EC 225, que operará en Galicia en sustitución del Sikorsky SC1N.

El Eurocopter EC 225, en cifras

Peso máximo al despegue	11.000 kg
Carga máxima	3.770 kg
Motores	2 Turbomeca Makila 2A1
Potencia en despegue	2x2.101 shp
Potencia máx. continua	2x1.902 shp
Capacidad de combustible	3.467 l
Tripulación	5 personas
Pasajeros (según configuración)	> 21
Longitud	16,79 m
Altura	4,97 m
Diámetro rotor principal	16,20 m
Velocidad de crucero	144 km/h
Altura máxima de vuelo	20.000 ft
Alcance máximo	558 nm
Autonomía	> 5 horas
Velocidad de ascenso	5 m/s

La mayor parte de las intervenciones (más de 4.000) estuvieron relacionadas con el salvamento de vidas en la mar

Un incremento que también se refleja en el número de buques implicados, 340 más que en el año anterior; en total fueron 3.789, frente a los 3.449 de 2012, más de la mitad de ellos de embarcaciones de recreo.

Estas protagonizaron 1.927 casos en los que fue necesaria la asistencia, seguidas de otro tipo de buques o artefactos flotantes que ponían en riesgo la navegación, mientras que en tercer lugar se encuentran los pesqueros, los protagonistas de 667 de las actuaciones y, por último, los mercantes, con 452 incidencias.

Otro capítulo importante de la actuación en 2013 fue la atención y ayuda a las embarcaciones y personas que intentan acceder por mar a España desde otros países de forma irregular. Salvamento Marítimo coordinó 303 emergencias de este tipo, con 4.813 personas asistidas. De ellas, los medios de Sasemar rescataron un total de 2.253 hombres y mujeres, que fueron trasladadas a puertos españoles.

Pero, además de esta asistencia directa en la mar a personas y embarcaciones, también se actuó en otro tipo de casos, como en el auxilio a personas en dificultades por caídas al mar, rescate en acantilados, etc. ■



MONOGRÁFICO ESPECIAL DE LA REVISTA DEL MINISTERIO DE FOMENTO

La construcción de puentes, presas y puertos; los caminos de postas y el transporte; el desarrollo urbano; la cartografía y la astronomía; la construcción de buques y la navegación..., todas las grandes realizaciones de la ingeniería en la España de los siglos XVI y XVII contadas con amenidad e ilustradas con más de 300 imágenes y grabados de época.

2ª
EDICIÓN



P.V.P.: **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

*EL OBSERVATORIO DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA EN ESPAÑA
INICIA SUS ACTIVIDADES CON UN INFORME DEL PERIODO 2000-2013*

Para decidir mejor



R.F.

El Observatorio del Transporte y la Logística en España, adscrito al Ministerio de Fomento, nace con el objetivo de hacer accesible la información relativa al sector y facilitar la toma de decisiones estratégicas que contribuyan a mejorar su eficiencia y competitividad. Como anticipo de lo que será su labor, el Observatorio publica ya en su página web un amplio informe sobre el sector durante el período 2000-2013.



► La creación del Observatorio es una iniciativa de la Estrategia Logística Nacional.

► El objetivo general del Observatorio es articular el conocimiento de todos los agentes que participan en el sector.



E

l pasado 13 de febrero comenzó su andadura oficial el Observatorio del Transporte y la Logística, dando así los primeros pasos en el desarrollo progresivo de este nuevo instrumento creado por el Ministerio de Fomento cuyo principal objetivo, en palabras del secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, será «articular el conocimiento de todos los agentes que participan en el sector». Durante el acto de presentación, Rafael Catalá subrayó la importancia para nuestro país y el sector de contar con nuevas herramientas que proporcionen, a través de una visión multimodal y transparente, bases de datos e indicadores que faciliten la toma de decisiones tanto a los agentes públicos como privados, una de las principales razones por las que se ha decidido que el nuevo organismo «tenga un alcance horizontal y transversal e integre a las distintas áreas de Fomento con funciones asignadas en el sector».

Colaboración

La creación del Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE) era una de las iniciativas establecidas en la Estrategia Logística Nacional, cuyas líneas maestras se dieron a conocer el pasado mes de noviembre por la ministra de Fomento, Ana Pastor. Su puesta en marcha cristaliza varios intentos y esfuerzos previos, especialmente en la última década, por aglutinar

la información y el conocimiento relativos al sector. La División de Prospectiva y Tecnología del Transporte, adscrita a la Secretaría General de Transporte del Ministerio de Fomento, ha sido finalmente la encargada de su desarrollo, tarea en la que ha contado también con la participación directa de otras áreas del Departamento –Instituto Geográfico Nacional, Dirección General de Transporte Terrestre, Dirección General de Aviación Ci-





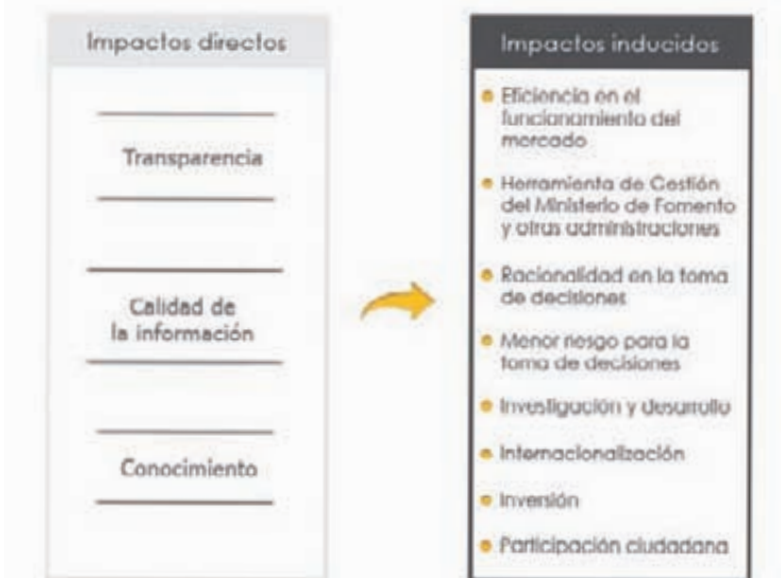
► La Base de Datos del OTLE incorporará información relevante del sector del transporte y la logística.

vil, Dirección General de Ferrocarriles, Dirección General de Marina Mercante, Dirección General de Carreteras, Dirección General Económica y Presupuestos—, además de otras entidades públicas como Aena Aeropuertos y Aena Navegación Aérea, Adif, Puertos del Estado y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima. Asimismo, en el desarrollo de la Base de Datos se ha contado con información de otros organismos de ámbito pú-

blico y privado, entre ellos: Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, Ministerio de Economía y Competitividad, Oficina Española de Patentes y Marcas, Ministerio de Empleo y Seguridad Social, Banco de España, Fundación BBVA, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, Eurostat e International Transport Forum.

