

Revista del
Ministerio de

Marzo 2014 Nº 637 3 €

Fomento



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

VIADUCTO SOBRE EL ULLA
EN EL EJE ATLÁNTICO

REFORMA DE LAS
ESTACIONES DE PASSEIG DE
GRÀCIA Y L'HOSPITALET

CAMPUS ADIF-FFE

RECUPERACIÓN DE
ENERGÍA DE FRENADO
EN TRENES

TRANSPORTE DE
MERCANCÍAS PELIGROSAS
EN CARRETERA

EUROTÚNEL: 20 AÑOS
CONECTANDO EUROPA

OIKOS: VIVIENDA DE
CONSUMO ENERGÉTICO
CERO



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

 **CEPSA**

Director de la Revista: Antonio Recuero.

Edición: Javier R. Ventosa.

Maquetación: Aurelio García.

Secretaría de redacción: Ana Herráiz.

Archivo fotográfico: Vera Nosti.

Portada: IDEAM.

Elaboración página web:

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)

Colaboran en este número: Jaime Arruz,

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), Eloísa 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: revistaofomento@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.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

FERROCARRIL

04

UNIENDO DOS PROVINCIAS.

AVANZA EL MONTAJE DEL TABLERO DEL VIADUCTO DEL RÍO ULLA, EN EL TRAMO SANTIAGO-VIGO DEL EJE ATLÁNTICO.



FERROCARRIL

14

MÁS ACCESIBLES Y OPERATIVAS.

REFORMA DE LAS ESTACIONES DE L'HOSPITALET Y PASSEIG DE GRÀCIA EN BARCELONA.



FERROCARRIL

20

UN LUGAR PARA EL SABER.

EL CAMPUS ADIF-FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES AMPLÍA SU OFERTA FORMATIVA.



I+D+i

27

AHORRO EN LAS VÍAS.

SUBESTACIÓN REVERSIBLE PARA RECUPERAR LA ENERGÍA DE FRENADO DE LOS TRENES.



32. PUESTA AL DÍA. NUEVA REGULACIÓN DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA.

36. LA CASA POSIBLE. TÉCNICOS DEL CSIC DISEÑAN OIKOS, UNA VIVIENDA DE CONSUMO ENERGÉTICO CERO.

42. RECUERDOS DEL TREN. EL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS CUMPLE 15 AÑOS.

48. CONECTANDO EUROPA. 20º ANIVERSARIO DEL EUROTÚNEL.

56. EL TIEMPO DETENIDO. PATRIMONIO HISTÓRICO DE LA COMARCA DEL MATARRAÑA.

Aeropuerto Adolfo Suárez, Madrid-Barajas

El aeropuerto de Madrid-Barajas ha cambiado su denominación oficial por la de aeropuerto Adolfo Suárez, Madrid-Barajas, como «reconocimiento y respeto a la grandeza, el esfuerzo y al papel histórico del primer presidente de nuestra democracia», fallecido el pasado 23 de marzo, según una orden del Ministerio de Fomento aprobada un día después a propuesta del presidente del Gobierno. La orden señala que Adolfo Suárez «ha desempeñado un papel fundamental en la historia de España. Su estatura moral y su sentido de Estado han sido claves en el éxito de la Transición española y de la democracia. Su trabajo fue esencial para culminar uno de los mayores logros conseguidos por España como país: la Constitución Española de 1978».

La ministra de Fomento, Ana Pastor, visitó el pasado 26 de marzo el aeropuerto para comprobar cómo han empezado ya a aplicarse las primeras medidas para implantar el cambio de denominación oficial. Durante su visita, acompañada por el presidente de

Aena, la secretaria general de Transporte y el director general de Aena Aeropuertos, comprobó cómo el nuevo nombre está ya visible en las pantallas informativas ubicadas en la zona de facturación de la T4, entre otras medidas que ya han empezado aplicarse.



La implantación será progresiva. «Habrá cosas que se irán cambiando inmediatamente y otras que tendrán un proceso un poco más largo», dijo el presidente de Aena. Ya se ha encargado una primera partida de material de papelería y otros productos corporativos con la nueva imagen. Además, han empezado a expedirse las primeras acreditaciones con el nuevo logotipo y están en fase de pruebas los nuevos mensajes de megafonía. También se tramitan nuevos vinilos para actualizar a la mayor brevedad la imagen de los Puntos de Información y los Espacios Solidarios del aeropuerto, así como de las señales de los diferentes viales de acceso. Por último, han empezado a retirarse algunos carteles del lado aire de la terminal T1.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, visitó el pasado 26 de marzo el aeropuerto para comprobar cómo han empezado ya a aplicarse las primeras medidas para implantar el cambio de denominación oficial. Durante su visita, acompañada por el presidente de

Rehabilitada la estación de Lorca-Sutullena

Adif ha finalizado las obras de rehabilitación integral de la estación de Lorca-Sutullena, dañada por el terremoto que afectó a la ciudad de Lorca (Murcia) en mayo de 2011. Tras el seísmo, Adif ejecutó las obras necesarias en la pérgola acristalada anexa al edificio histórico para ofrecer los servicios de venta de billetes e información.

El subsecretario del Ministerio de Fomento, Mario Garcés, visitó recientemente las instalaciones, acompañado por el delegado del Gobierno, Joaquín Bascuñana, para conocer el resultado de los trabajos, que han supuesto una inversión superior a 1,5 M€. Estos trabajos incluyen el tratamiento del edificio de viajeros (351,9 m² construidos), los andenes y los espacios exteriores.

Las obras se han realizado en dos zonas. En el edificio, el proyecto ha recuperado el volumen central a doble altura y los dos cuerpos laterales de altura única, respetando el diseño anterior al seísmo. El cuerpo central está compuesto por un vestíbulo a doble altura con una superficie de 149,5 m² desti-

nado a los usuarios. Los cuerpos laterales constan de una única altura destinada a oficinas de Adif y cafetería.

En la zona de andenes se ha ejecutado un nuevo solado del andén principal (374 m²) con losas antideslizantes y encaminamientos de señalización, y se han colocado luminarias, mobiliario y señalética. La marquesina ha recuperado su anterior diseño con entrevigado de madera y cubierta de chapa de acero en su capa exterior. Los elementos dañados han sido restaurados. También se ha ejecutado una nueva red de evacuación de aguas.



Nuevo director general de Arquitectura

El Consejo de Ministros aprobó el pasado 21 de marzo, a propuesta de la ministra de Fomento, Ana Pastor, el nombramiento de Juan Van-Halen Rodríguez como director general de Arquitectura, Vivienda y Suelo.

Van-Halen, nacido en Madrid en 1969, es licenciado en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid, y en la especialidad Jurídico-Empresarial por San Pablo CEU. Diplomado en Globalisation and Financial Markets por la London School of Economics. Reconocimiento de Suficiencia Investigadora en Economía Aplicada por la Universidad Complutense de Madrid. Es técnico, por oposición, del Grupo Directivo del Banco de España, en excedencia.

Desde abril de 2013 es viceconsejero de Empleo de la Comunidad de Madrid. Con anterioridad ha sido director general de Vivienda y Rehabilitación y director gerente del Instituto de la Vivienda de Madrid (IVIMA). Fue asesor económico del ministro de Fomento y director gerente del Instituto de Realojamiento e Integración Social de la Comunidad de Madrid.

En el sector privado, ha sido director de Sector Público para España y Portugal y responsable del Public Sector European Practice Group en AON (2004-2007). Entre 1995 y 2013 ha sido profesor asociado de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid y del Master en Finanzas de la Universidad de Deusto y la Escuela Superior de Cajas de Ahorros.

EJE ATLÁNTICO DE ALTA VELOCIDAD

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



Proyecto básico y constructivo de la línea de ferrocarril Dugo Selo-Novska, Croacia



Proyecto básico y de construcción del Metro de Riad, Arabia Saudí



Supervisión del diseño y dirección de obra del ferrocarril de mercancías Bhaupur-Khurja, India

detrás de grandes obras siempre hay una gran ingeniería

- Conocimiento, experiencia, capacidad técnica e independencia empresarial.
- Más de 2.000 profesionales de la consultoría al servicio de la inversión en infraestructuras y equipamientos, en España y en el mercado internacional.
- Desarrollo propio de tecnologías aplicadas y nuevos sistemas avanzados. Más de 30 proyectos de I+D+i en marcha.
- Exportación de ingeniería española a todos los continentes, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

TYPSA
INGENIEROS
CONSULTORES
Y ARQUITECTOS

www.typsa.com

AVANZA EL MONTAJE DEL TABLERO DEL VIADUCTO SOBRE EL ULLA

Uniendo dos provincias



JAVIER R. VENTOSA

El Ministerio de Fomento desarrolla actualmente los trabajos de construcción del tramo Santiago-Vigo del Eje Atlántico de alta velocidad, que conecta por el sur con el tramo Santiago-A Coruña (61,7 kilómetros), ya en servicio. Este trazado de casi 94 kilómetros junto a las Rías Baixas incluye en su plataforma casi medio centenar de viaductos y túneles, la mayor parte ya acabados o en servicio, mientras progresa la construcción del que es su estructura más emblemática: el viaducto sobre el río Ulla.



Idream

► Viaducto sobre el río Ulla, con el avance en voladizo desde una de las pilas centrales.

E

En un bello entorno de la ría de Arousa, cerca de su desembocadura, comienza a perfilarse una estructura ferroviaria de una gran singularidad: el viaducto sobre el río Ulla. Esta estructura de ingeniería comunica sobre las aguas las provincias de A Coruña y Pontevedra, los dos territorios por donde discurre el Eje Atlántico de alta velocidad, infraestructura llamada a ser la columna vertebral ferroviaria de Galicia ya que comunicará las principales ciudades de la fachada atlántica de esa comunidad en tiempos de viaje más reducidos.

El viaducto sobre el río Ulla es uno de los 32 proyectos a lo largo del trazado del Eje Atlántico, pero por su

singularidad, debida básicamente a su emplazamiento, diseño estructural y dificultad de ejecución, es el gran icono de esta infraestructura ferroviaria. De hecho, constituye por sí mismo uno de los 15 subtramos en que se divide el trayecto entre Santiago y Vigo. El presupuesto para su construcción asciende a 117,4 M€.

Su especial ubicación, en un entorno natural de extraordinaria belleza y con exigentes condicionantes medioambientales, obligó a diseñar una solución estructural singular que cumpliera cuatro criterios: cuidado en la integración medioambiental en su entorno; reducción del número de pilas en el cauce del río Ulla; elección de procesos constructivos lo más independientes del cauce y sus riberas; y búsqueda de la máxima transparencia y el mínimo impacto visual en el entorno paisajístico. La so-



► Avance de la estructura metálica desde uno de los tramos de acceso del viaducto.

lución finalmente elegida –producto de un concurso de ideas– y que actualmente se ejecuta es una celosía mixta (hormigón-acero) de canto variable, con doble acción mixta en las zonas de flexión negativa, tres grandes vanos principales (225+240+225 metros de luz) y varios vanos tipo de acceso de 120 metros de luz. Su vano principal supera en un 20% al récord del mundo de su tipología, el puente de Nautenbach sobre el río Main, en Alemania (208 metros de luz).

Los 1.620 metros del viaducto se reparten en 11 pilas –tres de ellas cimentadas sobre el cauce del río–, con una altura máxima de 60 metros, y 12 vanos, con la siguiente distribución: 50+80+3x120+225+240+225+3x120+80. Las cuatro pilas centrales tienen un cuidado diseño en forma de copa. El tablero, de 14 metros de anchura, se proyecta como una celosía mixta de canto variable en los cinco vanos principales, con 17,90 metros de canto sobre apoyos y 9,15 metros en el vano central, y de canto constante de 9,15 metros en los vanos de acceso. La celosía se modula en segmentos de 15 metros con los nudos del cordón superior separados en transversal 6 metros y las diagonales inclinadas en la zona de canto constante de unos 45° respecto de la horizontal.

La construcción del viaducto del Ulla se inició a finales de 2008 por Dragados y Tecsa, según proyecto de

Control de ejecución

La estructura metálica del tablero del viaducto del Ulla es de una gran complejidad, con casi 20.000 toneladas de acero y piezas de hasta 17,5 metros de canto, y se ha fabricado desde principios de 2010 en dos talleres de Asturias y de Portugal. Desde allí se envían a la obra piezas simples (cordones, nudos, diagonales y montantes transversales) o conjuntos de nudo-cordón, o nudo-cordón-nudo, y en los talleres de obra se ensamblan las piezas hasta materializar dovelas completas de, como mínimo, 15 metros de longitud. Las dovelas se trasladan luego a la zona de obra para su izado en la posición definitiva del viaducto. La complejidad estructural del viaducto ha aconsejado desarrollar un estricto sistema de control de calidad, pionero en España, que permite certificar la correcta ejecución de la estructura metálica.

la ingeniería Ideam, y con asistencia técnica de Typsa. El proceso constructivo aúna medios de montaje viables con una afección mínima y, en todo caso, reversible al cauce del río. En este sentido, se han estudiado con el máximo detalle las posibilidades constructivas en todas las fases del proceso, tanto en la ejecución de cimentaciones como en el transporte, izado y colocación de la estructura metálica.

Arrancó con la ejecución de los estribos y sus 11 pilas: cuatro centrales y siete laterales. Tres de las pilas centrales (P5 a P7) se han ejecutado sobre el cauce, pa-



► *Islas artificiales en el cauce del río Ulla para la cimentación en seco de los pilares centrales del viaducto.*

ra lo que previamente se construyeron tres islas-plataforma (formadas por un doble anillo concéntrico —de 68 y 48 metros de diámetro— de tablestacas metálicas), que han permitido excavar y hormigonar la cimentación de las pilas en seco. Esta ha consistido en encepados y pilotes de hasta 34 metros en dos de las pilas y una zapata en la tercera. El resto de las pilas (P1 a P4 y P8 a P11) se han cimentado mediante zapatas apoyadas sobre el estrato granítico.

