

32

ERTMS

Ensayos para
un lenguaje común

25 años investigando para
la libre circulación de trenes

Cuestión de peso

Pruebas de carga definitivas
en el Viaducto de Contreras

INNOVACIÓN / A PIE DE OBRA / DE ESTRENO

AGENDA

DEPORTES

Tecnología avanzada para celebrar
el Mundial de Sudáfrica

LIBROS

El cerebro, aldescubierto

El Transcantábrico, único e inolvidable

crucero en tren



Disfruta de un verdadero crucero por el norte de España en el único tren que combina el encanto de la nostalgia con las más modernas comodidades. El Transcantábrico. El tren turístico más prestigioso de España que este Año Xacobeo ofrece dos rutas a elegir: desde Santiago de Compostela hasta León o hasta San Sebastián, y en el sentido inverso. Una experiencia que nunca olvidarás.

Más información en www.trenesturisticosdelujo.com y en el 902 555 902



ACORTAMOS DISTANCIAS. ACERCAMOS PERSONAS.

www.fomento.es

SUMARIO



NOTICIAS	04
EN PORTADA	06
Ensayos para un lenguaje común 25 años investigando para la libre circulación de trenes	
ENTREVISTA	10
Jaime Tamarit	
DE ESTRENO	14
Adiós al paso a nivel de Picanya Construcción de un paso elevado sobre las vías	
EN IMÁGENES	16
Cuestión de peso Pruebas de carga en el Viaducto de Contreras	
INNOVACIÓN	20
Procesos sencillos para estudios complejos EPlanAirport: desarrollo I+D+i de la Agrupación	
A PIE DE OBRA	22
Contra el tiempo y la montaña La línea Ronda-Algeciras reabre para afrontar la fase final de renovación	
ACTUALIDAD	26
Un espacio cultural para El Prat 3.000 m ² dedicados a exposiciones, talleres o conferencias	
A FONDO	28
$\min \sum_{i \in \mathcal{I}} \sum_{j \in \mathcal{J}} T_{ij} (\log T_{ij} - \log t_{ij} - 1)$ Herramientas de cálculo de tráfico en la red aeroportuaria	

Edita INECO TIFSA

Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO
barbara.jimenez@ineco.es

Redacción: LIDIA AMIGO lidia.amigo@ineco.es
ADRIÁN LÓPEZ adrian.lopez@ineco.es
Tel. 91 452 12 56

Comité de redacción: ANTONIO CABALLERO,
LOURDES GONZÁLEZ, ENRIQUE LÓPEZ DEL HIERRO,
JUAN MASANA, MARÍA EUGENIA ORTIZ,
JOSÉ LUIS PARDO DE SANTAYANA, JOSÉ MIGUEL
DEL POZO, ÁNGEL VILLA

Realización: BrikoTaller Editorial, S.L.
c/ Bausa, 8 - Portal 2, 3º N / 28033 Madrid
Tel. 619 50 68 74

Imprime: RIVADENEYRA

Depósito Legal M-26791-2007

www.ineco.es



16 La Agrupación y Adif comprueban la resistencia del Viaducto de Contreras.



22 La línea Ronda-Algeciras se reabrió el pasado abril tras 6 meses de trabajos de renovación.

ENTREVISTA



10 Jaime Tamarit.

EN PORTADA El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX es el protagonista, junto al DLR alemán, del desarrollo del sistema ERTMS a escala mundial **ENTREVISTA** El director del LIF del CEDEX, Jaime Tamarit, ha sido una de las personas más relevantes en el nacimiento del sistema ERTMS **INNOVACIÓN** INECO TIFSA desarrolla una web que facilita la realización de los estudios de sistemas aeroportuarios **ACTUALIDAD** Finalizan las obras de construcción del nuevo Centro Cultural Aeronáutico en el aeropuerto de Barcelona-El Prat **A FONDO** La gestión del tráfico aéreo requiere cada vez más de una adecuada previsión de la demanda futura, ya que cualquier cambio afecta a la red completa de aeropuertos

NUEVO AEROPUERTO PARA EL MUNDIAL DE FÚTBOL

Situado en La Mercy, a 35 km de Durban –tercera ciudad del país–, se ha puesto en servicio a tiempo para el Mundial de Fútbol. Tiene capacidad para 7,5 millones de pasajeros anuales y una pista de 3.700 m, lo que permite operar a grandes aeronaves tipo D (Airbus A380). El King Shaka International Airport –bautizado así en honor del célebre jefe zulú– es el primero



de nueva construcción en África durante el último medio siglo y sustituye al antiguo aeropuerto de Durban, que el pasado 1 de mayo se cerró al tráfico comercial.