Para el desarrollo de su actividad el OTLE contará con cinco elementos principales: una Base de Datos propia, de carácter transversal y que se nutrirá tanto de fuentes propias, a través de las áreas y empresas del ministerio, como de fuentes externas y empresas y agentes del sector; la página web, donde se podrá acceder a información de la base de datos y otros contenidos, disponible desde la propia web ministerial; los indicadores de situación y diagnóstico, orientados a ofrecer un reflejo lo más fiel y preciso posible de diferentes aspectos y coyunturas del sector, así como a facilitar la toma de decisiones; el informe anual, destinado a hacer un balance periódico de la evolución del sector a partir de sus principales indicadores, y por último, la organización de jornadas, donde se harán públicos los resultados y se abrirá la participación a agentes externos.

Principales objetivos OTLE



El OTLE ofrecerá unos indicadores de diagnóstico que reflejarán lo más fielmente posible la situación del sector



La Base de Datos del OTLE se configura, pues, como uno de sus instrumentos más esenciales. Su objetivo será proporcionar información homogénea que facilite una visión lo más integral posible de la realidad del transporte y la logística en nuestro país, respondiendo siempre a criterios de veracidad, rigurosidad y actualidad, debiendo ser además fácilmente accesible. Por todo ello se ha organizado inicialmente en cuatro bloques: oferta y demanda, información socioeconómica, información medioambiental y, por último, infraestructura, capital y otros.

Informe anual

Otra de las actividades primordiales del Observatorio será la publicación de un informe anual, en el que a modo de resumen o balance general se recogerán diferentes aspectos relacionados con el transporte. Con él se pretende facilitar cuanta información ayude a obtener una visión integradora del sector, análisis de su evolución periódica, así como la evolución de esfuerzos y

Esquema de flujo de trabajo OTLE





► El OTLE está destinado a los agentes públicos y privados del sector del transporte y la logística.

resultados en las políticas y líneas de actuación emprendidas.

Para la ocasión, con motivo del comienzo de las actividades en el OTLE, se ha elaborado un extenso informe, ya disponible en la web del Observatorio, que condensa la actividad del sector en los primeros 13 años del presente siglo. Estructurado en cinco amplios capítulos, en el primero de ellos se ofrece una descripción del propio OTLE, sus contenidos y estructura, así como las actividades que desarrollará. En el segundo se traza el balance del sistema de transporte en España durante el periodo 2000-2013, donde se evalúan, por una parte, los esfuerzos realizados —inversiones, recursos humanos, regulación, modernización del sector empresarial—, y por otra, los resultados obtenidos —stock

El informe anual del OTLE ayudará a obtener una visión integral del sector y de su evolución

de capital, mejora de la movilidad, seguridad, eficiencia, etc.—. En el tercer capítulo se hace un repaso a la competitividad del sector y su aportación a la competitividad de la economía española, facilitando una serie de datos que permitirán seguir su evolución y la de factores a ella ligados, como costes y precios, trabajo, capital o desarrollo tecnológico. El cuarto capítulo está dedicado a examinar los aspectos relativos a la sostenibilidad y el medio ambiente y se analizan muy especialmente todos aquellos factores que contribuyen a garantizar la accesibilidad y la movilidad con la preservación de la calidad ambiental: evolución de emisiones contaminantes en los distintos modos de transporte, consumos energéticos, usos sostenibles de las capacidades de transporte, implantación de fuentes energéticas renovables y biocombustibles o estímulos a la eficiencia energética. Finalmente, en el quinto y último capítulo se enumeran y resumen algunas de las principales conclusiones que se derivan de los datos examinados, con una valoración de los escenarios dibujados antes y después de la crisis, de sus aspectos más negativos y positivos, así como de las nuevas necesidades y reformas que demandará el sector. ■

Ingeniería

JULIA SOLA LANDERO

Este año cumple un siglo el viaducto de Requejo –también llamado puente de Pino– que salva el profundo y encajonado cauce del río Duero a su paso entre los municipios zamoranos de Pino del Oro y Villadepera. Un puente que fue muy demandado por los habitantes de esas tierras fronterizas con Portugal, pues su construcción supuso la apertura de una comunicación fluida entre las comarcas zamoranas de Sayago y Aliste, que anteriormente solo se podían comunicar mediante barcas que cruzaban el río arrastradas por maromas.



El viaducto, construido en acero, está magistralmente integrado en un singular paraje que se desploma abruptamente al asomarse al Duero. Cuando se inauguró, el 15 de septiembre de 1914, era el puente con mayor luz y altura sobre el caudal de un río en toda España. Un récord que retuvo incluso varios años después de la aparición de los grandes arcos de hormigón. Aun hoy, su ligereza y su audacia constructiva hacen que figure en todas las referencias sobre ingeniería de puentes.

El viaducto está formado por un solo arco en celosía con una luz de 120 metros sobre el que descansa el tablero mediante pilas de luces de 6 y 10 metros. Su longitud es de 190 metros y su anchura de calzada es de 5 metros, más dos aceras de 75 centímetros.

Tras cien años haciendo frente a las inclemencias del tiempo en su inhóspito enclave, la situación del puente había llevado a limitar en 2008 el gálibo de los vehículos que podían circular por él, con objeto de reducir su peso por eje. Para solucionar esta situación, la Junta de Castilla y León ha reparado recientemente sus vigas principales, que se encontraban muy dañadas por la corrosión, al igual que el sistema de drenaje, que estaba prácticamente obstruido. También se sustituyó el firme de macadam existente por un firme de hormigón armado, lo que permitió reducir el peso propio del tablero en un 55%.

Con las obras se levantó el puente para limpiar y engrasar los rodillos metálicos de los apoyos, se construyeron arquetas para que fueran visitables en el futuro y se colocaron nuevas juntas de dilatación. También se ha renovado la chapa que forma la acera y las chapas verticales, tanto interiores como exteriores, que restituyen las zonas dañadas de la viga. Y dado que el puen-





EL VIADUCTO DE REQUEJO, OBRA MAGISTRAL DE RIBERA, CUMPLE CIEN AÑOS

Un hito en la frontera



te se alza en pleno Parque Natural de Arribes del Duero, en un paraje donde nidifican aves protegidas, todas las piezas metálicas utilizadas se han fabricado en taller para conseguir agilizar los trabajos y minimizar el ruido en el entorno del puente, mimetizado en el impresionante paisaje.