Una vez izadas las pilas, actualmente se desarrolla la ejecución del tablero, dividido en tres zonas con procesos constructivos diferentes: los vanos de acceso de canto constante de la margen izquierda (entre el estribo 1 y la pila 4), ejecutados mediante lanzamiento de

la estructura metálica; los vanos de acceso de canto constante de la margen derecha (entre el estribo 2 y la pila 9), mediante el izado por dovelas soldadas; y los vanos centrales de canto variable (entre las pilas 4 y 9), que se ejecutan por avance en voladizos sucesivos desde las pilas centrales. Actualmente se avanza en los tres tramos del viaducto, que presenta más de la cuarta parte de la estructura metálica ya montada. Cuando está esté finalizada, se realizará el hormigonado inferior del tablero en todo el puente, se colocarán las prelasas superiores en celosía entre los cordones superiores y se procederá al hormigonado de la losa superior mediante un carro de hormigonado con encofrados para los voladizos laterales.



Otras actuaciones

El viaducto sobre el río Ulla es una de las grandes obras de ingeniería del tramo Santiago-Vigo, al que el Ministerio de Fomento ha proporcionado un importante impulso en los últimos años. Solo entre 2012 y 2014 el Departamento habrá destinado más de 700 M€ (312 M€ en 2012, 195,2 M€ en 2013 y 195 M€ en 2014) a la construcción de este tramo. Gracias a ello, actualmente se encuentran en servicio (sin electrificar) cerca de 45 de los 93,9 kilómetros de este tramo, mientras que el resto del trazado presenta la plataforma prácticamente concluida y el montaje de la doble vía, la electrificación y las instalaciones en distintas fases de ejecución. Las actuaciones se concentran actualmente en tres zonas: entre Vigo y Arcade, entre Pontevedra y Portela y entre Vilagarcía de Arousa y A Escravitude.

Cerca del 44% del trazado Santiago-Vigo discurre por túneles (24, que suman 28.500 metros) y viaductos (24, que totalizan 12.545 metros). A continuación se realiza un recorrido por las distintas actuaciones de los tres grandes tramos en que se divide el trayecto entre Santiago y Vigo.

Santiago-Vilagarcía de Arousa

El primer tramo, de unos 40 kilómetros, arranca en la estación de Santiago y discurre hacia el suroeste por el antiguo corredor convencional hasta las cercanías de A Escravitude. Este recorrido inicial por la provincia de A Coruña está en servicio desde 2007. A partir de aquí se desarrolla la variante de Vilagarcía- Padrón (26,5 kilómetros), que discurre por el oeste de la ría de Arousa, mientras la línea convencional lo hace por el este. Tras salvar el cauce del Ulla, el trazado, ya en la provincia de Pontevedra, prosigue al este de la ría, cruzando la línea convencional cerca de Catoira y enfilando separado de la misma hasta Vilagarcía de Arousa. La plataforma de la variante está acabada salvo en el cruce sobre el río Ulla.

La variante Vilagarcía- Padrón es uno de los tramos más complejos del Eje Atlántico, ya que el 57,6% de su longitud discurre por estructuras singulares que permiten salvar la compleja orografía del terreno por el que discurre y facilitan su integración en el entorno, entre ellas 10 viaductos que totalizan 7,6 kilómetros y nueve túneles que suman 7,2 kilómetros. Seis de los subterráneos superan los 500 metros, destacando por su longitud los de Quinteiro (1.920 metros), Bustelo (1.450 metros) y

► Viaducto sobre el río Verdugo en Arcade, construido en paralelo al viejo puente ferroviario.



Ferrovia Agramán

► El viaducto del Sar y Sarela, de 2.411 metros, es el más largo del Eje Atlántico.

Valicobas (1.335 metros). En estos tres la vía se instalará en placa en vez de sobre balasto, solución adoptada en todo el Eje Atlántico para los túneles superiores a un kilómetro que facilita las labores de mantenimiento.

Respecto a los viaductos, el tramo presenta cinco estructuras mayores de 500 metros, entre ellas dos singulares: el viaducto sobre el río Ulla, en ejecución, y el viaducto sobre los ríos Sar y Sarela, ya terminado. La finalización del primero marcará la apertura del tramo Santiago-Vigo. El segundo, cerca de Padrón, destaca por sus 2.411 metros, longitud que lo convierte en el más

largo del Eje Atlántico y uno de los más largos de la red ferroviaria española. Alzado sobre 45 pilas de alturas entre 10 y 24 metros, y con vanos tipo de 55 metros, este viaducto está formado por dos estructuras continuas de 1.266 y 1.101 metros, más un tramo de enlace de 43 metros, que salvan el valle de inundación de dos ríos, un gasoducto y varias carreteras locales. El tablero es hiperestático, con sección de doble artesa de hormigón pretensado. Otro viaducto importante por sus dimensiones es el de Rego do Manselle, de 915 metros de longitud, 21 vanos con 45 metros de luz máxima y altura máxima de pilas de 42 metros.

El tramo contempla también la construcción de la estación de Padrón-Barbanza en un Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET), cerca de A Escravitude, y diversas actuaciones en la estación de Vilagarcía de Arousa. En esta estación se ha completado la remodelación de la playa de vías, ahora equipada con cinco vías, y la adaptación de los andenes. La modificación de la cabecera lado Santiago, además, permitirá abandonar el trazado urbano entre Vilagarcía y la localidad de Carril.

Vilagarcía de Arousa-Pontevedra

Trazado de casi 26 kilómetros de longitud comprendido entre las rías de Arousa y Pontevedra, que abandona el litoral para adentrarse por el interior. Se divide en dos tramos: el primero, entre Vilagarcía de Arousa y Portela o variante de Portas (13,1 kilómetros), en servicio desde el año 2008, discurre en un nuevo trazado

EJE ATLÁNTICO. Tramo Santiago-Vigo

Subtramo	Longitud (km.)	Estado
Osebe-Santiago	10,1	En servicio
Padrón-Osebe	3,8	En servicio
Rialíño-Padrón	8,5	En ejecución
A Vacariza-Rialíño	8,0	En ejecución
Viaducto Río Ulla	1,7	En ejecución
Vilagarcía-Catoira	8,3	En ejecución
Portas-Vilagarcía	6,6	En servicio
Portela-Portas	6,5	En servicio
Cerponzons-Portela	6,1	En ejecución
Pontevedra-Cerponzons	6,7	En ejecución
Vilaboa-Pontevedra	8,2	En servicio
Soutomaior-Vilaboa	2,5	En ejecución
Redondela-Soutomaior	3,6	En ejecución
Das Maceiras-Redondela	3,9	En ejecución
Vigo-Das Maceiras	8,3	En ejecución

al oeste de la línea convencional; el segundo, a partir de Portela, se desarrolla a lo largo de unos 11 kilómetros por el corredor convencional y, tras cruzar el río Lézec, se adentra en la trama urbana de Pontevedra.

Como principales estructuras, en los tramos de campo abierto destacan los túneles de Lantaño (3.860 metros), Pousadeiro (2.410 metros) –ambos en servicio– y San Amaro (1.300 metros) –concluido–; así como los viaductos de Faxil (737 metros) y sobre el río Umia (540 metros), ya en servicio, además del de Rego do Areal (770 metros), ya finalizado, perteneciente al subtramo Cerponzons-Portela. En este recorrido, el 40% de sus 6,1 kilómetros discurre por estructuras singulares.

El último de los dos subtramos en ejecución, Pontevedra-Cerponzons, de 6,6 kilómetros, supone la llegada del trazado a Pontevedra por el norte, adquiriendo un carácter urbano. La obra de plataforma, ya concluida, comprende una variante de 1,1 kilómetros de longitud en la que se ha construido el viaducto de San Benito (171 metros), que salva el río Lézec sin apoyos en el cauce, y un túnel contiguo de 306 metros hasta la calle Médico Ballina. El trazado urbano por Pontevedra incluye tres falsos túneles (624 metros) para mejorar la integración de la traza, la modificación del gálibo de otro subterráneo (173 metros) y dos nuevos viaductos, así como tres pasos superiores y siete inferiores. Con estas obras se han suprimido tres pasos a nivel.

En la estación de Pontevedra, situada al sureste del casco urbano, se ultiman diversas actuaciones destinadas a mejorar la operatividad de las instalaciones, con un presupuesto de 14 M€. La actuación de mayor calado, que se encuentra en su fase final, es la remodelación de la playa de vías y andenes, que supone una nueva configuración de las ocho vías existentes, incluida la instalación de dos nuevas vías pasantes, y la construcción de tres nuevos andenes conectados a través de un paso inferior. Además, se está llevando a cabo una nueva distribución interna del edificio de viajeros para reorganizar el flujo de viajeros



Gustavo Santos/Faro de Vigo

Pontevedra-Vigo

Este tramo, de unos 25 kilómetros, comprendido entre las rías de Pontevedra y Vigo, se dirige en sus primeros kilómetros hacia el sur por el corredor convencional y luego se desarrolla en variante al oeste del mismo, juntándose apenas en Arcade (tras salvar el río Verdugo) y Redondela. A partir de esta localidad se ha construido un nuevo trazado que en su parte final dis-

► Viaducto de San Benito sobre el río Lézec y túnel, en la variante cercana a Pontevedra. A su izquierda, el viejo puente ferroviario.



► *Plataforma y estación de Padrón-Barbanza.*

Cerca del 44% del trazado entre Santiago y Vigo discurre por 24 túneles y sobre 24 viaductos, que suman más de 40 kilómetros de longitud

corre en túnel hasta alcanzar la ciudad de Vigo. En esta variante, desde junio de 2013 está en servicio (sin electrificar) el recorrido entre Arcade y Pontevedra (9,2 kilómetros).

El tramo incluye la construcción de una nueva estación en Redondela, a 500 metros del núcleo urbano,

que presenta cuatro andenes situados al nivel de la segunda planta, puesto que las vías discurren por esta zona a una cota de +7 metros; la integración del ferrocarril en la trama urbana de Arcade

mediante un falso túnel de 243 metros y pantallas; así como media docena de viaductos, entre ellos uno de más de 500 metros (O Marco, sobre el ferrocarril) y

otro con un emplazamiento singular (sobre el río Verdugo, una celosía metálica de 120 metros con una sola pila central, para que se corresponda visualmente con los viaductos existentes). Todas estas actuaciones ya están finalizadas.

Más de la mitad del trazado discurre de forma subterránea, destacando por su longitud el túnel de acceso a Vigo bajo el monte de A Madroa (8.252 metros), así como otros cuatro de más de 500 metros, entre ellos los de Redondela (2,4 kilómetros, con una sección libre de 90 m² para doble vía), Novelle (1,2 kilómetros) y Xesteira (782 metros). El túnel de acceso a Vigo, también denominado de A Madroa o de Das Maceiras, es la principal obra subterránea del Eje Atlántico, además del cuarto túnel más largo de España. Está formado por dos tubos gemelos de vía única, separados 30 metros entre ejes, con una sección de 52 m² y galerías transversales de emergencia cada 400 metros, que fueron construidos



mediante sendas tuneladoras, calados entre 2011 y 2012 y actualmente en fase final de equipamiento. El túnel se desarrolla entre el valle de Das Maceiras (Redondela) y el centro de la ciudad de Vigo.

En el centro urbano de la ciudad olívica, sobre el solar de la antigua estación, se desarrollan los trabajos de la nueva estación de Vigo-Urzaiz. Se trata de una actuación urbana de gran envergadura, con un presupuesto de 123 M€, que se divide en cuatro fases: demolición de la vieja estación, vaciado y conformación de un cajón ferroviario que incluye andenes y vías a una cota de -15 metros (para adaptarse al trazado de acceso a Vigo mediante túnel), cubrimiento del cajón y construcción de una estación provisional. En una fase posterior, sobre la estructura resultante, el Ministerio de Fomento prevé la construcción de la estación definitiva y un centro Vialia —un proyecto del arquitecto Thom Mayne cuyo diseño original se ha revisado—, mediante colaboración público-privada, para lo cual convocará un concurso público.

Las cuatro primeras fases progresan a buen ritmo. La obra del cajón ferroviario, que comprende los dos primeros pisos del forjado de la futura estación (andenes, aparcamiento y planta técnica), está próxima a su culminación, como también lo están los cuatro andenes, de 400 metros de longitud, que darán servicio a seis vías. También progresa la ejecución de la losa de cubrimien-



to. Asimismo, se ha ejecutado más del 70% de la estación provisional, un edificio de 1.330 m² de superficie dividido en dos plantas, situado al costado del cajón, que quedará integrado en la estación definitiva. Por último, avanzan igualmente los trabajos en la zona de transición entre el túnel de acceso a Vigo y la estación de Vigo-Urzaiz, mediante la construcción de un túnel artificial de 180 metros de longitud. Mientras se desarrollan todas estas obras, la estación de Vigo-Guixar, en servicio desde agosto de 2011, acoge los servicios ferroviarios de la ciudad. ■

► Arriba, estructura de la estación de Vigo-Urzaiz. Debajo, túnel artificial en la zona de transición.



La Clave del Éxito reside en nuestra Capacidad de Superación

Adaptarnos a las nuevas exigencias del mercado, a las nuevas tecnologías constructivas más actuales, a la dimensión y complejidad de cada proyecto... nos permite superar los más exigentes requisitos de calidad, seguridad y respeto medioambiental. Manteniendo nuestra responsabilidad con cada uno de nuestros clientes y cumpliendo más allá de nuestros compromisos. Es así como ALDESA se sitúa hoy entre los diez mayores grupos de construcción de España, consolidándose y proyectándose con éxito hacia el futuro.