EL TREN DE LA FRESA, EN LA EXPO DE SHANGHAI

El stand del Consejo Internacional de Museos (ICOM) expone en Shanghai el Tren de la Fresa, de la mano del Museo del Ferrocarril, para dar a conocer este recorrido de turismo cultural que un año más unirá Madrid y Aranjuez con 26 viajes, programados en dos fases. La primera se extenderá del 15 de mayo al 27 de junio, y la segunda, del 11 de septiembre al 17



de octubre. La oferta de este tren histórico, que se puso en marcha en 1984, incluye degustaciones, visitas al Palacio Real, al Museo de Falúas y otras actividades de ocio.

INVERSIÓN DE 90 MILLONES

Feve renueva su material móvil

Con una inversión de 90 millones de euros, Feve ha adquirido 29 unidades de las series 2700 y 2900. Los nuevos trenes, de los que dos están ya en funcionamiento, irán entrando en servicio a lo largo de los próximos meses en León, Asturias, Cantabria, Galicia, Vizcaya y Murcia. Cuentan con la más avanzada tecnología actual para unidades diésel y una capacidad para 90 plazas (se han fabricado con las máximas condiciones de accesibilidad para



personas de movilidad reducida). La seguridad se ha extremado en todos los componentes. Disponen de sistema de Anuncio de Señales y Frenado Automático (ASFA digital), y la tecnología más moderna en ayudas a la conducción, sistemas de evacuación de emergencia y circuito cerrado de televisión para videovigilancia. ■



LA AGRUPACIÓN HA REDACTADO EL PROYECTO CONSTRUCTIVO

Navarra abre otro tramo de la Autovía de los Pirineos

Con el nuevo tramo entre Izco y Venta de Judas (7,3 km), la A-21 se encuentra ejecutada en un 64% a su paso por Navarra. Este eje viario enlazará con Catalunya a través de la A-22 y con Zaragoza y Sagunto a través de la A-23. INECO TIFSA, que ha redactado el proyecto constructivo de éste y otros dos tramos ya en servicio de la A-21, así como del

tramo Argüis–Alto de Monrepós en la A-23, desarrolla diferentes trabajos de supervisión, control y vigilancia de las obras y gestión medioambiental en el resto de la A-21 y A-22 (ver número 29 de *itransporte*). En la foto, la consejera de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones de Navarra, Laura Alba, inaugura oficialmente el tramo (17 de mayo).

EL ANTONOV 225 ES EL AVIÓN MÁS GRANDE DEL MUNDO

Un turista de altura que aterriza en España

Uno de los dos únicos Antonov 225 que existen aterrizó el pasado abril en Vitoria-Gasteiz. Con 84 m de largo y una envergadura de 88 m, está considerado el avión más grande del mundo. Sus medidas, que superan al A380 de Airbus,

fueron concebidas para transportar el transbordador ruso Buran. Actualmente puede transportar cargas extremadamente pesadas y voluminosas, como trenes, helicópteros, turbinas y cientos de toneladas de ayuda humanitaria. ■



REAPERTURA EN ABRIL DEL ACCESO NORTE Y CREACIÓN DE UN NUEVO ACCESO SUR

Trabajos ferroviarios en los puertos de Málaga y Castellón

El puerto de Castellón, donde la Agrupación está colaborando con la Autoridad Portuaria en la reorganización de la red ferroviaria (ver número 29 de *itransporte*), reabrió en abril su acceso norte (6,7 km) con la circulación en pruebas de una locomotora de Comsa Rail, a la espera de que concluya el nuevo acceso sur, en el que también trabaja INECO TIFSA.

Paralelamente, Adif anunciaba en mayo el soterramiento del ramal de mercancías del puerto de Málaga (en la imagen), proyecto que ha redactado la Agrupación. Con esta actuación, sobre un tramo de 1.146 m –de los que 700 m discurrirán en túnel–, se mejorará el trazado actual y se eliminarán los pasos a nivel que atraviesan el casco urbano.