Difícil proyecto

Forma parte de la historia de este viaducto el haber sido el proyecto que reveló al que sería el primer gran ingeniero español especialista en puentes, José Eugenio Ribera. Su construcción fue minuciosamente estudiada por el joven ingeniero, hasta el punto de que llegó a desmontar las hasta entonces nunca discutidas bondades de los métodos aplicados por el consagrado ingeniero Gustave Eiffel, autor de los dos puentes más

Puntualizando a Eiffel

Considerado como uno de los mejores ingenieros de puentes a nivel mundial, Ribera fundó en 1899 su propia empresa de construcciones con el objetivo de construir infraestructuras de alto nivel tecnológico, por lo que también es considerado como el primer contratista moderno de obras públicas de España.

Además de por sus impresionantes obras, Ribera también destacó por sus estudios críticos sobre la ingeniería del momento y por ser el introductor del hormigón armado en España. Estudioso infatigable y escrupuloso, no tuvo inconveniente en criticar las técnicas del mismísimo Eiffel, que por entonces ya gozaba de fama universal.

Constató que los métodos constructivos del ingeniero francés, considerados como un axioma, no estaban exentos de fisuras que descubrió cuando aplicó su técnica al emplazamiento del puente de Pino, reproduciendo las mismas proporciones de los viaductos de Oporto y Garabit. Por ello, no tuvo inconveniente en hacer público su asombro al ver que las soluciones de Eiffel disparaban los costes y estudiando las causas de estas diferencias de presupuesto tan enormes escribió: «(...) comprendí bien pronto que los ingenieros habían sufrido una alucinación por efecto del respeto



► El viaducto se alza en un abrupto cañón del río Duero.

La ligereza y audacia constructiva del viaducto de Requejo hacen que todavía hoy figure en todas las referencias sobre ingeniería de puentes

célebres de Europa en aquel momento: los viaductos de Oporto (Portugal) y de Garabit (Francia).

Ribera dedicó mucho tiempo a estudiar en detalle los distintos tipos de puentes existentes en Europa y Estados Unidos para lucas similares a las que tenía que salvar sobre el Duero. Él mismo explicó que pudo dedicar a aquel proyecto todo el tiempo necesario: «(...) porque no tenía entonces más que esa comisión, y no me ocurría lo que a la mayor parte de los ingenieros, que tienen que redactar los proyectos de puentes con apremio de tiempo y a ratos perdidos (...). Así es que disponiendo de tiempo y de tranquilidad de espíritu, se me ocurrió ir estudiando todas las soluciones que más se asemejan a los tipos clásicos que pudieran aplicarse al emplazamiento del puente».

Hasta llegar a la solución elegida, barajó hasta 12 posibles estructuras diferentes: desde hacer un viaducto de piedra u hormigón, hasta uno ejecutado a base de tramos rectos continuos metálicos, pasando por un puente colgante. También estudió la conveniencia de ejecutar un viaducto de grandes arcos articulados como los que hacía Eiffel. Sin embargo, concluyó que la solución de arco tipo Eiffel —de arco completo— resultaba demasiado cara ya que la impedía la construcción del tablero por partes, por medio de voladizos sucesivos. Finalmente, se decantó por un arco rebajado íntegramente construido en acero, salvo los estribos del arco y los apoyos de fábrica de las palizadas, hechas de hormigón.

que el nombre de Eiffel les producía». Para añadir que éste «era, sobre todo, un constructor de obras metálicas, su interés principal era el que los puentes pesaran lo más posible con apariencias de ligereza, y efectivamente lo consiguió, puesto que su tipo de puentes pesa el doble de lo necesario. La explicación de esta aparente paradoja es, sin embargo, bien sencilla. Con arcos de gran flecha, los tímpanos, y por ende las pilas, resultan de gran altura y obligan a reducir el número de pilas, lo que a su vez lleva consigo la adopción de tramos de gran luz para el tablero, y resulta de aquí un círculo vicioso, porque estos grandes tramos pesan mucho y a su vez requieren pilas muy resistentes, obteniéndose un conjunto muy pesado que obliga a dar al arco gran resistencia, lo que a su vez aumenta el peso propio de éste, y, por lo tanto, impone la adopción de secciones y pesos exagerados». Y concluir que «(...) en definitiva, este famoso tipo Eiffel, tan cacareado por los autores, franceses sobre todo, tiene un vicio de origen que le hace, si no inaplicable, por lo menos costoso; y perdone el ilustre Eiffel, ilustre y genial a pesar de todo que me haya permitido criticar obras de reconocido mérito, sin más título para ello que el resultado comparativo de mis estudios».



► Hito que recuerda a la empresa constructora.

Y aunque el proyecto definitivo quedó redactado en 1897, las obras no comenzaron hasta 1913, a causa de las reticencias de la Junta Consultiva de Caminos a emplear el acero, un material poco experimentado por aquellas fechas en España, como material estructural.

Decisivo impulso

Su construcción fue un logro notable, ya que el proyecto había rondado sin éxito los despachos oficiales desde mediados del siglo XIX, cuando su primer impulsor, Práxedes Mateo Sagasta, propuso su creación tras ser elegido diputado a Cortes por Zamora. Después de él, todos los candidatos a la Diputación a Cortes proponían impulsar su construcción, sin resultado.

Fue finalmente el diputado Federico Requejo quien, desde la Dirección General de Obras Públicas, consiguió sacar adelante el proyecto, integrado en la construcción de la carretera de Fonfría a Fermoselle y Salamanca que conecta el puente y que fue vital para Sayago y Aliste. Testimonio de la barca que navegaba entre Pino y Villadepera es el conocido Camino de los Arrieros, situado del lado sayagués, que terminaba en el Camino de la Barca, y que, salvando un desnivel de 500 metros, conducía al antiguo embarcadero, cubier-

to por las aguas al finalizar la construcción de la presa de Castro en 1952.

Requejo fue también quien decidió que fuera José Eugenio Ribera el autor del proyecto, porque en 1894 el audaz ingeniero había estudiado, junto con su hermano José Joaquín, las carreteras de Fonfría a la de Salamanca a Fermoselle y de Fermoselle a Vitigudino y a la frontera portuguesa. Eran dos carreteras de tercer orden y hacía falta crear un nuevo trazado que facilitase las comunicaciones entre las comarcas zamoranas de Aliste y Sayago y las salmantinas de Vitigudino y de los Arribes, fronterizas entre ellas con Portugal. Lo cual conllevaba la construcción de sendos viaductos sobre el Tormes y sobre el Duero. Fue, por tanto, consecuencia de estos estudios el encargo de la realización del proyecto del viaducto de Pino a Ribera.