OBRAS FERROVIARIAS - CARRETERAS Y AUTOVÍAS - AEROPUERTOS - OBRAS MARÍTIMAS E HIDRÁULICAS
URBANIZACIONES - EDIFICACIÓN - REHABILITACIONES Y REFORMAS



REFORMA DE LAS ESTACIONES DE L'HOSPITALET Y PASSEIG DE GRÀCIA EN BARCELONA

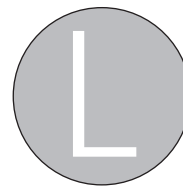
Más accesibles y operativas

R.F. FOTOS: COMSA-EMTE Y ADIF

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio la reforma de las estaciones de Passeig de Gràcia y L'Hospitalet de Llobregat en Barcelona, una actuación que se inscribe en el compromiso para la modernización de la red de Cercanías de la ciudad condal. Ambas terminales, que figuran entre las más concurridas de la ciudad, han mejorado su capacidad operativa y garantizan la plena accesibilidad para todos los viajeros.



▶ Andenes recrecidos en la estación de L'Hospitalet (arriba) y nuevo acceso a la estación de Passeig de Gràcia (derecha).



Las actuaciones en ambas estaciones, que entraron en servicio el pasado 29 de enero, tras la visita de la ministra de Fomento, se enmarcan en el compromiso inversor del Gobierno de España con Cataluña para dotar a la red ferroviaria de unas infraestructuras e instalaciones con mayores estándares de calidad, contribuyendo a potenciar el uso del ferrocarril como medio de transporte urbano. En concreto, el Ministerio de Fomento ha destinado a estas dos actuaciones una inversión global superior a 23,1 M€.

▶ Passeig de Gràcia

Esta estación, situada en pleno centro urbano de Barcelona, es en realidad un intercambiador multimodal en el que confluyen tres líneas de Cercanías (R2, R2 Sud y R2 Nord), cinco de Media Distancia (R11, R13, R14, R15 y R16) y tres del metro (L2, L3 y L4). Anualmente registra un movimiento de 15,5 millones de usuarios, lo que la sitúa como una de las estaciones más concurridas entre las gestionadas por Adif.

Las actuaciones llevadas a cabo por el Ministerio de Fomento en esta céntrica estación, que han supuesto una inversión de 12 M€, han sido de diverso tipo, y han permitido completar las ejecutadas en fases anteriores, que consistieron en la remodelación de los accesos y del vestíbulo secundario, en la confluencia de las calles Pau Clarís y Aragó, y la sustitución de las escaleras mecánicas por otras nuevas.



Uno de los objetivos de esta fase ha sido garantizar el movimiento de todo tipo de personas. Para ello se han creado nuevos accesos desde la calle al vestíbulo principal en la confluencia del passeig de Gràcia y la calle Aragó, mediante la instalación de dos ascensores y tres escaleras mecánicas, además de tres escaleras fijas con una nueva distribución: lado Besòs-montaña: escalera mecánica y escalera fija; lado Besòs-mar: ascensor, escalera mecánica; y lado Hospitalet-montaña: ascensor, escalera mecánica y escalera fija. También se ha mejorado la accesibilidad desde el vestíbulo a los andenes con la instalación de dos ascensores, cuatro escaleras mecánicas y dos escaleras fijas. Paralelamente, se ha adecuado el pasillo de conexión entre los vestíbulos, que dispone ahora de rampa a un lado y de una plataforma elevadora y escalera fija al otro.

Por otro lado, se ha completado la nueva configuración de los andenes, ejecutada parcialmente en una primera fase del proyecto. Así, ambos andenes disponen ahora de una longitud útil de 260 metros y una altura de 68 centímetros. Incorporan pavimento antideslizante y

Seguridad ante todo

Para garantizar la seguridad de las obras en la estación de Passeig de Gràcia, y al igual que en otras actuaciones ejecutadas en Barcelona (túnel Sants-La Sagrera o estación de La Sagrera-Meridiana), Adif ha aplicado diferentes medidas de control. De forma previa a las obras se realizaron reconocimientos en viviendas y locales del entorno con una superficie inspeccionada superior a 3.000 m². Durante las obras se ha realizado un exhaustivo seguimiento de la estructura del túnel, del terreno y de los edificios colindantes con el apoyo de 75 dispositivos de auscultación de alta precisión (inclinómetros y extensímetros), que controlan los movimientos de las estructuras y los asentamientos del terreno.

La planificación de Adif para la ejecución de estas obras singulares, condicionadas por realizarse sobre infraestructuras existentes y por su emplazamiento en una trama urbana densamente poblada, ha minimizado las afecciones en superficie y sobre el servicio ferroviario. Ejemplo de ello es que en todo momento se ha mantenido operativa la circulación de trenes. En superficie, y de acuerdo con el Ayuntamiento de Barcelona, se ha compatibilizado la realización de los trabajos con la circulación de vehículos: cinco de los seis carriles de circulación de la calle Aragó han permanecido abiertos al tráfico.

Una vez finalizadas las obras en superficie, se han llevado a cabo las operaciones de reposición urbana de los sectores ocupados por las zonas de obra en la confluencia del passeig de Gràcia con la calle Aragó, básicamente el aglomerado de calzadas y la pavimentación de aceras.



► Las actuaciones en la estación de Passeig de Gràcia, con nuevos ascensores y escaleras mecánicas, han mejorado la movilidad y accesibilidad de los usuarios.



La estación de Passeig de Gràcia registra un movimiento de 15,5 millones de usuarios al año, siendo una de las más concurridas entre las gestionadas por Adif

una franja diferenciada de seguridad en los extremos, que incluye una banda podotáctil para facilitar la orientación de personas con discapacidad visual. Con esta actuación, se facilita más seguridad y comodidad en las operaciones de subida y bajada de los trenes. Además, la conexión con los nuevos accesos ha generado una nueva superficie disponible para los viajeros de más de 190 m² a nivel de andenes.

La ejecución de las obras de esta fase también ha permitido aumentar la superficie de uso público de la estación para ofrecer a los viajeros unas instalaciones con mayor confort. En el vestíbulo principal, en el lado montaña, se ha incrementado la superficie en 135 m², reorganizando el espacio disponible para hacerlo más diáfano y agilizar los flujos y el movimiento de viajeros. De forma paralela, se ha creado un nuevo vestíbulo en el lado mar de 265 m² de superficie, de los que 100 m² corresponden al acceso compartido con Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB) y 165 m² son de uso exclusivo para clientes del servicio ferroviario. Además, se ha creado una nueva zona de uso interno de 100 m².

Las operaciones en esta estación se han completado con la ejecución de revestimientos, falsos techos, instalaciones de climatización, saneamiento e iluminación, sistemas de protección contra incendios y de vigilancia, colocación de mobiliario urbano, controles de acceso y máquinas autoventa, así como la redistribución de las taquillas de venta personalizada de billetes. Para la construcción de las nuevas instalaciones, se han ejecutado 223 metros lineales de pantallas perimetrales y 40 micropilotes, se han excavado un total de 3.300 m³ de terreno y materiales, y se han construido 760 m² de losas de cubierta.

▲ L'Hospitalet de Llobregat

Esta estación, situada al oeste de Barcelona, es un punto neurálgico de la red de Cercanías, ya que presta servicio a tres líneas (R1, R3 y R4) y registra un movimiento diario de 205 trenes pasantes y 314 circulaciones con origen y final en la misma estación, lo que supone más de un 60% del total del servicio. Las actuaciones del Ministerio de Fomento en esta estación, con un presupuesto superior a 11,1 M€, han optimizado la capacidad operativa y mejorado la accesibilidad de las instalaciones.

La obra principal ha consistido en la modificación del haz de vías, con objeto de maximizar la capacidad operativa y agilizar los movimientos de entrada y salida de los trenes en la cabecera lado Sants. Tras las obras, la



estación dispone ahora de 19 vías, 2 de ellas generales, 10 de terminal, 1 para el mantenimiento de infraestructura, y las 6 restantes para mantenimiento de material y operaciones internas.

En la nueva configuración, las vías 1 y 4 han pasado a tener carácter de vías generales, mientras que las vías 2 y 3 se han convertido en vías terminales, para lo que se han ejecutado nuevas toperas. Esta actuación permite disminuir los tiempos necesarios en la entrada y salida de trenes ya que, de acuerdo con las estimaciones, se reducirán en torno a un 20% los cizallamientos (cruce de las vías generales para acceder a una vía secundaria o de topera).

El conjunto de estas actuaciones ha comportado tratamientos en la infraestructura, así como la adecuación y renovación de las instalaciones ferroviarias. En total se han utilizado 10.000 metros de carril, 6.000 m³ de balasto y 6.500 traviesas, y se han instalado 11 aparatos de vía. Las

operaciones en la superestructura se han completado con la colocación de 25.000 metros de hilo de catenaria, 80 postes y pórticos del sistema de electrificación y 2.500 metros de cableado de la red de comunicaciones. También se han adecuado las instalaciones de seguridad y los sistemas informáticos que gestionan el enclavamiento electrónico de la estación a la nueva configuración.

Otra actuación destacada ha consistido en la mejora de la accesibilidad. Para ello, se han instalado ascensores y escaleras mecánicas en el paso inferior ya existente que facilitan el tránsito de personas con discapacidad. Además, se ha prolongado la longitud útil de los andenes de las nuevas vías generales y terminales hasta 200 metros, con una anchura de 6 metros. Todo ello, con el objetivo de facilitar un acceso más seguro y cómodo a los diferentes tipos de tren que tienen inicio y final o parada comercial en la estación.

Adif ha planificado la ejecución de estas obras para reducir al máximo las afecciones sobre el servicio ferroviario, teniendo en cuenta la complejidad de las propias operaciones y el punto donde se han ejecutado, dada su importancia para el normal funcionamiento de la red de Cercanías. Por ello, la mayor parte de los trabajos se han llevado a cabo en horario nocturno o en períodos con menor circulación de trenes. ■

► La actuación en la estación de L'Hospitalet ha incluido la modificación del haz de vías y obras de catenaria.

La estación de L'Hospitalet de Llobregat es un punto neurálgico de la red de Cercanías de Barcelona



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: cpublic@fomento.es

www.fomento.gob.es





*EL CAMPUS DE ADIF Y DE LA FUNDACIÓN DE FERROCARRILES ESPAÑOLES
AMPLÍA SU OFERTA FORMATIVA A LOS PROFESIONALES DEL SECTOR*

Un lugar para el saber



► Prácticas de simulación y conferencias presenciales son parte de las actividades del curso.

PEPA MARTÍN MORA FOTOS: RENFE/FEVE Y FFE

Los profesionales e investigadores del sector ferroviario amplían sus posibilidades de especialización con los nuevos itinerarios formativos que ofrece para este año el Campus del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE).

Durante este año 2014, el Campus Adif-FFE ofrece nuevos itinerarios formativos *online* y titulaciones conjuntas universidad-empresa dirigidas a profesionales e investigadores que participan en la gestión de los procesos tecnológicos relacionados con las infraestructuras y medios de transporte ferroviarios.

Para impartir estas nuevas enseñanzas en el curso actual se han incorporado a la iniciativa del campus el Centro de Estudios de Postgrado de Administración de Empresas de la Universidad Politécnica de Madrid (Cepade) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Ulpgc), cuya formación se complementa con los cursos que ya ofrece el Campus Adif-FFE.

El campus es una iniciativa conjunta del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) y la Fundación



▶ Profesionales de prestigio participan en el proceso de formación.

de los Ferrocarriles Españoles (FFE), creada con el objetivo de impulsar la colaboración en el sector ferroviario en materia de formación, y contribuir así al desarrollo profesional y a la mejora de la competitividad mediante el aprendizaje permanente de alto nivel.

Desde febrero de 2013, este campus ofrece una selección de cursos del catálogo formativo ferroviario de las aulas Adif –tanto presencial como *online*– a todos

los trabajadores del sector ferroviario que desarrollen su labor tanto en empresas como en universidades, centros de investigación, consultoras o centros de formación, que a la vez son quienes ofrecen su tecnología y experiencia a través distintos ámbitos, como el de la formación, la divulgación o la transferencia del conocimiento, dando lugar a la creación de aulas de empresa o aulas universitarias.

Iniciativas de formación

El Campus Adif-FFE no es la única iniciativa en materia de formación en la que están implicados ambos organismos, que cuentan con una trayectoria de más de 25 años en el ámbito de la formación para el sector del transporte ferroviario.

De hecho, la Fundación de los Ferrocarriles Españoles cuenta con otros proyectos centrados en el desarrollo de formación propia a través de los microcursos (formación presencial dirigida a los profesionales vinculados al transporte terrestre, especialmente el ferroviario); la Plataforma de Formación (basada en el uso de las nuevas tecnologías adaptadas a los procesos de aprendizaje); el Curso General de Transportes Ferroviarios (un curso con el que lleva

27 ediciones y con el que se obtiene la titulación universitaria de Experto en Transporte Terrestre) y los cursos «In Company», que son cursos diseñados a medida.

La oferta, por lo tanto, abarca un amplio catálogo no solo de cursos de especialización en el transporte, sino de índole más transversal. Todos ellos se imparten en modalidad presencial, mixta y e-learning, adaptando las diferentes metodologías a las necesidades y disponibilidades de cada uno de los profesionales que emprendan dichos cursos.