INECO TIFSA PREPARÓ UNA PRESENTACIÓN EN SU SEDE

Brasil se interesa por el ferrocarril español

Una delegación de la Asociación Nacional de Transportes Terrestres de Brasil (ANTT) visitó España en mayo para conocer de cerca el funcionamiento y la regulación del sistema ferroviario. Los delegados fueron recibidos por Javier

Cos, director general de Desarrollo e Internacional (en la foto, a la izquierda). Adif, Renfe, Tranfesa, Acciona y la dirección general de Ferrocarriles de Fomento también participaron en las distintas jornadas de la visita. ■



ALCANZA EL 5% DEL CAPITAL

Crece la participación española en CAF

Elena Salgado, vicepresidenta segunda y ministra de Economía y Hacienda, y Enrique García, presidente de la Corporación Andina de Fomento (CAF) firmaron el pasado 17 de mayo un convenio de suscripción de acciones, por el que España incrementará su participación accionarial en CAF hasta un 5%, lo que significa una aportación de 265 millones de euros.

La CAF es una institución financiera multilateral que se ha convertido en la principal fuente de financiación de los países andinos, por delante del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial. INECO TIFSA ha trabajado con CAF en un estudio a los principales aeropuertos de la región y para la rehabilitación de la línea ferroviaria en Jujuy (Argentina). ■

'Alternativas de mercado en la asignación de slots aeroportuarios', de Aeronáutica y Astronáutica', ha ganado el I Premio INECO TIFSA al Óscar Díaz y Arturo Benito, publicado en la 'Revista de Ingeniería Aeronáutica', que se entrega el próximo 29 de junio.

25 años investigando para la libre circulación de trenes Ensayos para un lenguaje común

Un laboratorio español es el protagonista, junto a su homólogo alemán, del desarrollo del sistema ERTMS a escala mundial. INECO TIFSA colabora en España con el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX en la investigación y la validación de ERTMS desde la última década del siglo pasado.

Por M^a Ángeles Bueno (Instalaciones y Sistemas Ferroviarios).

Al laboratorio español y al alemán DLR se ha sumado recientemente un tercero, el centro Multitel en Bruselas. Entre los tres, junto a INECO TIFSA, se reparten la definición de las imprescindibles pruebas para hacer posible que la libre circulación de trenes por toda Europa sea una realidad, eliminando las tradicionales barreras de los diferentes sistemas, equipos y señalizaciones de diversos fabricantes que impedían operar con un mismo lenguaje ferroviario.

En el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), ubicado en la capital de España, se realizan ensayos y simulaciones de Eurobalizas, Eurocabinas, Eurolazos y datos de infraestructuras. Los diferentes laboratorios del sistema ERTMS (European Rail Traffic Management System), además de las pruebas de componentes, reproducen las operaciones ferroviarias con equipos reales y datos de los proyectos, reduciendo la necesidad de realizar pruebas de campo y minimizando, por tanto, las dificultades que conllevan éstas, principalmente en líneas en servicio.

Los distintos ensayos realizados en estos centros permiten la validación de los equipos, la consolidación de las especificaciones técnicas y el desarrollo de nuevos productos. Se trata de un trabajo cuyo objetivo final es

alcanzar la compatibilidad técnica e interoperabilidad en la integración de vías y trenes con componentes de distintos fabricantes.

Una realidad imparables

La definición de un lenguaje común para todos los trenes de la Unión Europea (UE), el sistema ERTMS, es ya una realidad imparables. Su implementación ha costado más de 25 años de esfuerzos, desde que se comenzara a trabajar en su desarrollo a finales de la década de los 80 del siglo pasado, hasta su primera puesta en servicio, en 2006, en la línea de Alta Velocidad Madrid-Lérida. El significativo papel que España ha desempeñado en este capítulo de la historia ferroviaria viene de



BALIZAS ERTMS

Las pruebas en laboratorio, que reproducen operaciones ferroviarias, han permitido reducir los trabajos de campo en las vías.

lejos, cuando en 1994 se implantó EMSET en la línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla, que sería el primer proyecto piloto para validar el ERTMS, coordinado por el doctor español en Ciencias Físicas, Jaime Tamarit, del CEDEX, en el que participaban el Ministerio de Fomento, Renfe, TIFSA y las grandes empresas de la industria ferroviaria europea. Fue entonces cuando se dieron los primeros pasos para lograr la interconexión de equipos producidos por diferentes fabricantes.