A las reticencias iniciales sobre el material a emplear se unieron luego las dificultades que presentaba el montaje de las piezas, lo que hizo que ninguna constructora se presentara a las primeras subastas de la obra. Finalmente, la sociedad Duro-Felguera fue la adjudicataria de la obra e inició los trabajos, aunque hubo de subcontractarlos a otra sociedad debido a las dificultades de su ejecución. Sin embargo, por los mismos motivos, aquella segunda compañía abandonó el proyecto y Duro-Felguera tuvo que volver a retomarlo bajo una dirección facultativa distinta, a cargo del ingeniero Robustiano Fernández.

El montaje se realizó en origen elevando las palizadas de tierra y avanzando el tablero hasta las mismas, y a partir de ahí se fue avanzando en voladizo, o en puente-grúa, arriostrando el tablero a las partes del arco que se iban volando. Para arriostrar los tramos del arco se montaron una serie de diagonales auxiliares que fueron eliminadas posteriormente para dar mayor luz a la obra.

Autocrítica

Terminada la obra, hoy asombro de los viajeros que se acercan a los Arribes, Ribera hizo un excepcional ejercicio de autocrítica a propósito del sobre coste que sufrió la obra, pues las 599.000 pesetas que costó superaban con mucho el presupuesto inicial, de 348.000 pesetas, incluso considerando el desfase temporal entre el proyecto y su construcción. «Para un viaducto construido en abruptas laderas en miserable comarca, hubiera sido mejor unos tramos metálicos continuos sobre dos vigas metálicas», se lamentaba Ribera, quien ya durante la ejecución de la obra supo que las dificultades de construcción de un arco de esa complejidad en un lugar alejado de los talleres necesarios y con mano de obra poco cualificada hubiese hecho más económica la solución de las vigas rectas, si bien la Comisión, por cuestiones estéticas, prefirió el arco biarticulado. Por-



que Ribera añadía reflexión y sometía a escrutinio a sus propias obras, audaces y bellas, como los puentes proyectados también por él, de Ribadesella en Asturias, el colgante de Amposta en Tarragona, el de Valencia de Don Juan sobre el Esla, o los más conocidos de María Cristina y del Kursaal en San Sebastián, el de Reina Victoria en Madrid o el de San Telmo en Sevilla. ■

► El puente ha sido reparado recientemente para garantizar la circulación de vehículos.



**Energía, Oil & Gas
Minería y Handling
Servicios Industriales
Sistemas Inteligentes
Fabricación**

DF, la nueva marca de Duro Felguera, una compañía con 155 años de experiencia que sigue creciendo en sectores de futuro, ejecutando proyectos «llave en mano» en numerosos países de Europa, América, Asia, África y Oceanía.

Powered by experience

dfdurofelguera.com

*LOS TEMPORALES DE INVIERNO DEJAN REGISTROS EXTRAORDINARIOS
EN LAS REDES DE BOYAS Y MAREÓGRAFOS DE PUERTOS DEL ESTADO*

Olas de récord



► Impacto del oleaje en el dique del puerto exterior de A Coruña, que pese a la dureza y repetición de los temporales ha tenido un buen comportamiento, sin sufrir daños.



PEPA MARTIN MORA

El violento temporal que barrió España durante el pasado mes de febrero ha dejado atrás datos históricos en el oleaje, que en el caso de las costas gallega y cantábrica rozan alturas de récord. Todos estos datos han sido recogidos por la Red Nacional Boyas de Puertos del Estado.



Las boyas que Puertos del Estado tiene repartidas por la costa española han recogido un oleaje calificado de extraordinario durante el pasado mes de febrero, especialmente en las costas gallegas y cantábricas, en las que se han batido récords.

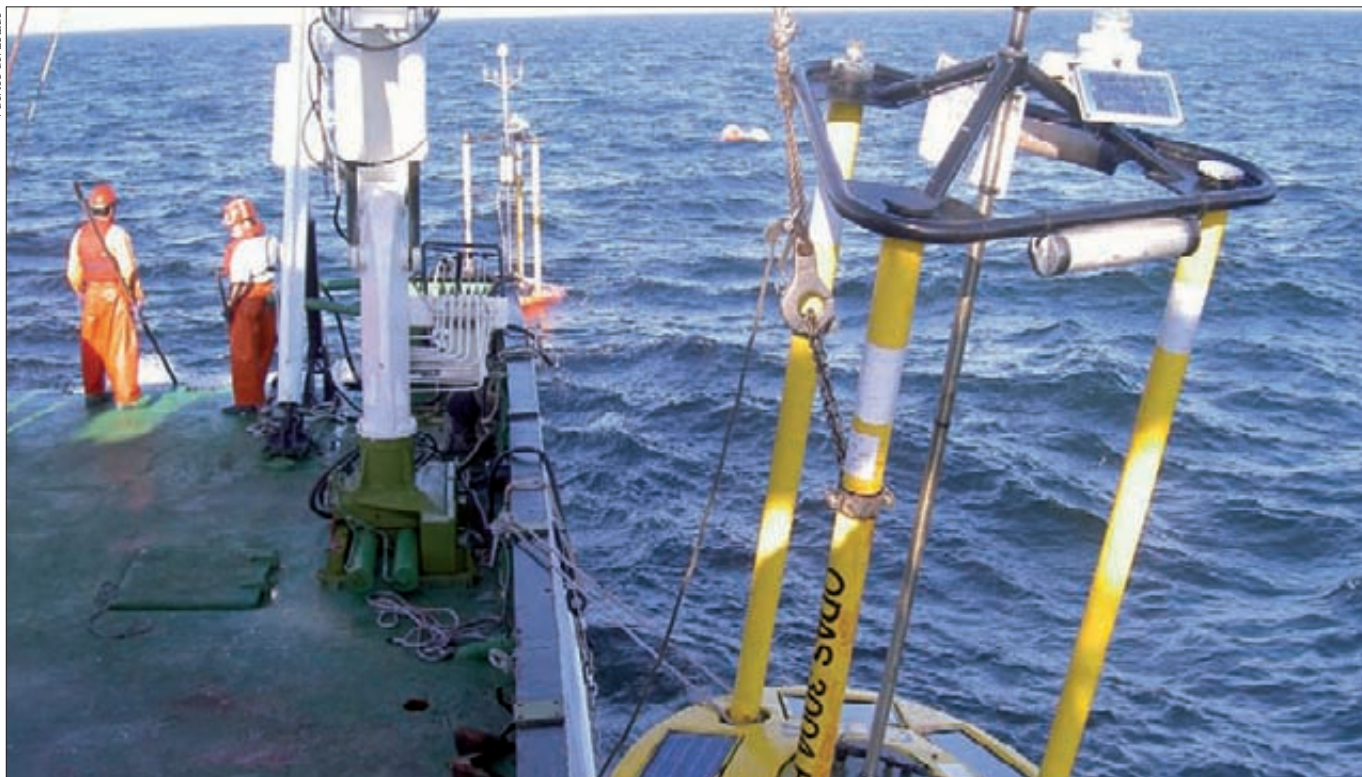
Es el caso de la boya de Estaca de Bares, en A Coruña, que a las 22 horas del día 1 midió una altura significativa de ola de 12,8 metros, a tan solo unos centímetros del dato histórico de 12,9 metros.