Además, estas iniciativas también alcanzan otros ámbitos de actuación, no propiamente formativos, pero sí de difusión del conocimiento, como son las jornadas téc-

nicas y los seminarios orientados a dar información al sector sobre aquellas novedades estructurales, coyunturales, metodológicas, normativas o de I+D+i que puedan afectar al desarrollo de su actividad.

Para ello, la Fundación colabora con las empresas industriales del sector, tanto de carácter nacional como internacional. De hecho, también ha extendido sus actividades de formación en el exterior, y tiene experiencia impartiendo cursos tanto en Latinoamérica como en Europa y África. Ejemplo de ello son las distintas acciones formativas que está desarrollando actualmente en Bolivia con el Estudio Estratégico del Corredor Ferroviario Bioceánico Central.



► El campus mejora la preparación técnica de los profesionales del sector.

Con esta iniciativa se da respuesta a las necesidades de formación aplicadas a la gestión de los procesos técnicos del transporte en cualquiera de las fases de las que se componen, como proyecto, construcción, instalación, operación, mantenimiento, mejora e I+D+i. De esta forma se mejora la preparación técnica de nuestros profesionales e investigadores y se potencia la industria ferroviaria española, poniendo en valor su experiencia y saber hacer tanto en nuestro país como en el exterior.

Aula Cepade

El Campus ofrece a través del Aula Cepade titulaciones propias de Experto Profesional en Gestión de Tecnologías en I+D+i: Transporte Intermodal e Internacional de Mercancías, Movilidad y Nodos de Transporte de Pasajeros, Planificación y Explotación de Infraestructuras y Redes de Transporte, Eficiencia Energética en el Transporte, Seguridad Técnica en Infraestructura de Transporte y Gestión de I+D+i en el Transporte.

Estos seis programas están reconocidos por la universidad madrileña como asignaturas de 15 créditos, lo que permite a los alumnos continuar la formación para obtener titulaciones propias de la Universidad Poli-

técnica, tanto de especialización (30 créditos) como de máster (60 créditos),

Se trata de los itinerarios de experto universitario en Comercio Exterior y Márketing Internacional, Gestión de la Producción, la Calidad y la Tecnología, Gestión Energética, Gestión de Sistemas y Tecnologías de la Información en la Empresa y Experto en Organización y Gestión de la Innovación Tecnológica.

En cada uno de los módulos de expertos profesionales impartidos por Adif se lleva a cabo una prueba *online*, y en los expertos Cepade se realiza además un examen presencial al finalizarlos. Todos se imparten en modalidad *online* o virtual en la plataforma de teleformación del Campus Adif-FFE o de Cepade.

Aula Ulpgc

Son dos los programas de nivel básico en Ingeniería de Confiabilidad, Riesgo y Seguridad (RAMS) acreditados en el título propio del campus y reconocidos por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Ulpgc). Están dirigidos a aquellos profesionales que requieran un conocimiento básico y global sobre estas metodologías y su aplicación práctica de las RAMS (fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y riesgo) en los equipos y sis-

El campus responde a las necesidades de formación aplicadas a la gestión de los procesos técnicos del transporte

temas técnicos en el sector ferroviario, y permiten continuar itinerarios formativos y obtener titulaciones de experto y maestría.

El primero de los programas es el de Especialista en Ingeniería, con los itinerarios de Confiabilidad y Riesgo (10 créditos) y de Confiabilidad y Seguridad (RAMS) aplicado al sector ferroviario (10 créditos).

El segundo programa es el de postgrado que se imparte *online* a través de esta misma universidad, certificado con título propio de Experto y Maestría y dirigido a titulados universitarios. Los cursos son de Ingeniería de Fiabilidad (20 créditos), Experto en Ingeniería de Mantenimiento (20 créditos, que estará disponible el próximo curso), experto en Ingeniería del Riesgo (18 créditos, también para el próximo curso), y Maestría Universitaria en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo (60 créditos).

Los dos programas imparten los cursos en modalidad *online* a través de la plataforma de teleformación de la división Ceani (Instituto Siani de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) y del Campus Adif-FFE.

Selección de cursos

Tanto Adif como la Fundación de los Ferrocarriles Españoles se abren al sector a través del campus con una selección de cursos que se ofrecen en tres niveles: inicial, de capacitación y específico, agrupados en un catálogo formativo anual y separado por materias, como Infraestructura, Electrificación, Instalaciones de Seguridad, Redes de Datos, Telecomunicaciones, Sistemas de Automatización, Vía, Soldadura, Obra Civil y Material Rodante.

El nivel inicial ofrece formación teórica dirigida a los profesionales recién incorporados al sector o a aquellos otros que desean actualizar o ampliar sus conocimientos. Incluye programas básicos en modalidad de teleformación o virtual y seminarios técnicos intensivos presenciales o a través de videoconferencia.

El segundo nivel es el de capacitación, que incluye cursos generales teórico-prácticos dirigidos a los profesionales del sector que busquen adquirir conocimientos y técnicas generales en una materia concreta.

En cuanto al tercer nivel, el específico, está formado por cursos teóricos y teórico-prácticos en modalidad tanto presencial como *online*. Están dirigidos a la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas en una tecnología o un sistema concreto.



► Las prácticas con simuladores son habituales en los cursos de formación en el sector ferroviario.

Colaboradores

Empresas y universidades pueden integrarse de forma activa en el Campus Adif-FFE. Microsoft, Cisco o Unix destacan entre las empresas que ya lo han hecho, además de otras que pertenecen a sectores como la construcción, fabricación, integración, proyecto o ingeniería ferroviaria, mientras que, por parte de las universidades, la Politécnica de Madrid, la de Las Palmas de Gran Canaria y la UNED también forman parte de este proyecto.

Para colaborar con el campus es necesario adherirse a un Aula de Empresa o a un Aula Universitaria, en las que también pueden participar como colaboradores las empresas o entidades de formación, tanto en los cursos virtuales como en los presenciales. De hecho, también se han sumado otros centros de formación con los que se ha llegado a distintos acuerdos para la divulgación conjunta de cursos.





► *Alumnos y profesores comparten auténticos entornos de aprendizaje a través de cursos multimedia muy interactivos e intuitivos.*

Al margen de los cursos, el campus también acoge conferencias y seminarios, se promocionan encuentros y visitas técnicas, se ofrece apoyo a proyectos de fin de carrera o tesis de máster, y se realizan jornadas y se editan publicaciones de divulgación técnica relacionadas con el sector ferroviario.

Para la formación presencial, Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, León y Miranda de Ebro son las ciudades españolas en las que el Campus Adif-FFE cuenta con infraestructura propia, compuesta por aulas de formación, además de salas de informática y de videoconferencia. La sede principal está ubicada en el complejo ferroviario de Valencia-Fuente de San Luis, en la que dispone de aulas especializadas dotadas de maquetas y simuladores de sistemas reales que permiten ofrecer formación técnica presencial de carácter práctico y aplicado.

Respecto a la formación *online*, ofrece cursos técni-

El campus ofrece desde 2013 cursos a los trabajadores del sector

cos en formato multimedia a través del Centro de Formación Virtual de Adif, que es la plataforma de teleformación *e-learning* del campus virtual accesible desde Internet (<https://cfv.adif.es/campusffe>).

Esta plataforma es un desarrollo propio que ha evolucionado desde su lanzamiento en 1998 con la incorporación de nuevas tecnologías. Simula el funcionamiento de un centro de enseñanza tradicional que, como ventaja, permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Tanto alumnos como profesores comparten auténticos entornos de aprendizaje a través de cursos multimedia muy interactivos e intuitivos y de alto valor didáctico, que tienen muy presente también los aspectos prácticos. A través de ellos se intercambian documentos, se realizan actividades de aprendizaje, como tests y cuestionarios, y se emplean herramientas de comunicación (*chats*, correos, foros de debate y videoconferencia). ■

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



ISBN 97884-496-2951-4
NPO 141 122 147 8
DL P13948-2013



Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso si resulta del uso de un sistema de computación, sin el consentimiento escrito de la editorial. Queda permitida la explotación de información de carácter estadístico o científico. Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica de esta obra sin el consentimiento escrito de la editorial.

Edición 49
P.V.P.: 22,74 €

También en el DVD:

- 1093 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 116 Vías Verdes

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es



ADIF DESARROLLA UNA SUBESTACIÓN REVERSIBLE QUE PERMITE LA RECUPERACIÓN DE LA ENERGÍA DE FRENADO DE LOS TRENES

▶ Subestación eléctrica de tracción de La Comba (Málaga).



R.F. Fotos: Adif

Adif ha instalado un innovador sistema que recupera la energía de frenado de los trenes y la reintegra a la red eléctrica general. El prototipo, ubicado en la subestación eléctrica de tracción de La Comba, en la línea Málaga-Fuengirola, ha permitido lograr un ahorro del 13% anual en el consumo de energía.

En su primer año de funcionamiento, el primer prototipo de subestación eléctrica de corriente continua reversible instalado en España por Adif, en la estación de La Comba (Málaga), ha logrado recuperar 1.000.000 de kWh, lo que supone en torno al 13% del total de la energía consumida en la línea de

ancho convencional Málaga-Fuengirola en la que presta servicio.

El prototipo instalado, que aprovecha la energía generada durante el proceso de frenado de los trenes, busca obtener un uso más eficiente de la energía eléctrica en las líneas convencionales y se inscribe dentro del Plan de Eficiencia Energética y del programa de proyectos de I+D+i que desarrolla Adif.



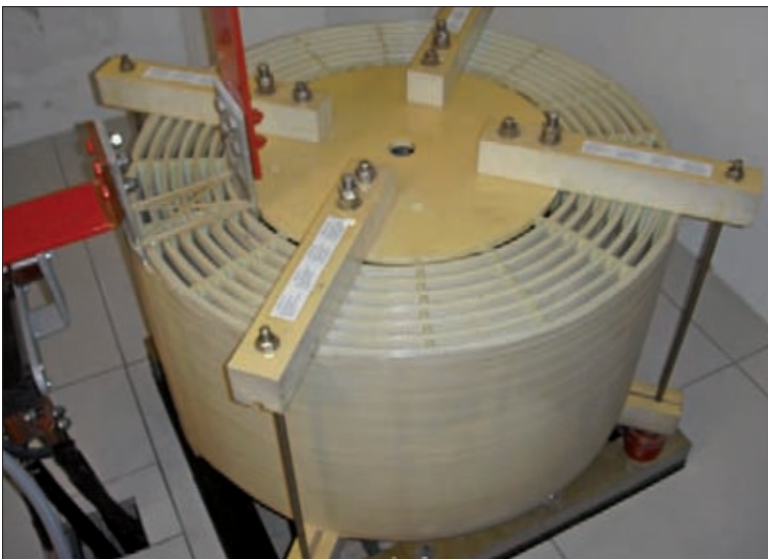
► El prototipo instalado aprovecha la energía generada durante el proceso de frenado de los trenes.

▲ Frenos regenerativos

En los últimos años los estudios para optimizar los consumos energéticos en vehículos a motor han experimentado grandes progresos. Es el caso de los frenos regenerativos o KERS (*Kinetic Energy Recovery System*), los famosos dispositivos de la Fórmula 1, que almacenan la energía cinética durante las frenadas después de transformarla en eléctrica. En el caso de los trenes de trac-

ción eléctrica el proceso de almacenamiento de la energía cinética es más sencillo, pues cuentan con la ventaja de que los motores eléctricos pueden actuar también como generadores de electricidad, permitiendo la conexión a terminales propias de almacenamiento —como baterías— y el destino de los excedentes de energía obtenidos a servicios auxiliares del propio tren como la iluminación o, gracias a la catenaria, su derivación a la red para abastecer a otros trenes o servicios de la vía —señales laterales luminosas, balizas, etc.—, e incluso a la red general para uso de otros consumidores.

En líneas generales se calcula que un tren de tracción eléctrica destina un 15% de la energía consumida en sus servicios auxiliares —calefacción y aire acondicionado, iluminación, etc.—; otro 35% se pierde en vencer resistencias como las del aire y rozamiento de las vías, y el otro 50% se pierde en forma de calor durante la fase de frenado. Por ello, para mejorar el rendimiento de la tracción y opti-





► Vías y señalización junto a la estación de La Comba.

mizar el gasto energético, recuperar la energía cinética perdida durante las frenadas es primordial.

En las líneas de alta velocidad, equipadas con sistemas de tracción de corriente alterna, el proceso de retorno a los convoyes en circulación o a la red de la energía obtenida durante el frenado de los trenes es ya algo generalizado. En las líneas de la red convencional, equipadas generalmente con sistemas de corriente continua y en las que las subestaciones no cuentan con rectifi-

adores reversibles que permitan cambiar el sentido de los flujos de electricidad, no hay posibilidad de devolver la energía regenerada a la red, lo que se traduce en unos umbrales más bajos de aprovechamiento.