Poco después, el 25 de abril del año 2000, la española Renfe y el resto de las empresas de los ferrocarriles europeos firmaron en Madrid un acuerdo para fijar las especificaciones. Los seis grandes constructores de vías y trenes europeos (Ansaldo, Alstom, Bombardier, Invensys, Siemens y Thales) lograron definir y redactar las especificaciones técnicas necesarias para desarrollar este sistema de información flexible y abierto, que permitiera que todos los trenes y las vías ferroviarias pudieran utilizar un idioma común, independientemente del fabricante o el país en el que estuvieran localizados.

Corresponde ahora a la agencia europea del ferrocarril ERA (European Railway Agency) mantener y seguir desarrollando los estándares técnicos, bajo las directrices de la Comisión Europea, que permitan a los trenes cruzar las fronteras nacionales de forma segura y sin



REFERENTE EUROPEO

El LIF del CEDEX (en la imagen), ubicado en Madrid y dirigido por Jaime Tamarit, doctor en Ciencias Físicas (ver entrevista a continuación), ha liderado desde la década de los 90 la validación de ERTMS para toda Europa –ahora también para el resto del mundo– en un entorno independiente de los fabricantes.



LABORATORIO DE EUROBALIZA

- 1 Simulador de LEU.
- 2 El químico Alfredo Arroyo ajustando los niveles de señal del simulador de LEU.
- 3 Pedro Agudo, físico, controlando el posicionador de antena para ensayos de Eurobaliza.



APOYO SUPRANACIONAL
Para Jaime Tamarit (en la foto), el fenómeno ERTMS ha sido posible gracias al apoyo de organismos como la UE y la ERA, los laboratorios del CEDEX, DLR, Multitel y RINA, los creadores de herramientas CITEF y la European Rail Software Applications, y el soporte español de Fomento, Adif, Renfe e INECO TIFSA.



ESTRECHA COLABORACIÓN

- 1 M^a Ángeles Bueno, jefa del Departamento de Tecnología de INECO TIFSA, y Jaime Tamarit analizan los resultados de un ensayo en la pantalla.
- 2 Parte del equipo de ingenieros y científicos de INECO TIFSA y del CEDEX en la sala de pruebas del ERTMS.
- 3 Susana Herranz, directora del Laboratorio de Eurobaliza, conversa con Tamarit.



necesidad de parar. La ERA publica en su web estos estándares obligatorios en Europa.

España, pionera en la validación del ERTMS, ha apoyado activamente este sistema de protección automática de los trenes y sigue apostando fuertemente por él. Por ello, Fomento crea el LIF a través del CEDEX, donde se realizan los ensayos de interoperabilidad entre los diferentes elementos y subsistemas del ERTMS. Los trabajos, realizados tanto en líneas de alta velocidad como en el resto de líneas convencionales, han permitido reducir al máximo cualquier impacto en la operación existente.

Carácter pionero en Europa

El centro cuenta con un laboratorio de Eurobaliza y antena de Eurobaliza (BTM), y se está ampliando al componente Eurolozo. También cuenta con el laboratorio de Eurocabinas, que permite conectar Eurocabinas reales a los datos de la vía mediante un interfaz con la Eurobaliza, y se está ampliando a la conexión de simuladores de tráfico y de enclavamientos a RBCs reales. El LIF dispone, así mismo, de un analizador universal de registro jurídico y se está desarrollando un generador automático de escenarios con datos de proyecto. Es en el laboratorio de simulación de tráfico donde se llevan a cabo los ensayos de interoperabilidad entre el equipo de a bordo y los sistemas de vía.

El laboratorio español sigue evolucionando, con la colaboración de INECO TIFSA, para mantener su carácter pionero en la validación de ERTMS y comparte procedimientos y herramientas idénticas con los demás laboratorios de referencia para conformar así una red de laboratorios de ERTMS, independiente de los fabricantes y homogénea, que permita cubrir las necesidades de validación de los proyectos y componentes de ERTMS. ■

La colaboración de INECO TIFSA



Especialistas de Adif, Renfe e INECO TIFSA colaboran desde el año 1994 con el LIF del CEDEX en sus trabajos de investigación.