Otro de los oleajes extremos recogidos por las boyas de Puertos del Estado fue el de la costa cantábrica, en la boya asturiana de Cabo de Peñas, donde en la madrugada del día 1 al 2 de febrero se registraron alturas significantes de ola de 11,25 metros a las 5 de

la mañana, el segundo registro histórico después del año 1998.

Este segundo día del mes de febrero, cuando el temporal alcanzó su punto álgido, las estaciones de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado ubicadas en distintos puntos de la costa española registraron niveles del mar cercanos al récord histórico en el Cantábrico. En el puerto de Santander la marea subió hasta los 5,36 metros sobre el nivel cero del mismo, rozando el máximo histórico de 5,38 metros registrado en 1992.

Los expertos apuntan a que el oleaje extraordinario registrado este invierno se ha visto potenciado al coincidir con las mareas vivas, que a su vez se han producido por la combinación de una fuerte marea astronómica con una subida adicional del nivel del mar debido a la propia tormenta.



Altura significativa

Las primeras mediciones de oleaje datan de mediados del pasado siglo XX. En un principio no existían los aparatos de medida; los cálculos de altura de las olas los hacían observadores experimentados en las principales rutas de barcos a través de la observación del oleaje. Cuando se empezaron a utilizar los instrumentos de medida se comprobó que la observación humana sobreestimaba las medidas, de tal forma que filtraba las olas más bajas, pero los datos observados se correspondían con la media del tercio más alto. Por ello se de-

cidió que éste sería el parámetro a utilizar para calcular la altura significativa de las olas.

Así, la altura significativa es la media del tercio de olas más altas medidas durante un periodo de 20 minutos, y coincide con lo que un observador experimentado estima visualmente como altura de ola en un punto. Cuando se realiza el mantenimiento de las boyas se recogen los datos de las alturas máximas de las olas, que se estiman estadísticamente como 1,6 veces la altura significativa.

A través de esta información y haciendo estos cálculos se puede afirmar que en la zona del cabo coruñés de Estaca de Bares se han registrado olas individuales

► Las boyas incorporan sensores de oleaje, meteorológicos y oceanográficos.

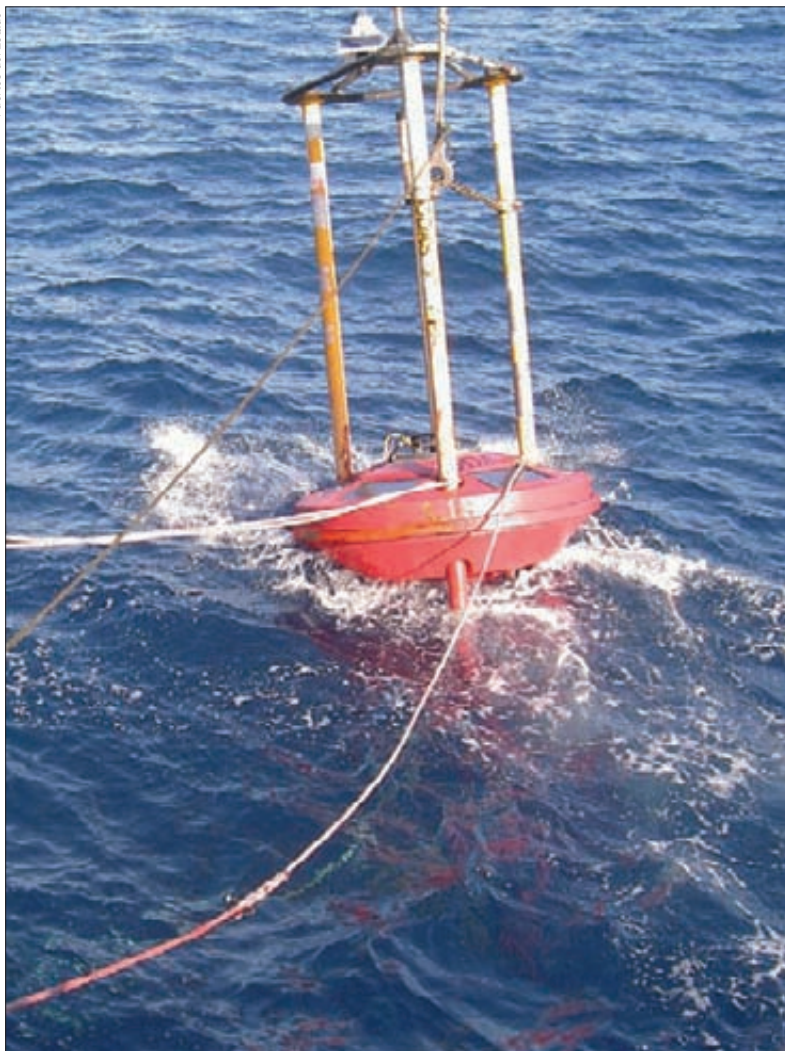
Registro histórico de altura de olas

Boya	Fecha	Altura (Hm0)
Bilbao-Vizcaya	24 enero 2009	13,7 m
Cabo Vilán	24 enero 2009	13,5 m
Estaca de Bares	10 marzo 2008	12,9 m
Estaca de Bares	23 enero 2009	12,9 m
Estaca de Bares	1 febrero 2014	12,8 m
Cabo Vilán	6 enero 2014	12,7 m
Cabo Vilán	23 enero 2009	12,6 m
Estaca de Bares	23 enero 2009	12,6 m
Estaca de Bares	5 febrero 2014	12,5 m
Cabo Vilán	6 enero 2014	12,4 m
Cabo de Peñas	9 diciembre 2007	12,2 m

Oleaje de altura

Cuanto mayor es la intensidad del viento y el tiempo durante el cual sopla, se transfiere más energía y las olas adquieren más altura. También influye la distancia que recorre el oleaje; se necesita que sea una distancia considerable para que la altura se incremente.