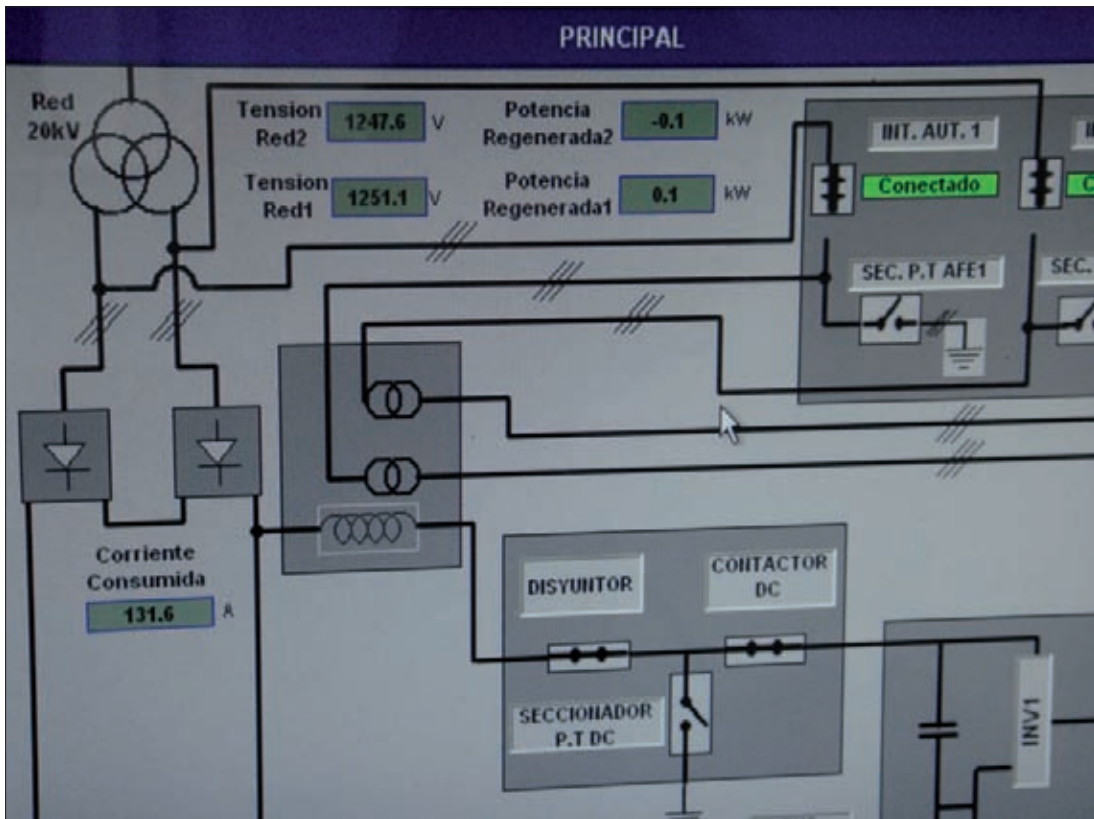
▬ Evaluación

El sistema instalado en la estación de La Comba (Málaga) se hizo a partir de diversos estudios previos realizados por Adif en colaboración con Ineco, Isolux Corsan e Ingeteam, en los que se evaluaron tanto las características y condicionantes de la línea Málaga-Fuengirola como los requerimientos de los equipos que se iban a instalar. Luego se llevaron a cabo diversos escenarios de simulación con herramientas informáticas mediante los que se evaluaron las posibilidades y el rendimiento de los equipos de recuperación en función de los trenes en circulación en cada momento.

Tras el análisis, se determinó que lo más adecuado era dotar a la línea de un solo equipo de recuperación de energía apoyado en uno de los rectificadores de grupo de una de las tres subestaciones que la alimentan,

Características técnicas del prototipo

Tensión nominal de entrada de corriente continua	3.300 V cc
Tensión nominal de salida de corriente alterna	1.300 V ca
Potencia de entrada nominal	645 kw
Potencia máxima de entrada	2.000 kw
Intensidad de entrada nominal corriente continua	571 A
Intensidad de entrada nominal corriente alterna	444 A
Frecuencia de funcionamiento	50 Hz
Tasa máxima de armónicos de corriente alterna (THD)	< 5%
Tipo de refrigeración	Aire (ventilación forzada)



► El sistema instalado en La Comba está formado por un doble convertidor conectado a la catenaria mediante el transformador de la subestación.

eligiéndose finalmente la de La Comba, considerada idónea por sus características. El sistema allí instalado está compuesto por un doble convertidor que se conecta a la catenaria mediante el transformador de la subesta-

El prototipo instalado en la subestación de La Comba busca obtener un uso más eficiente de la energía eléctrica en las líneas convencionales

Nuevas mejoras

Dentro de sus programas de I+D+i, Adif lidera varios proyectos dedicados a incrementar la eficiencia energética en líneas ferroviarias, algunos de los cuales se inscriben en el marco del proyecto Merlin de la Unión Europea, orientado a lograr un uso más sostenible de la energía en los sistemas de transporte ferroviarios.

En ese contexto, una de las líneas de trabajo principales es hacer viable un sistema integrado de gestión que permita el uso más eficiente de la energía en las principales redes ferroviarias europeas. El objetivo es lograr sistemas de gestión inteligente y rentable de los recursos energéticos cuya aplicación pueda hacerse extensible a los gestores de redes ferroviarias.

Adif lidera el grupo de trabajo dedicado a los escenarios de ensayo, hoy en fase de desarrollo de proyecto, pero que se iniciarán ya este año tanto en el laboratorio de energía de Adif como en la línea de ancho convencional Málaga-Fuengirola, cuando se haya instalado el sistema de recuperación de energía con volcado a la red en la subestación de La Comba.

ción. Consta de doble conexión, para los flujos de corriente alterna y continua a la entrada y a la salida de los equipos y, gracias a un completo sistema de sensores que le permiten medir las tensiones en catenaria y red, detecta y captura los excedentes de energía en cuanto se producen y los transforma en corriente alterna de calidad que devuelve a la red trifásica general.

El sistema está siempre conectado y puede detectar si hay uno más trenes en la línea en frenado regenerativo, activándose para capturar el máximo de energía recuperable. El equipo instalado tiene la gran ventaja de que apenas ha exigido modificaciones en las instalaciones de la subestación. Además, en caso de avería, no quedan afectados los otros dispositivos necesarios para el habitual funcionamiento de la línea. Reúne también otras dos importantes ventajas: puede utilizarse en los momentos de mayor demanda de consumo retornando energía a la catenaria y, en el caso de que se produjera algún cortocircuito en esta, tampoco se vería afectado. ■



Cuando la Tracción viaja al futuro, es *i+c*

En Ingeteam abordamos cada proyecto bajo el concepto *i+c*, innovación para encontrar las mejores soluciones y compromiso para dar el mejor servicio.

Nuestra capacidad y experiencia en el sector nos permiten ofrecer soluciones avanzadas, que aportan mejoras significativas a la operación ferroviaria, incidiendo especialmente en factores clave tales como los costes de explotación, fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y eficiencia energética.

Ingeteam es una empresa líder especializada en el diseño de electrónica de potencia y de control, máquinas eléctricas, ingeniería eléctrica y plantas de generación.

Hemos instalado más de 20.000 MW en potencia eólica, 2,5 GW en energía fotovoltaica y más de 6 GW en energía hidroeléctrica.

La fórmula de la nueva energía *i+c*



www.ingeteam.com

Europa • América • Asia • África

Ingeteam

READY FOR YOUR CHALLENGES

UN NUEVO REAL DECRETO REGULA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA

Puesta al día

R.F.

El Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio de Fomento, aprobó el pasado 14 de febrero una nueva regulación para el transporte de mercancías peligrosas por carretera que adapta a nuestro ordenamiento algunas disposiciones internacionales recientes y regula aspectos como los protocolos de actuación en caso de avería o accidente y las operaciones de carga y descarga.

Las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera han quedado reguladas por un nuevo Real Decreto, aprobado en Consejo de Ministros el pasado 14 de febrero, con el que se adaptan a nuestro ordenamiento algunas normas internacionales recientes, resultado de los acuerdos suscritos por nuestro país y, especialmente, aquellas derivadas del último ADR (acuerdo euro-

peo de transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera), en vigor desde junio de 2013 y para las que los Estados disponían de un margen para su desarrollo y aplicación.

Entre otros aspectos, cabe destacar, en primer lugar, que el nuevo texto determina con carácter general la plena vigencia del citado acuerdo ADR para los transportes de mercancías peligrosas por carretera que se lleven a cabo íntegramente dentro de nuestro territorio.





Además de un capítulo previo, que contiene disposiciones generales y las definiciones de los conceptos que se utilizan, y un capítulo final, con una remisión al régimen sancionador contenido en otras disposiciones, el Real Decreto se estructura en cinco grandes capítulos normativos: en primer lugar, las normas relativas a la operación de transporte; en segundo, las normas técnicas que conciernen a los vehículos de transporte, los envases y embalajes, los grandes recipientes para granel, los grandes embalajes y contenedores a granel; en tercer lugar, las normas de actuación en caso de avería o accidente, en cuarto lugar, el régimen aplicable a los consejeros de seguridad; y por último, y por último, aquellas normas de aplicación a las operaciones de carga y descarga.

En cuanto a las normas técnicas referidas a los vehículos de transporte, envases y embalajes, grandes recipientes para granel, grandes embalajes y contenedores a granel, el Real Decreto establece las condiciones y requisitos, así como la documentación y pruebas que han de cumplir todos ellos, detallando especialmente los distintos tipos de vehículos, camiones cisterna, vehículos batería, contenedores de gas de elementos múltiples, vehículos para el transporte de explosivos, vehículos portadores de cisternas y contenedores para granel para materias en forma de polvo o granos, etc. También se regulan los requisitos necesarios para la importación de esos tipos de vehículos.

La norma clarifica los aspectos sobre vigilancia y control del proceso de fabricación de las cisternas, así como las obligaciones de los fabricantes

Por lo que respecta a las normas relativas a la operación de transporte, se incluyen aquellas aplicables a la tripulación de los vehículos de transporte, las especiales para circular por las vías públicas y las relativas a las autoridades competentes y circunstancias en que podrán expedir permisos excepcionales o especiales para el transporte y circulación en condiciones distintas a las reguladas.





► El Real Decreto detalla los procedimientos que deberán seguir las operaciones de carga y descarga de mercancías peligrosas.

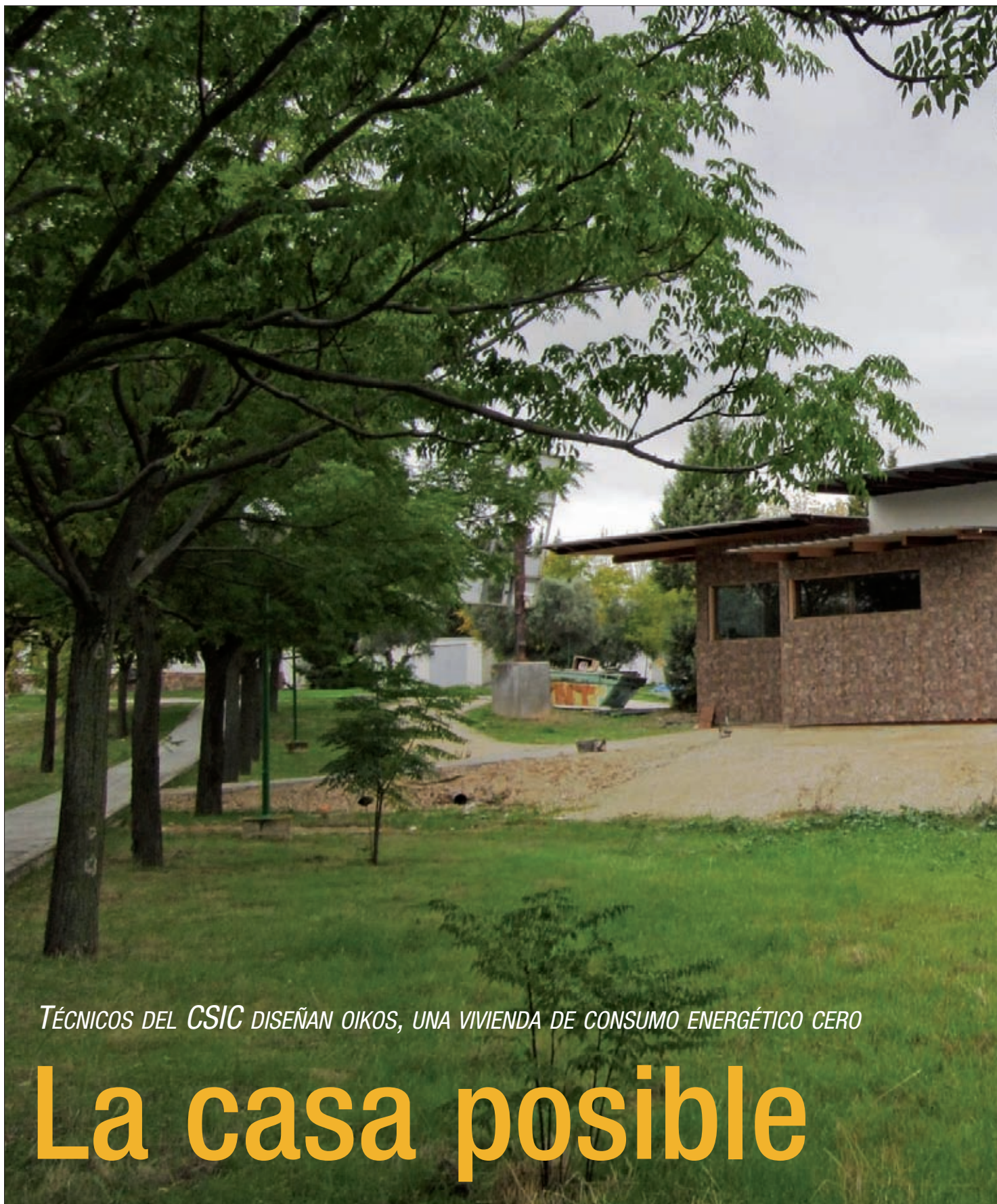
En este capítulo se incluyen algunas novedades que afectan a la fabricación y control de envases y embalajes, grandes recipientes para granel y grandes embalajes, determinando con mayor precisión los requisitos y periodos de inspección. Asimismo, se establecen con mayor claridad los aspectos relativos a la vigilancia y control durante todo el proceso de fabricación de las cisternas, las obligaciones de los fabricantes y organismos de control, especialmente cuando el fabricante es extranjero. También se incluyen en este capítulo los requisitos que deberán cumplir las estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) y los organismos encargados del control de este tipo de recipientes y vehículos, su documentación y los trámites administrativos que deben satisfacer.