■ PROYECTO EMSET

Análisis de pruebas complementarias en campo de trenes e infraestructuras.

■ CERCANÍAS

Pruebas complementarias en laboratorio para la puesta en servicio de la red de Cercanías de la Comunidad de Madrid.

■ ERTMS – NIVEL 2

Análisis de los registros obtenidos en las pruebas complementarias de las instalaciones ERTMS Nivel 2 en la línea de Alta Velocidad Madrid-Lérida.

■ ERTMS – NIVEL 1

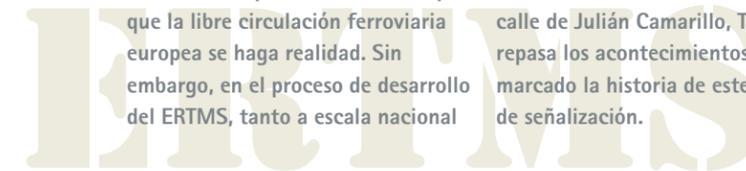
Pruebas complementarias en laboratorio de las instalaciones Nivel 1 en la línea de Alta Velocidad Madrid-Valencia.

■ ENSAYOS DE CERTIFICACIÓN

Liderazgo del proyecto europeo de definición de los ensayos de certificación de Eurocabinas. Contrato firmado con la ERA (European Railway Agency). En colaboración con DLR, Multitel y RINA.

El centro belga Multitel, el LIF del CEDEX y su homólogo alemán DLR son los tres centros que, junto a INECO TIFSA, se encargan de concretar las pruebas necesarias para que la libre circulación ferroviaria europea se haga realidad. Sin embargo, en el proceso de desarrollo del ERTMS, tanto a escala nacional

como internacional, destaca un nombre propio: Jaime Tamarit, que ha liderado la validación del sistema desde hace más de 15 años. Desde las naveas instaladas en la madrileña calle de Julián Camarillo, Tamarit repasa los acontecimientos que han marcado la historia de este sistema de señalización.



Jaime Tamarit Rodríguez de Huici

Director del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX

"El sistema ERTMS está operativo prácticamente en toda Europa"

España se convertirá en 2012 en el centro neurálgico de las investigaciones sobre ERTMS a escala internacional, algo que Jaime Tamarit, responsable a todos los niveles de un proyecto que ha liderado durante más de dos décadas desde su laboratorio en Madrid, espera con impaciencia.

Desde Europa se observa con absoluto interés el progresivo despliegue de la red ferroviaria española, uno de los mejores ejemplos para analizar las ventajas de un sistema que se está convirtiendo en todo un referente mundial.

Cuando se habla de los nombres más relevantes en el nacimiento del ERTMS, siempre sale el suyo... ¿Cuáles fueron sus primeros pasos con este sistema?

Todo empezó en 1994, cuando Egidio Leonardo, comisario de Transporte de la Comisión Europea, anunció que el IV Programa Marco incluiría un programa de demostración de la Interoperabilidad Ferroviaria Europea. Nosotros respondimos de manera inmediata a esta declaración, ofreciendo los laboratorios del CEDEX y la línea Madrid-Sevilla para una demostración de la viabilidad del sistema ERTMS. Este proyecto, denominado EMSET (Eurocab Madrid - Sevilla European Tests), demostró la viabilidad de la interoperabilidad europea mediante ensayos cruzados de los prototipos ERTMS de todos los fabricantes, tanto en un laboratorio común (CEDEX) como en un tramo de vía (La Sagra-Mora). Entonces tuve el honor

de liderar aquel proyecto y mantener unida a toda la industria europea de señalización entre 1994 y el año 2000.

Después de aquella etapa experimental, el sistema ERTMS dejó de ser una especificación sobre el papel y se convirtió en una realidad tangible con la firma, en el año 2000, de la primera directiva europea de interoperabilidad. Fue la primera versión de las especificaciones técnicas de interoperabilidad SRS.

Su trabajo es, hoy en día, un referente mundial. ¿Cómo se ha llegado a este reconocimiento europeo?

Siempre tuve claro que una de las labores de un líder de proyecto es la difusión de los logros que se van alcanzando en su desarrollo, por lo que describí la evolución del proyecto EMSET en todos los foros europeos. Cuando

"De la alianza entre INECO TIFSA y el LIF del CEDEX se deduce una sinergia de alto valor añadido..."