El oleaje irregular y con periodos cortos por debajo de 10 segundos se considera mar de viento. Según avanza se dice que envejece, creciendo el periodo y transformándose en mar de fondo, que es un oleaje regular, bien formado y de periodos largos. Por ejemplo, en el estrecho de Gibraltar sopla mucho viento pero no hay distancia suficiente para que el oleaje envejezca y por eso no se alcanzan valores tan altos, mientras que en el Atlántico las mayores tormentas son de mar de fondo.



► Lanzamiento de una boya de Puertos del Estado al agua.

Los expertos consideran que el oleaje extraordinario producido en el mes de febrero se ha visto potenciado al coincidir con las mareas vivas

Sistemas de previsión e información

Puertos del Estado mantiene operativos distintos sistemas que permiten conocer la previsión del estado del mar en los tres días siguientes. Son cuatro los sistemas de previsión que se refieren al oleaje, altura, periodo y dirección, viento, nivel del mar, y circulación, con datos de corrientes, temperatura y salinidad del agua.

A esta información se accede, a través del sistema Portus, desde la web de Puertos del Estado (www.puertos.es), con datos en tiempo real, predicciones y datos históricos.

También ofrece Imar, una aplicación gratuita para móviles, a través de la cual este organismo público suministra toda la información del estado del mar en España para cualquier puerto, localidad o playa, a través de sistemas de alertas en costa, en tiempo real y con la previsión a tres días, con mapas de previsión de oleaje y viento, y con la evolución en el tiempo de las variables.

de más de 20 metros de altura, lo que equivale a un edificio de siete plantas. Estas alturas se refieren a alta mar, ya que en la zona de costa las olas son menores por el efecto de refracción que el fondo ejerce sobre el oleaje, y que hace que este siempre llegue paralelo a la costa independientemente de su dirección original.

Red de boyas

Esta recogida de datos que permite calcular el oleaje, además del viento, el nivel del mar, las corrientes o las temperaturas, es posible a través de la Red Nacional de Boyas en aguas profundas, que tiene 15 posiciones de medida permanentes, además de boyas costeras y mareógrafos en todo el litoral español. Esta información se complementa con los datos recogidos por las redes autonómicas, como es la de instrumentación de MeteoGalicia, la del Servicio Meteorológico Vasco o la boya del Instituto Español de Oceanografía de Santander.

La red nacional, que es competencia de Puertos del Estado, está fondeada en aguas abiertas en profundidades que oscilan entre 400 y 2.000 metros. Las boyas no están, por tanto, a la deriva, sino ancladas al fondo marino a través de una compleja línea de fondeo que consiste en un peso muerto que llevan en la base, además de un cabo con flotadores sumergidos para conservar su verticalidad y un cable elástico con holgura que permite su movimiento libre siguiendo las olas.

Para la recogida de datos disponen de un sensor de oleaje a nivel del mar, de sensores meteorológicos a unos 3 metros de altura, y de sensores oceanográficos a 3-3,5 metros de profundidad. El sensor de oleaje mide a cada hora un registro de olas durante 30 minutos, un dato por segundo aproximadamente, que son unos 2.000 datos de elevación de la superficie del mar más otros 4.000 para determinar la dirección.

La información que recogen no se puede transmitir en tiempo real, por lo que todos los registros se guardan en bruto en un pequeño procesador que lleva incorporado la boya que, tras analizarlos, obtiene lo que se denomina «parámetros integrados».

Estos datos se obtienen tras un análisis espectral según la altura significativa (media de la altura del tercio de olas más alta), el periodo pico (periodo de las olas de mayor altura), el periodo medio (media del periodo de todas las olas) y la dirección media. Los parámetros integrados, junto con otros datos meteorológicos y oceanográficos medidos durante la misma hora en tiempo real, se envían por satélite, ya que las boyas están demasiado lejos de la costa como para enviarlos por radio.

Estas boyas, de gran tamaño (7,5 metros de altura por 2 de diámetro), están dotadas de balizas luminosas para poder ser vistas de noche, y su posición se comunica al Instituto Hidrográfico para su señalización en las cartas náuticas a través de un GPS que llevan incorporado.■

LA VALL FERRERA (LLEIDA) GUARDA UN RICO PATRIMONIO PRERROMÁNICO

La piedra serena



La Vall Ferrera, en el interior del Pallars Sobirà, es una pequeña y recóndita región del Pirineo leridano que conserva un interesante conjunto de ermitas y pequeñas iglesias prerrománicas cuya sencillez ha desafiado al tiempo. Su entorno, jalonado de altas cumbres, densos bosques e impetuosos torrentes, les presta el mejor de los marcos para resaltar su serena belleza.



► Foto principal, ermita de Santa María de la Torre, junto al río Noguera. Derecha, fachada de Sant Lliç de Virós.



La arquitectura no absorbe todas las fuerzas vivas de la Edad Media, pero ella las subordina y determina. Esta frase, pronunciada por el célebre historiador de arte francés Henri Focillon (1881-1943), puede aplicarse perfectamente a las pequeñas iglesias prerrománicas que jalonan la recóndita comarca de la Vall Ferrera en un idílico valle del Pirineo de Lleida, muestra de una arquitectura poco conocida, oscurecida tal vez por los grandes movimientos posteriores, el románico y el gótico, que simbolizan las dos grandes etapas del medioevo.

Y este singular patrimonio histórico-artístico y arqueológico, relacionado con un arte olvidado: el prerrománico, en general, y el visigótico, en particular, han logrado conservarse en las aldeas más apartadas de los valles del Pirineo catalán, concretamente en la comarca del Pallars Sobirà, en cuyo interior —y acurrucada a la sombra de la Pica d'Estats (3.143 metros), la montaña más alta de Cataluña, sobre empinadas laderas y entre espesos bosques—, se encuentra la Vall Ferrera, donde se levantan estas humildes ermitas que, con la categoría de parroquias, tienen como elemento vertebrador entre sí, el arco de herradura; además del *opus spicatum*, que se muestra desafiante en algunos muros interiores, y que atraen la curiosidad del visitante, en contraste con la sencillez del resto de la construcción.