El Real Decreto regula en tercer lugar las actuaciones que, en caso de avería o accidente, deberán seguir tanto la tripulación del vehículo que transporte mercancías peligrosas, como los órganos de intervención. Se establecen asimismo las pautas y planes de actua-

ción a los que deben de proceder junto a los informes que habrán de realizar los distintos órganos con competencia en materia de control del tráfico y la seguridad vial.

En cuarto lugar, la disposición regula también la figura de los consejeros de seguridad en lo que se refiere al ejercicio de su actividad, los requisitos de acceso a la profesión o sus obligaciones y las de la empresa.

Finalmente, el Real Decreto establece las normas y detalla los procedimientos que deberán seguir, con carácter general, las operaciones de carga y descarga. Proporciona, por tanto, información del modo en que se deben desarrollar esas maniobras, así como sobre las operaciones previas y las se han de seguir una vez finalizadas, además de las posibilidades de derivar responsabilidades o las limitaciones existentes. También se incluye, como novedad, la delimitación de responsabilidades del cargador y del transportista respecto a las obligaciones establecidas en el ADR sobre la señalización de los bultos y la de los vehículos. ■



TÉCNICOS DEL CSIC DISEÑAN OIKOS, UNA VIVIENDA DE CONSUMO ENERGÉTICO CERO

La casa posible



BEGOÑA OLABARRIETA FOTOS: CSIC

Lograr el equilibrio entre las necesidades y la energía recibida por un edificio a lo largo del año en nuestro clima es posible, tan solo hay que saber aprovecharla y gestionarla de manera adecuada. Esta es la premisa en la que se ha basado el proyecto Oikos, desarrollado por técnicos del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para conseguir un prototipo de vivienda de consumo energético cero, viable y vivible.

La vivienda de coste energético cero es posible en las zonas templadas y cálidas del planeta, donde la energía recibida directamente del Sol sobre los edificios es superior a su consumo. En nuestro país, la demanda media de la vivienda, según IDAE, es de 109 kWh/m² al año. La radiación directa promedio en España es de 1.600 kWh/m² al año. Esto significa que la energía recibida durante el verano es 20 veces superior a la necesaria y en invierno 10 veces más.

Es la «casa posible», que descansa en un nuevo concepto de acumulación y aprovechamiento de la energía y que nos transporta a las viviendas del futuro. Desarrollada por los técnicos del Instituto de Automática Industrial del CSIC, Oikos, denominación griega de hogar, es una solución habitacional que demuestra que hoy en día se puede construir una vivienda autosuficiente gracias al aprovechamiento de la energía solar y geotérmica de baja temperatura.



Se trata de apostar por un desarrollo de viviendas diferentes que a medio plazo serán económicamente rentables, amortizando la inversión rápidamente. Es una cuestión de gestionar mejor la energía, ordenando y usando los flujos térmicos y eléctricos de forma con-

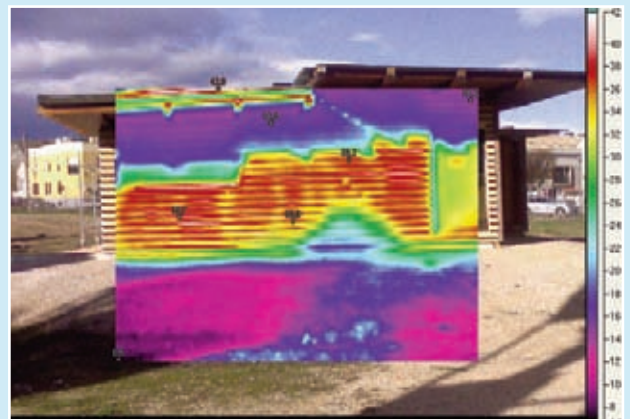
veniente y adaptando su calidad a su uso, como aseguran los responsables del proyecto, con el responsable del Laboratorio de Energías Renovables y H2 del CSIC en el campus de Arganda del Rey (Madrid), Domingo Guinea, a la cabeza.

► Fachada oeste de la casa Oikos.

Informes termográficos

Los técnicos del CSIC elaboran de forma periódica informes termográficos para observar el comportamiento de los elementos que componen los distintos edificios prototipo situados en Arganda del Rey (Madrid). Ejemplo de ello es la comparativa termográfica realizada el pasado 30 de enero mediante la toma de imágenes a lo largo de un día despejado de las cuatro fachadas y el techo de la casa de madera. Esta prueba permitió obtener datos sobre cómo responden al ciclo solar estos cinco elementos, que están equipados con un cerramiento activo cuya capa externa permite la captura térmica en calor o frío del ambiente. La comparativa detectó datos de interés como la gran diferencia de tempe-

ratura entre la zona de la fachada sur donde llega el sol (más de 35 grados) y las zonas cubiertas por la sombra (cerca de 15 grados) —como se observa en las imágenes, relativas a las 16 horas de ese día—, las variaciones de temperatura registradas por el paso de una nube (en el techo pasó de 12,7 a 19,9 grados en tan solo dos minutos) o la práctica inmutabilidad de temperatura en la fachada norte a lo largo del día (lo que sitúa a esta zona como una fuente de refrigeración constante durante todo el invierno). Son datos que sirven para seguir avanzando en la investigación sobre la captura de la energía solar y su aplicación a viviendas energéticamente autosuficientes.





► Oikos demuestra que es posible construir la vivienda autosuficiente gracias al aprovechamiento de energía solar y geotérmica.

▬ Aparente sencillez

Expuesta por primera vez en la Expo Zaragoza 2008, hoy la casa posible se ubica en las instalaciones del Centro de Automática de Arganda del Rey (Madrid). Aunque contemplada desde fuera es sencilla, casi simple en sus líneas, su estructura se ha diseñado, al milímetro, con tecnología de vanguardia para conseguir el objetivo: una vivienda autosuficiente en climatización, agua caliente y generación de electricidad.

Todo ello gracias a sistemas de ahorro energético, cap-

tura y almacenamiento, tanto térmico como electroquímico, y a una instalación donde se produce el ciclo completo del hidrógeno (generación por electrolisis mediante energía fotovoltaica, almacenamiento en hidruros y generación de electricidad mediante pila de combustible).

Un desarrollo en una superficie habitable de 80 metros cuadrados «envueltos» por otros 100 metros cuadrados de cubierta de captura térmica, ya que Oikos se alimenta de la energía solar para aclimatarse. Una vez recibida en el edificio, esta se transporta y almacena de forma selectiva en el subsuelo haciendo uso del intercambio térmico con la superficie terrestre. La parte baja de la casa actúa, por tanto, como un acumulador térmico, utilizándose para satisfacer la demanda de energía para climatización de la vivienda a lo largo de año: se guarda el frío en invierno para su uso en el verano y el calor estival para los días más fríos, dosificándolo según criterios de confort previamente elegidos.

La acumulación eléctrica se consigue gracias a un proceso de electrolisis que transforma la entrada de energía fotovoltaica en hidrógeno, el gas encargado de poner en funcionamiento una pila de combustible que producirá la potencia necesaria cuando la vivienda no esté recibiendo energía a través de su cubierta.

Los secretos de Oikos

- ✗ Vidrios fotovoltaicos en la cubierta para la captura térmica.
- ✗ Baterías ligeras para la captura de la electricidad nocturna.
- ✗ Subsuelo acumulador térmico a largo plazo, con zonas separadas para guardar el frío y el calor.
- ✗ Utilización de hidrógeno para la acumulación electroquímica a largo plazo.



También los cerramientos de la casa están pensados para la mejor gestión y aprovechamiento de la energía. Tanto la cubierta como los muros presentan un cerramiento activo de cuatro capas, donde la exterior y la interior actúan como intercambiadores de calor: la exterior como captura térmica en calor o frío del ambiente y la interior como elemento radiante para climatización. Las dos capas intermedias actúan como aislantes.

Para la renovación de aire se utilizan intercambiadores aire-agua con materiales de cambio de fase a las temperaturas de demanda: calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria. Este esquema se ha realizado



Tecnología probada

Aunque pueda parecer complicada, la tecnología utilizada para construir el prototipo de la casa posible Oikos existe en el mercado y está probada. El coste de una casa similar oscilaría entre 300 y 500 euros por metro de edificación, incluyendo la captura y acumulación de la energía necesaria. Serían, por lo tanto, viviendas asequibles y autosuficientes: unos 36.000 euros para una casa de 90 metros cuadrados.

Estas mismas técnicas podrían utilizarse para la rehabilitación de edificios existentes. El ahorro conseguido amortizaría en pocos años la inversión necesaria.

en elementos opacos para muros o cubierta, transparentes o translúcidos, todos ellos con circulación controlada del fluido de transporte térmico en su interior.

Un sistema de ahorro de energía que podría ser competitivo en el mercado actual, con el consecuente ahorro tanto en los gastos de producción como en costes de mantenimiento, ya que no se trata solo de colocar unos dispositivos carísimos encima del edificio, sino de realizar una gestión adecuada de la enorme cantidad de energía recibida. Los dispositivos necesarios están casi todos en el mercado. La diferencia está en el uso que se les da. ■

► Interior y techo del prototipo de Oikos.

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 €

EL MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS CUMPLE 15 AÑOS

Recuerdos del tren

JULIA SOLA LANDERO FOTOS: MUSEO DEL FERROCARRIL DE ASTURIAS

Desde que se proyectó la primera línea ferroviaria en Asturias entre Gijón y Langreo en 1846, el ferrocarril se convirtió en un medio de transporte clave para el desarrollo del Principado. El Museo del Ferrocarril de Asturias se creó para reconocer ese papel histórico del tren, así como para difundir, conservar y documentar el patrimonio ferroviario, y mostrar las claves para entender el futuro de este medio de transporte.



El Museo del Ferrocarril de Asturias (<http://museos.gijon.es>), gestionado por la Fundación Municipal de Cultura, Educación y Universidad Popular de Gijón y con 15 años ya cumplidos, abrió sus puertas el 23 de octubre de 1998. Ubicado junto a la playa de Poniente, sus instalaciones ocupan el recinto de la antigua Estación del Norte de Gijón: más de 14.000 metros cuadrados en los que agrupa,

junto a la antigua estación, la playa de vías y dos edificios de nueva planta.

Su historia arranca el 29 de enero de 1990 cuando, tras la construcción de la nueva red arterial ferroviaria de Gijón, la antigua Estación del Norte dejó de prestar servicio. Poco tiempo después, Renfe y el Ayuntamiento de Gijón firmaron un convenio mediante el cual la ciudad asturiana recuperó una parte de los terrenos ocupados por sus instalaciones, a condición de que estos fueran reutilizados con fines culturales y sociales.



► El museo conserva varias locomotoras que forman parte de la historia ferroviaria de Asturias.



► Fachada del museo, en el edificio de la antigua Estación del Norte. Debajo, grúa de trabajos ferroviarios y singular vagón-enfermería.

Contenido

El patrimonio ferroviario e industrial existente en Asturias es uno de los más ricos de España, y la calidad y cantidad de los valiosos materiales documentales que forman sus fondos han hecho del de Gijón uno de los museos ferroviarios más importantes de Europa. En su interior se atesoran más de 4.000 piezas, testimonios impagables de la historia ferroviaria española, como la colección de locomotoras de vapor de líneas pertenecientes a los ferrocarriles del Norte, Vasco-Asturiano, Langreo o a diferentes líneas mineras e industriales; vagones, tranvías, coches de viajeros y numerosos objetos relacionados con el ferrocarril –vías, telefonía, faroles, señales, billetes, aceiteras, placas–, que muestran la épica transformación de este revolucionario medio de transporte y la singular edad de oro que vivió.

El museo también se adentra en la historia más intangible, como el lenguaje que se creó a partir de la llegada del tren: señales, signos y códigos que se han recompuesto para formar parte de la exposición permanente. También agrupa conjuntos temáticos como el ferrocarril de los viajeros, de los ferroviarios, de las compañías, de los ingenieros, de las máquinas, de la industria y la mina; y muestra los ocho diferentes anchos de vía y los problemas que esto supuso para conectar las distintas líneas y extender la red minera.





► Playa de vías de la estación, remodelada para la circulación de locomotoras, y paneles de exposición en el interior del museo.

Continente

El recinto del museo está formado por tres edificios: el que se corresponde con la vieja estación, el que acoge la exposición permanente y una nave polivalente, además de la playa de vías por las que aún hoy se deslizan las viejas locomotoras durante las llamadas Jornadas del Vapor.

La antigua estación, que entró en servicio el 23 de julio de 1874 para recibir a los trenes del tramo Gijón-Pola de Lena, de la línea del Norte, fue reconocida en 2011 –140 años después de su construcción– como uno de los 100 elementos más importantes del patrimonio industrial español por el Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial. Se trata de un sobrio edificio, obra de la Compañía de Ferrocarriles del Noroeste y proyectado por Melitón Martín, ingeniero jefe de la Compañía de Ferrocarriles del Noroeste, y que dejó de ser utilizado casi un siglo después, el 29 de enero de 1990. Actualmente este noble inmueble finisecular acoge salas de actividades, exposiciones temporales y sirve como centro de documentación, entre otros servicios, así como espacios auxiliares del museo.

Las exposiciones temporales, que ocupan una superficie de más de 300 metros cuadrados, se desarrollan en la planta baja, que se divide en dos salas. Tienen cabida allí elementos de otros museos o instituciones, conmemoraciones, exposiciones de investigación y cul-



Actividades

El Museo del Ferrocarril de Asturias ofrece numerosas actividades programadas cada año, así como talleres de verano, visitas o itinerarios guiados. Algunas de las actividades fijas son las siguientes:

→ Las Jornadas del Vapor, que desde 1998 abren las puertas de sus locomotoras de vapor y diésel para realizar pequeños trayectos dentro del recinto del museo. Tienen lugar en fechas señaladas, como el 1 de mayo, Semana Santa, el puente de la Constitución o los «sábados de vapor» de los meses de julio y agosto.

→ En el Día Internacional de los Museos, cada 18 de mayo, la entrada es gratuita y se celebran conferencias, representaciones de teatro, actividades infantiles, viajes en trenes de vapor o visitas guiadas, entre otras.

→ Amplio programa de exposiciones temporales. El museo también es utilizado para la realización de numerosos eventos y presentaciones de todo tipo.

→ El mercadillo ferroviario es una actividad navideña que lleva muchos años acogiendo un pequeño mercado sobre coleccionismo y modelismo ferroviario en los andenes del museo. Lo organiza la Asociación de Amigos del Ferrocarril de Gijón «Don Pelayo».



tura, ampliaciones de la exposición permanente o algunas dedicadas al patrimonio ferroviario.

Un segundo edificio, con las mismas dimensiones que el anterior, se construyó en 1993 en paralelo y unido por una marquesina a la antigua estación. Una imponente construcción de dos plantas donde se encuentran expuestos los diferentes tipos de motores que se utilizaron en la región, desde la primera locomotora de vapor del siglo XIX, pasando por la tracción eléctrica, hasta el motor de combustión interna. También se muestra la importancia del carbón no solo como combustible de las máquinas de vapor, sino como uno de los materiales más extraídos de las minas de la región, y cuyo desarrollo y explotación fue posible gracias al ferrocarril.

En el recorrido se revela la evolución del ferrocarril desde la apertura del primer tramo de la línea del Langreo, cuando el tren era una gran innovación que causaba asombro; y cuando se convirtió en la clave para el desarrollo económico, hasta llegar a la representación de lo que es hoy este medio de transporte.

Jornadas del Vapor

El último de los edificios que forman el conjunto es la nave polivalente, que en sus 1.700 metros cuadrados acoge un taller de restauración y una zona de exposición. Además de los tres edificios, el recinto cuenta con otros espacios dedicados a los elementos permanentes

del museo —que en total ocupan 14.000 metros cuadrados—, como la playa de vías, que se adecuó para permitir que las locomotoras de vapor y diésel pudieran circular por las vías.

Durante las Jornadas del Vapor, los visitantes pueden vivir la experiencia de viajar como antaño y recorrer las instalaciones subidos al tren. A los viejos vagones de hierro y madera se accede desde los andenes cubiertos por marquesinas, que rememoran aquellas épocas pasadas en las que los viajeros esperaban al tren en los humeantes apeaderos. Para algunos se trata de un viaje evocador, pero para los más jóvenes supone un contacto directo con los inicios de la historia del ferrocarril. Y en cualquier caso, un nostálgico paseo por la historia. ■

► Diverso material ferroviario (arriba) y locomotora de mercancías Nalón (1902), del Ferrocarril Vasco-Asturiano.



TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

Monográfico
julio-agosto
2012



PVP: 3 €

VIGÉSIMO ANIVERSARIO DEL EUROTÚNEL BAJO EL CANAL DE LA MANCHA

Conectando Europa





► El Eurotúnel mide 50,5 kilómetros, 37,9 de ellos bajo el agua.

JAIME ARRUIZ FOTOS: © EUROTUNNEL

Casi 200 años de anhelos, de proyectos más o menos factibles para salvar el canal de La Mancha y conectar la Europa continental con el Reino Unido, se vieron por fin cumplidos hace ahora dos décadas, en 1994, cuando entró en servicio el Eurotúnel. Una infraestructura ferroviaria submarina de poco más de 50,5 kilómetros a una profundidad media de 40 metros bajo el estrecho de Calais que, en 35 minutos, une Francia y el Reino Unido cohesionando Europa.

En 1802, el ingeniero francés Albert Mathieu-Favier propuso por primera vez la construcción de un túnel bajo el canal de la Mancha, que cruzarían carros tirados por caballos y estaría iluminado por lámparas de aceite. Desde entonces y durante todo el siglo XX fueron numerosos los proyectos que retomaron esa idea, sin suerte todos ellos. Incluso algunos, como el que encabezaba el ingeniero británico William Low hacia 1875, llegaron a ponerse en marcha, iniciándose las obras de construcción del túnel. Pero no fue hasta 1955 cuando Francia y el Reino Unido apostaron definitivamente por realizar una conexión a través de un túnel en el estrecho de Calais.

En 1957 se creó el Channel Tunnel Study Group para abordar la posibilidad de construir el túnel. Los estudios dejaron clara la viabilidad del proyecto, que podría realizarse en el estrato inferior de creta, con sedimentos geológicos de hace millones de años. El proyecto se puso en marcha de forma oficial en 1973, pero la crisis del petróleo lo paralizó dos años después. Corría ya el año 1984 cuando, definitivamente, se abrió el plazo de licitaciones para la construcción del túnel que uniría la Europa continental con el Reino Unido a través del canal de la Mancha.

Dos años después, ya en 1986, se firmó el contrato de concesión, por parte de Channel Tunnel Group y France-Manche, con una vigencia de 55 años. Ese fue el paso previo para que Eurotunnel Group se estableciera como ejecutor del proyecto. En 1986 también se firmó el Tratado de Canterbury entre Francia y el Reino Unido, por el que Margaret Thatcher, primera ministra británica, y François Mitterrand, presidente galo, se comprometieron a que París y Londres no inyectaran dinero público.



El contrato de ingeniería, procura y construcción, así como el de los servicios de gestión del proyecto, fue adjudicado a Bechtel, una de las mayores compañías de ingeniería de Estados Unidos. Mientras, el contrato de construcción del túnel recayó en el consorcio Trans-Manche Link (TML), formado por Balfour Beatty Constructions, Bouygues, Costain Civil Engineering, Dumez, Société Auxiliaire d'Entreprises, Société Générale d'Entreprises, Spie Batignolles, Tarmac Constructions, Taylor Woodrow Construction y Wimpey Major Projects.

El 28 de febrero de 1988 arrancaron unas obras en las que participaron 13.000 ingenieros, técnicos y obreros junto a 11 tuneladoras, de 12.000 toneladas de peso. El resultado final es una conexión subacuática entre el Reino Unido y la Europa continental de 50,5 kilómetros de longitud, con 37,9 kilómetros bajo las aguas. Así quedaron unidas Folkestone, en el condado de Kent (Inglaterra), y Coquelles, en Nord-Pas-de-Calais (Francia), a través del segundo túnel submarino más largo, tras el de Seikan (Japón). La inauguración oficial se produjo en mayo de 1994, operando los primeros servicios

Impacto económico y social

El Eurotúnel ha tenido un gran impacto en diversas áreas de Europa, sobre todo en Francia y el Reino Unido, y más particularmente en Kent y Nord-Pas-de-Calais, promoviendo el desarrollo y el crecimiento de ambas regiones. En materia de empleo, 8.300 trabajadores de Kent y 5.200 de Nord-Pas-de-Calais participaron en su construcción, a los que ahora se unen los que trabajan en ambas terminales a ambos lados del túnel. El impacto en el turismo también ha sido positivo en todo el Reino Unido y Francia, ya que el túnel facilita el cruce del canal de la Mancha por ferrocarril y ha permitido aumentar las conexiones de Londres con París y Bruselas, produciendo un incremento de visitantes recíproco en las tres capi-

tales. También ha jugado un destacado papel a la hora de facilitar la circulación de mercancías, contribuyendo a la consecución de un mercado único europeo y facilitando el flujo de bienes y servicios entre Europa y el Reino Unido. En línea con este beneficio destaca el papel jugado por esta infraestructura en el avance de la integración europea, al haber ayudado a la UE con el impacto psicológico positivo que ha logrado en las personas que viven en Reino Unido y Europa, como refleja el mayor nivel de entendimiento cultural entre franceses y británicos. A ello se unen los vínculos políticos más estrechos, especialmente entre el Reino Unido y Francia, pero también entre Europa y las islas Británicas.



► Arriba, terminal Victor Hugo de Folkestone (Reino Unido), con dos lanzaderas en las vías. Derecha, Centro de Control Ferroviario del túnel.



comerciales un mes después. La inversión inicial fue de unos 7.000 M€ pero finalmente fueron necesarios más del doble, unos 14.700 M€.

El túnel por dentro

El Eurotúnel está formado por dos túneles ferroviarios y un túnel de servicio, que se utiliza en caso de emergencia y permite un tiempo mínimo de respuesta. Cada uno de los dos túneles ferroviarios tiene un diámetro de 7,6 metros, con una separación entre ejes de 30 metros. Por su parte, el túnel de servicio tiene 4,8 metros de diámetro y está a una distancia de los otros dos de 15 metros.

En cada uno de los túneles ferroviarios hay también una única vía, una catenaria y dos pasarelas para evacuaciones de emergencia. Ambos están conectados mediante un cruce submarino que permite a los trenes pasar de un túnel a otro, lo que facilita las operaciones de mantenimiento.

La infraestructura subterránea funciona con la electricidad proporcionada por dos subestaciones de 160

MW existentes en ambos extremos, una en Inglaterra y otra en Francia. Si falla alguna de ellas, la otra tiene capacidad para suministrar energía eléctrica a todo el sistema. En cada terminal del túnel existe un Centro de Control Ferroviario que controla de forma automática el sistema de transporte del Eurotúnel. Está formado por el Sistema de Gestión del Tráfico Ferroviario, que controla la actividad de los trenes, y el Sistema de Gestión de Ingeniería, que supervisa los dispositivos de ventilación, iluminación y catenaria.

Desde diciembre de 2009 existe una infraestructura de comunicaciones más moderna gracias a una inversión de 21,5 M€ que permitió a Alcatel-Lucent implementar su solución GSM-R, con objeto de mejorar la seguridad de los túneles y la eficiencia de comunicación entre el Centro de Control Ferroviario y los maquinistas de los trenes. Además, ha permitido ofrecer a los usuarios servicios de telefonía móvil e Internet.

Actualmente prestan servicio en el Eurotúnel 58 locomotoras eléctricas, fabricadas por Brush Traction y Bombardier, incluyendo nueve lanzaderas para turistas

Proyectos precursores. El papel español

En 2014 se cumplen dos décadas de la apertura del Eurotúnel. Sin embargo, no son 20 años sino más de 200 los que han pasado desde que se comenzó a estudiar una conexión a través del canal de la Mancha. Tras el ingeniero Mathieu-Favier y su proyecto de 1802 vinieron muchos otros. En 1860 ya había más de 12 propuestas, básicamente túneles o puentes, siendo el tubo sumergido la solución más proyectada.

Uno de los precursores fue un ingeniero español. El gaditano Leopoldo Brockman, de padre alemán y familia inglesa, trabajaba en Italia cuando en 1862 presentó su revolucionario proyecto a Napoleón III, emperador de Francia, para el cual contó con la colaboración del futuro Premio Nobel de Literatura José Echegaray. Brockman ideó una superficie de rodadura extendida sobre un ancho pedraplén en el fondo del mar sobre la cual se deslizaría un artilugio rodante metálico propulsado por hélices de 2.400 CV de potencia, y formado por tres cuerpos (120 metros de longitud, 64 metros de altura y entre 44 y 30 metros de anchura). En su parte superior, por encima del nivel máximo del oleaje, proyectó una plataforma en la que viajarían los pasajeros y las mercancías. La vía tenía 31 kilómetros de longitud, los que separan los cabos de Blanc-Nez (Francia) y South Foerland (Inglaterra).

Brockman realizó todos los cálculos, desde el presupuesto de obra (282 millones de francos) hasta el número de viajes al día (8), pasando por los pasajeros diarios (6.000) y las toneladas de mercancías cada día (6.000) o el precio de los billetes para los usuarios (15 francos) y de las toneladas transportadas (7,5 francos cada una). Pero el proyecto, como muchos otros, quedó en el olvido hasta que más de 130 años después se construyó el Eurotúnel.



▶ Locomotora en el interior del Eurotúnel y mapa del mismo.

gones, más otros cuatro de carga/descarga. A ello se suman las 15 lanzaderas de vehículos pesados, seis de Breda-Fiat y nueve de Arbel, que cuentan con locomotora, tres vagones de carga/descarga y 30 vagones con capacidad para transportar un vehículo pesado, de hasta 44 toneladas, cada uno.

En el exterior del túnel se sitúan dos terminales. La terminal Charles Dickens de Coquelles, cerca de Calais (Francia), con 650 hectáreas de superficie, tiene un tamaño similar al de un aeropuerto internacional. La terminal Víctor Hugo de Folkestone, en Kent (Inglaterra), a 8 kilómetros de los túneles, tiene una superficie de 150 hectáreas. Ambas disponen de 12 plataformas, cada una de un kilómetro de longitud, así como diversas áreas,

y autobuses, 15 lanzaderas de camiones y vehículos pesados y diversas locomotoras de servicio. Tienen una longitud de 800 metros y cuentan con tres bogies de dos ejes motorizados, además de dos locomotoras a cada lado para completar el viaje en caso de que se produzca un fallo en una de ellas.