La Vall Ferrera representa una de las zonas más interesantes y, al mismo tiempo, desconocidas del Pirineo catalán. En este profundo valle, fruto de las sucesivas civilizaciones que, a lo largo de los tiempos, se han ido asentando en sus cortadas laderas, podemos recopilar y establecer una síntesis histórico-arqueológica y antropológica de sus pobladores. Los difíciles accesos al lugar, por otra parte, han preservado el rico patrimonio artístico, que hoy se nos manifiesta íntegro, a pesar de la sencillez de sus materiales constructivos.

La fuerza de las ferrerías

El río es el protagonista principal en el paisaje de la Vall Ferrera, nombre que rinde un justo homenaje a una actividad industrial que se remonta a la antigüedad, cuando este valle fue colonizado por tribus celtas. Ya dominada su corriente, la fuerza del agua hizo mover los mazos, batanes, fraguas y molinos. Aún se conservan algunos de los mazos y las pesadas maquinarias que, con la presencia de los cuatro elementos, hacían moldear el preciado metal férreo. Restos de escorias, sobrantes de aquellos ancestrales talleres, forman parte del aparejo pétreo de numerosas viviendas de estos pueblos.

La Vall Ferrera es hoy un territorio formado por ocho núcleos de población (Ainet de Besan, Alins, Araós, Àreu, Besan, La Força d'Àreu, Norís y Tor), cuyo Ayuntamien-

to se encuentra en Alins. Son nombres, todos ellos, de resonancias que evocan sus lejanas raíces célticas.

El río Noguera de Vall Ferrera traspasa el bucólico escenario natural de este valle y desciende hacia Llavorsí para entregar sus aguas al Noguera Pallaresa, después de haber recibido el caudal del Noguera de Cardós, frente a la villa de Tírvia.

Es en este apartado escenario del Pirineo de Lleida donde aún pervive un número sorprendente de ermitas y santuarios, algunas felizmente restauradas, otras esperando ese momento que les devuelva su esplendor.

Las ermitas

El punto de partida se puede situar en la villa de Llavorsí, importante núcleo de la comarca del Pallars Sobirà, para continuar recorrido en dirección a Tírvia hasta llegar a la confluencia de las carreteras que penetran en los dos valles: Ribera de Cardós y Vall Ferrera. Desde ahí se continúa hasta la primera población, Araós. El pueblo se alza, a 913 metros de altitud, sobre la orilla derecha del río. Un conjunto urbano de viviendas de piedra y cubierta de pizarra azul abraza a la iglesia parroquial, dedicada a Sant Esteve, con fábrica del más puro estilo románico. En su interior hay que admirar las pinturas góticas que decoran el arco triunfal del presbiterio, relacionadas con las notas del diablo y los miedos al más allá, así como la pila bautismal, de piedra de

► El acurrucado pueblo de Araós, viniendo de la cercana ermita prerrománica.

granito prerrománica. Pero nuestro objetivo está a las afueras de la población, coronando un suave altzano que domina un meandro del río, al que se llega por un agradable sendero en 15 minutos.

En este apartado rincón pirenaico pervive un número sorprendente de ermitas y santuarios prerrománicos

Se trata de la ermita de Sant Francesc, que la mayoría de los estudios realizados datan del siglo IX, como perteneciente al obispado de Urgell. No se conoce el acta de consagración; sin embargo, sí disponemos de algunas referencias de tiempos modernos, como es el documento del vizcondado de Castellbó, del año 1519, donde se refiere que en «Haraúo» (Araós) había dos núcleos de población: la villa propiamente dicha, que se corresponde con el pueblo actual, junto a la carretera, y la llamada «La Força», en alusión al núcleo próximo a la fortaleza medieval, la cual ha desaparecido, y que protegería a esta ermita. También el nombre original del santuario tuvo que ser otro, y es posible que, hace doce siglos, se conociera como ermita de Sant Genís, santo medieval de gran devoción en estas tierras. Después, ya en el siglo XVI, su altar cambió de titular, para dedicarse a San Francisco

Javier (1506-1552). Esta ermita fue destruida durante la Guerra Civil, y felizmente restaurada hace unos ocho años, a iniciativa del Ayuntamiento de la Vall Ferrera y el Consell Comarcal del Pallars Sobirà.

Sant Francesc d'Araós es una modesta ermita rural, de planta rectangular (6,80 x 3,90 metros), de piedra de pizarra marrón en sus muros y techo de madera cubierto con lajas de pizarra azul a doble vertiente. La fachada se abre a levante, con una espadaña en su centro superior, y en la puerta un soberbio arco de herradura que sorprende gratamente. Otro elemento a destacar es la existencia de un bien elaborado *opus spicatum* en el aparejo interior del muro meridional de la ermita. Lo que llama la atención es que el altar esté en el lado de poniente.

Volviendo a la carretera y tras cruzar el río en dirección a Virós, después de unos 5 kilómetros, se llega a un conjunto de construcciones de piedra, donde los ganaderos guardaban el ganado durante los fríos inviernos; junto a estas bordas (casas de labranza), y siguiendo un empinado sendero flanqueado de fresnos y alfombrado en sus lados de azafrán silvestre, no tardamos en alcanzar la iglesia de Sant Lliser de Virós.

Al igual que la anterior, Sant Lliser de Virós dependía en el siglo X del obispado de Urgell; tampoco se sabe la fecha de su consagración, pero su estructura revela otro claro ejemplo de edificio prerrománico. Muy querido por los colectivos de ganaderos y ferreiros de la comarca, pues a finales del siglo XIX estaban en plena actividad

numerosas y profundas galerías subterráneas en esta zona, en las cuales se trabajaba con notable dificultad, para extraer el hierro de las entrañas de la montaña. Algunos de estos yacimientos minerales aún se conservan.

La ermita, que también tiene categoría de parroquia, fue destruida a comienzos de la Guerra Civil, y restaurada con acierto a finales de los ochenta del siglo pasado. La iglesia es de planta rectangular, de 7,40 x 4,60 metros, cubierta con cerchas de madera, resueltas al exterior por un tejado de losas de pizarra, y una espadaña de un solo ojo corona la parte superior de la fachada, que se abre a poniente, y el al-

► Ermita de Sant Francesc d'Araós.



tar aquí sí mira a levante. El arco de herradura del portal de ingreso delata su raíz visigótica.