Las lanzaderas de pasajeros, de Bombardier, BN y ANF, preparadas para llevar a los vehículos de más de 1,85 metros de altura, como autobuses y caravanas, que viajan en vagones de un solo piso, y para transportar turismos y motocicletas, que se ubican en vagones de dos pisos. Cada lanzadera puede contar con hasta 24 va-



Más de 325 millones de pasajeros han utilizado el Eurotúnel en sus 20 años de vida



► Arriba, transporte de camiones a través del túnel en una lanzadera. Debajo, entrada de turismos en una lanzadera.

desde los edificios de pasajeros a las zonas de carga, además de centros de control, administración y mantenimiento, así como todo tipo de servicios para los usuarios (tiendas, restaurantes, zona de juegos...). Las dos terminales están conectadas a las redes de autopistas de sus respectivos países: la M-20 en el Reino Unido y la A-16 en Francia.

Para agilizar el acceso a los trenes que transportan los vehículos existe un sistema de registro de entrada automático. Y para que la salida sea lo más rápida y fluida posible, todos los controles fronterizos y de aduana se realizan antes de la salida, lo que permite continuar el viaje directamente mediante la red de autopistas en ambos lados del canal nada más llegar a la terminal de destino. Hoy día más de 2.300 personas trabajan en las terminales situadas a ambos lados del Eurotúnel, contratas privadas aparte.



Gran actividad

En la actualidad, casi 500 trenes circulan por el Eurotúnel a diario, con viajes de unos 35 minutos de duración de 06:00 a 23:00 horas y de unos 45 minutos entre las 23:00 y las 06:00 horas. La sociedad Eurotunnel se encarga de los servicios de transporte para vehículos, además de realizar el mantenimiento y control de los túneles, mientras que Eurostar gestiona el servicio de trenes de alta velocidad para pasajeros.

Desde su inauguración, más de 325 millones de pasajeros han utilizado el Eurotúnel, de los que 183 millones lo hicieron en turismo, autocaravana, motocicleta, autobús o camión y 142 millones lo hicieron en el tren de alta velocidad Eurostar.



► Tren de pasajeros de alta velocidad Eurostar en una de las bocas del túnel. Debajo, trabajos de mantenimiento en el subterráneo.

Casi 500 trenes circulan a diario por el Eurotúnel en viajes de unos 35 minutos de duración que unen los territorios británico y francés

En los casi 20 años transcurridos desde que en julio de 1994 entró en servicio el transporte de camiones, más de 20 millones de unidades han circulado por el Eurotúnel, con más de 262 millones de toneladas transportadas. A ellas se suman 35 millones de toneladas transportadas en trenes de mercancías. En total, por los túneles bajo el canal se han movido más de 300 millones de toneladas.

En 2013 pasaron por el Eurotúnel 2,5 millones de turistas, 1,3 millones de camiones y 64.507 autobuses, para un total de 10,3 millones de pasajeros. A ellos se unen los 10,1 millones de pasajeros del Eurostar. Las mercancías transportadas alcanzaron las 17,7 millones de toneladas, a las que se suman los 1,36 millones de toneladas que se movieron en los 2.547 trenes de mer-



cancías que operaron en el Eurotúnel el pasado año. 2013 fue año de récord en todos los apartados estadísticos, a excepción del de camiones y mercancías totales transportadas, que tuvieron cifras ligeramente superiores en 2012. Así, hace dos años fueron 1,4 millones de camiones y 19 millones de toneladas de mercancías las que atravesaron el Eurotúnel (0,1 millones más y 1,3 millones más que en 2013). ■

DESDE LA INNOVACIÓN A LA INSTALACIÓN



© 2013, Bombardier and INTERFLO are trademarks of Bombardier Inc. or its subsidiaries.

BOMBARDIER INTERFLO PARA ERTMS

Todo un mundo de experiencia en cada proyecto

Bombardier ha sido pionero en desarrollar los niveles 1, 2 y Regional del ERTMS, como ha quedado demostrado en más de 20 proyectos en todo el mundo. Nuestros equipos de vía y embarcados se han implementado en más de 18.000km de vía y 2.500 vehículos. Los sistemas de Bombardier se adaptan con facilidad a los equipos ya existentes y ofrecen una mayor seguridad, interoperabilidad, alta velocidad, reduciendo la infraestructura en vía.

www.bombardier.com

BOMBARDIER
la evolución de la movilidad



▶ La colina de Santa Bárbara vista desde el Convent.

LA COMARCA DEL MATARRAÑA ATESORA UN RICO PATRIMONIO HISTÓRICO

El tiempo detenido



▶ Fachada de la Balma de la Cova Bonica.



► Ermita de Vajunquera. Debajo, sendero que lleva a la cima de la colina de Santa Bárbara.



TEXTO Y FOTOS *JESÚS ÁVILA GRANADOS*

La comarca del Matarraña, en el vértice más nororiental de Teruel, guarda en sus recoletos valles un rico legado histórico y monumental en el que se conjugan restos arqueológicos de las primitivas tribus que allí se asentaron hace más de 3.000 años y un no menos valioso patrimonio natural, con parajes cuya belleza parece detenida en el tiempo.

El Matarraña —nombre cuya etimología procedería del árabe «mataranya», que se podría traducir por tierras entre obispados: el arzobispado de Zaragoza y el obispado de Tortosa—, situada en el extremo nororiental de la provincia de Teruel, es una de esas comarcas cuyo aislamiento respecto a los grandes ejes de comunicación ha significado que sea también una de las grandes desconocidas de la geografía hispana.

Pese a todo, la fertilidad de sus valles y sus excelentes condiciones climáticas han hecho que desde remotos tiempos prehistóricos, cuando se produjeron las últimas glaciaciones, en la época del hombre de Cromañón, algunas tribus nómadas procedentes de regiones más frías se asentaran en estos paradisiacos valles. De lo numerosos que con el paso del tiempo llegaron a ser esos asentamientos da fe la gran abundancia de enterramientos megalíticos, muy extendidos por toda la región generalmente en forma de dolmen.

▲ Ritos y ciclos

Ya bajo la condición de sedentarios, una vez cubiertas sus necesidades de subsistencia, estos primitivos pobladores dieron rienda suelta a su instinto creativo, que se desarrolló a partir de unas creencias mágico-religiosas estrechamente relacionadas con los astros. A ellos debieron elevar sus ruegos para pedir que la lluvia calmara la sed de las tierras en los ciclos de sequías, o rogar por el fin de plagas y enfermedades; pudieron también establecer los ortos del sol (puntos de nacimiento del astro rey durante los solsticios y los equinoccios), predecir eclipses... Muchos de esos conocimientos fueron capaces de alcanzar los primeros pobladores de esta comarca, como ponen de manifiesto algunos de los restos arqueológicos que salpican la geografía del Matarraña y que se conservan grabados en la roca o formando parte de sus enclaves más milenarios.



Uno de esos lugares, quizá en el que se han hallado algunos de los restos arqueológicos más singulares, es el entorno de la colina de Santa Bárbara, situada en las inmediaciones del núcleo urbano de La Fresneda, población que se extiende en la margen oriental del Matarraña. Esta apacible población, que ha sido escenario cinematográfico en numerosas ocasiones, conserva un rico patrimonio cultural y arquitectónico. Entre sus edificios de mayor solera cabe reseñar muy especialmente el Ayun-

tamiento, un soberbio palacio de estilo gótico-renacentista del siglo XVI, así como el palacio de la Encomienda y el convento de los frailes Mínimos, también del XVI. Y ya a la salida del pueblo en dirección a Valdetormo, conviene también visitar las ruinas del viejo molino de La Fresneda, construido hacia 1434, que aún conserva en buen estado su balsa y los restos de sus salas góticas. Muy cerca se alza también un soberbio acueducto erigido para llevar el agua hasta los bancales aldeaños.

► Sendero que enlaza Cretas con el santuario de la Consolación.

Mapas en piedra

Tallados en piedra, y en un radio geográfico muy próximo, hay dos curiosos testimonios de origen desconocido: sendas rocas labradas con lo que algunos han interpretado como un mapa a escala del río Matarraña. Una de esas rocas se encuentra en el entorno de la colina de Santa Bárbara más próximo a Valjunquera, a pocos metros de la ermita homónima, y la otra es la denominada Piedra del Sol, sita en Val del Pi, un valle del extremo meridional del municipio de La Fresneda.

Aunque de época y autoría desconocidas, no deja de asombrar la fidelidad con que está tallado en la piedra, con trazado firme y seguro, el sinuoso curso del río Matarraña desde su nacimiento en El Parrisal (Puertos de Beceite), cerca de la roca grabada de La Fenellosa, hasta poco antes de entregar sus aguas al Ebro. También



resulta sorprendente que no falten los afluentes (Ulldemó, Pena, Tastavins), ni los pronunciados meandros de su trayecto.

Hace tres mil años este río debió de tener mucho más caudal que hoy, ya que comunicaba los pueblos del interior con el litoral mediterráneo, por lo que conocer al detalle su desarrollo era importante para mejorar las etapas a través de un comercio fluvial.

Los citados grabados en piedra poseen, además, otro sorprendente elemento común: ambos tienen una longitud de trazo de 165,80 centímetros, o lo que es lo mismo, dos yardas megalíticas. Este tipo de yarda, que equivale a 82,9 centímetros, se usó para erigir las grandes construcciones megalíticas de las islas Británicas y también algunas de la península Ibérica.



► Arriba, ermita de Santa Magdalena y colina de Santa Bárbara vista desde poniente. Debajo, muro de piedra seca en la ladera de Val del Pi.

De regreso a La Fresneda y atravesando sus silenciosas calles es necesario ascender hasta la colina que se alza a sus espaldas para regalarse con una de las mejores panorámicas de todo el Matarraña. Un sendero flanqueado de viejos cipreses y el calvario con recoletos lugares de oración llevan al viajero hasta la plataforma superior, donde se alza la ermita, edificio del siglo XVIII, que aprovechó los cimientos de una iglesia templaria.



A muy pocos metros del exterior del ábside se halla una piedra llamada «el ara», esculpida en forma de herradura y cuya abertura está orientada hacia el orto solar en el solsticio de verano. Y no lejos de allí —siguiendo la vereda que se abre en dirección sureste, que sigue paralelo a un tridente grabado en roca cuyos extremos superiores señalan la posición norte-sur—, por debajo de la plataforma superior, se abre una cueva en cuyo interior se hallaron numerosos restos prehistóricos que algunos estudiosos creen pueden guardar relación con antiguos ritos de fertilidad.

Esta singular colina conserva también una losa grabada con una antigua divinidad de naturaleza masculina que la datación mediante carbono-14 fijó en torno a unos 900 años a. de C., coincidiendo con la llegada de las primeras migraciones de pueblos celtas que debieron colonizar la comarca del Matarraña expandiendo la cultura del hierro.

▲ Roca de la Luna

A menos de 1 kilómetro de distancia de la colina de Santa Bárbara, y sin salir del municipio de La Fresneda, en dirección a La Portellada, en medio de un bosque típicamente mediterráneo, se encuentra el *Racó de Febrer*, un enclave conocido por los lugareños como la Roca de la Luna, debido a su forma de cuarto men-



► Interior de la cabaña de piedra seca.

guante. La roca, de piedra caliza oscurecida por el paso del tiempo, contiene media docena de cazoletas que forman un auténtico mapa astronómico: no solo representan al Sol, la Luna y las estrellas, sino que dos de ellas, superpuestas, se cree que pudieron servir a los druidas para predecir los eclipses solares. Y muy próxima a ella se sitúa igualmente otra curiosa roca que contiene también una cazoleta con un haz de canalizaciones talladas en pendiente de modo que unas sirven para llenarla de agua y luego, al rebosar, precipitarse por otro canal que se abre al abismo. Más abajo, al abrigo de la pared rocosa del lugar, otro recipiente tallado sobre un gran bloque de piedra recoge ese agua reproduciendo el ciclo de la lluvia. Para algunos especialistas en mitología celta todos estos hallazgos son indicios claros de que este lugar pudo ser un espacio ritual utilizado por los antiguos druidas para la realización de diversas ceremonias destinadas básicamente a invocar la lluvia y acaso también la fertilidad. Igualmente se estima que pudo ser lugar de entierro de estos mismos druidas, de modo que el agua y sus propiedades sagradas y siempre purificadoras mantenían alejada la posible influencia de los malos espíritus.



▲ Dolmen

A pocos metros de la Roca de la Luna, sobre una llanura tapizada de vegetación mediterránea, se halla otro interesante conjunto arqueológico compuesto por una tumba megalítica con forma de dolmen, encima de cuya losa superior se abre una cazoleta y un canal que también facilitaba al difunto el baño de agua sagrada procedente de la lluvia, y muy cerca, una intemporal barraca de piedra seca, con aljibe, y unos huertos de cultivo donde se han encontrado semillas fosilizadas de especies botánicas que debían ser comunes en la dieta de las gentes del Neolítico. Finalmente, dentro de un recinto que probablemente solo estaba reservado a los druidas, se encuentran otros restos de lo que también debió ser un observatorio astronómico, entre ellos una piedra grabada desde cuya privilegiada posición el sacerdote oficiante disponía de la mejor panorámica de la colina de Santa Bárbara. ■

► Arriba, vista trasera de la ermita de Santa Bárbara. Debajo, frontal de tumba megalítica en el Racó de Febrer.

Revista del Ministerio de

Fomento



VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI (CARRETERAS)



MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2013

PVP: 6 €



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



ferrovial
agroman

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovial Agroman ha construido el tramo Rialiño-Padrón del Eje Atlántico de Alta Velocidad Santiago-Vigo. El túnel de Bustelo y el Viaducto sobre los ríos Sar y Sarela, el más largo de todo el eje Atlántico y uno de los de ferrocarril más largo de España (2.411 metros), son las estructuras más destacables de este gran proyecto.

Porque creemos en conectar lugares y personas, porque creamos el futuro.

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, n° 637, marzo 2014.*

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

Año de edición: **Abril 2014**

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Abril 2014**

Formato: **PDF**

Tamaño: **9,40 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.