De regreso al sendero que, en ascenso, surca las bordas y construcciones medievales, el paraje no puede ser más impresionante, con elevadas cumbres y el bosque de Virós, de 691 hectáreas de superficie, formado por pino negro y rojo, maderas que fueron muy valoradas por los trabajadores de la minería del hierro.

Luego, por una pista forestal de buen piso, en dirección norte, en pocos minutos de trayecto se llega a la ermita de Santes Creus. El coche debe quedar aparcado en una pequeña explanada, para proseguir a pie por un agradable sendero que discurre a la sombra de pinos negros, robles y abetos.

Después de unos diez minutos de marcha, no lejos de las bordas de Buiro, se halla la ermita, modesta construcción que podría pasar desapercibida entre una espesa vegetación arbórea y la roca de la misma montaña.

El santuario de les Santes Creus es el único edificio prerrománico de todo el valle dedicado a la Virgen María. También tiene esta ermita planta rectangular, de similares proporciones a la de Sant Francesc d'Araós. La puerta de entrada se abre en el muro meridional, con el altar mirando a levante, y el óculo de un modesto rosetón formado en lajas de piedra de pizarra marrón superpuestas a modo de sardinel, con leve arco de herradura en su trazado. El tejado es también a doble vertiente. Esta ermita, perteneciente al municipio de Ainet de Besán, es meta de romería anual el día 1 de mayo.

Sant Esteve es una iglesia románica que muestra su relación con los maestros escultores comacinos o lombardos

De nuevo en la carretera comarcal, que sigue paralela al curso del Noguera de Vall Ferrera, Ainet de Besan es el siguiente pueblo, a 1.008 metros de altitud, formado por dos núcleos: el más antiguo, adosado al terreno rocoso, con iglesia parroquial dedicada a Sant Julià, y el núcleo moderno, el más próximo a la carretera. La fiesta mayor se celebra el 6 de enero. Del antiguo núcleo de Besan, ubicado en la zona más empinada de la montaña, perdura apenas un conjunto de abandonadas masías y la iglesia de Santa María, famosa por su pavimento en cantos rodados de río, cuyo interior acoge una interesante colección de muestras de la producción de las fraguas y ferrerías de otros tiempos en el valle,

además de la ermita prerrománica de Sant Miquel, de una nave, abandonada y con muros encalados.

Y llegamos a Alins, la capital administrativa de Vall Ferrera, donde se encuentra el único Ayuntamiento. La iglesia parro-

quial está dedicada a Sant Esteve; se trata de una magnífica construcción románica (siglo XII), que muestra con orgullo su relación con los maestros escultores comacinos o lombardos, por las arquerías ciegas que decoran el exterior de gran parte de sus muros. Delante, en la plazoleta, una gran rueda de molino, y un cruceiro de hierro, y al otro lado de la carretera, la cabeza del mazo de una ferrería; todo ello nos recuerda la antigua tradición minera de este valle y el justo nombre del río y del territorio en donde nos encontramos. En las afueras de Alins se alza la ermita de Sant Quir (Quirico),

► Un puente de piedra salva las nerviosas aguas del Noguera de la Vall Ferrera.



que desde una colina domina el pueblo por el sur; el arco de herradura del portal nos lleva a pensar que también se trata de una construcción tardo visigótica.

En Alins arranca la carretera que lleva a Norís y a Tor. El primero es el último pueblo al que se llega con carretera asfaltada; la iglesia parroquial, románica, está dedicada a Sant Serní (Saturnino), santo de procedencia occitana, confirmando la larga tradición de intercambios socio-culturales que, durante los siglos medievales, se mantuvieron entre estos valles del Pirineo catalán y el Languedoc por colectivos cátaros que huían de las persecuciones de la Inquisición. La iglesia de Norís tiene decorado su ábside semicircular con arcuaciones ciegas; la puerta se abre en la fachada meridional.

Tor —cuyo nombre rinde homenaje al dios celta de las tormentas—, a 11 kilómetros de Alins, es el destino final de este trayecto. A 1.649 metros, es el pueblo más alto del Pirineo catalán. La iglesia parroquial, románica, está dedicada a Sant Pere. El núcleo antiguo cobija la ermita de Sant Pere de Roc, que solo conserva el muro de poniente, con líneas en el aparejo interior en forma de *opus spicatum*. Pero nuestro objetivo está más arriba, a 2.050 metros de altitud, donde se encuentra la ermita de Sant Ambrosi de Tor. Un incendio en 1936 y el aguacero de 1982 terminaron por derruir este templo. Gracias a escasos restos conservados, sabemos que esta ermita era rectangular, de 5,90 metros de longitud

► Derecha, muela de una ferrería tradicional. Debajo, contraluz en el interior de la ermita de Sant Francesc d'Araós.



por 4 metros de anchura. El ábside, en dos resaltes, orientado a levante, es paradójicamente semicircular.

De regreso a la carretera comarcal, en dirección a Àreu, a pocos kilómetros de trayecto, al otro lado del Noguera, se encuentra la iglesia de Santa María de la Torre, próxima a un par de bordas. Tras pasar una moderna pasarela de hierro y recorrer un camino de sirga, en pocos minutos se llega al templo, de planta rectangular y ábside semicircular. Su fábrica es de un románico primitivo que aprovecha un anterior eremitorio prerrománico. La fachada principal está orientada a poniente, donde se encuentra la puerta en doble archivolta, y la cabecera a levante. También las ventanas, abiertas a mediodía, están realizadas con losas de piedra en disposición de libro. Y a pesar de la oscuridad reinante en el interior, una profunda paz y armonía se respira en el ambiente, mientras los rayos solares penetran tímidamente por las aberturas que iluminan el altar, trasladándonos a otra dimensión.

Àreu, a 1.200 metros de altitud, es la siguiente y última parada. En su antiguo núcleo se halla la iglesia de Sant Feliu (románica), destruida durante la Guerra Civil y luego reconstruida con su campanario de espadaña. Conviene visitar también la iglesia parroquial de Sant Climent, en el núcleo moderno, porque guarda en su altar mayor la talla de la Virgen negra procedente de la iglesia de Sant Feliu. ■

Especial



30

Vías Verdes por España

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

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



PVP: 10 €

Revista del Ministerio de **Fomento**



VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (CARRETERAS)



MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 6 €



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: cpubic@fomento.es

Crecimiento basado en la Innovación

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

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



Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:

www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento, nº 638, abril 2014.**

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

Año de edición: **Mayo 2014**

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Mayo 2014**

Formato: **PDF**

Tamaño: **9,25 MB**

NIPO: 161-14-005-6

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

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:

Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

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