éste se completó, el Grupo de Usuarios ERTMS -constituido por ocho gestores europeos de infraestructura- me escogió para dirigir su proyecto de demostración de la interoperabi-

lidad ferroviaria mediante experiencias piloto, entre los años 2001 y 2007.

¿En qué se basó ese proyecto?

Para poder consolidar la especificación técnica con referencias comunes alineamos todos los proyectos ERTMS del mencionado grupo con una referencia técnica común, perteneciente a la segunda versión de las especificaciones técnicas SRS. Los ferrocarriles del grupo adaptaron sus proyectos a esta referencia común, lo que interpreté como una expresión de su confianza en el proceso de consolidación emprendido.

La ejecución de este proceso fue, además, una semilla extremadamente fructífera para todo el desarrollo posterior. Pedimos al conjunto de los industriales que pasaran procesos de verificación de la interoperabilidad técnica

de sus componentes industriales en un laboratorio común, que unificaran los aspectos ergonómicos de conducción del DMI (Driver-Machine Interface) en un simulador común y



que probaran la interoperabilidad a escala comercial en una línea común aparte de las experiencias piloto. El laboratorio común fue el del CEDEX, con las herramientas del proyecto EMSET actualizadas para la validación de los primeros productos industriales. Como centro de simulación se utilizó el que tiene Renfe en Delicias, construido por un consorcio formado por Renfe, TIFSA, Citef e Indra. Y como línea de referencia se escogió Madrid-Lérida, equipada por Ansaldo, sobre la que se probaron equipos comerciales embarcados de Siemens, Alstom, Ansaldo e Invensys.

¿En qué líneas de investigación somos pioneros en España?

Somos un país pionero a gran escala por el hecho, en primer lugar, de que nuestro despliegue ferroviario se ha llevado a cabo en un tiempo récord, gracias a la dedicación del reducido equipo humano de Renfe y Adif. En segundo lugar, porque la incorporación de los laboratorios de referencia del CEDEX a los procesos de puesta en servicio con escenarios reales, con datos de proyecto facilitados por los fabricantes, supone un proceso innovador y un salto cualitativo. Me siento especialmente orgulloso de la confianza depositada por los suministradores en este aspecto, ya que se facilitan datos extremadamente confidenciales y equipos industriales. Y, por último, porque la interoperabilidad no se limita a los aspectos de señalización. Nuestros trenes incorporan sistemas multitensión y sistemas pioneros de cambio de ancho que incluyen los ejes de tracción. Estos trenes de CAF y Talgo permiten operar de manera unificada la red convencional con la de alta velocidad sin que el pasajero se entere. Resulta impresionante ir en uno de estos trenes a Valladolid para entrar luego en la red convencional y llegar hasta Oviedo. →



“Somos un país pionero a gran escala porque nuestro despliegue ferroviario se ha llevado a cabo en un tiempo récord...”



¿Qué características hacen del LIF un laboratorio de referencia en ERTMS? ¿Exigen los trabajos una dotación especial?

El origen del concepto de *laboratorio de referencia* proviene de las campañas piloto de ensayo llevadas a cabo en el proceso de consolidación europeo, en las que los fabricantes de los componentes del sistema que se iban a ensayar aceptaban un laboratorio común, que fue el LIF del CEDEX. Éste estableció posteriormente alianzas estratégicas con el DLR y, posteriormente, el centro Multitel para hacer frente a las solicitudes procedentes de la Comisión Europea y entornos nacionales.

Por otra parte, un laboratorio de referencia debe estar atendido por personal cualificado, capaz de analizar diseños de sistemas de señalización de la última generación, y debe contar con protocolos acreditados de ensayo.

¿Y en cuanto a las inversiones... Supondrá la crisis un freno al desarrollo?

Las inversiones resultan críticas, más aun en tiempos de crisis, pues los procesos de certificación de componentes genéricos y de puesta en servicio de proyectos comerciales son mucho más efectivos en coste que las pruebas en línea, ya que facilitan entornos controlados de ensayo con datos de proyecto y equipos reales.

Su objetivo ha sido cubrir las necesidades de Adif, Renfe y Fomento... ¿Cuáles son las ventajas de la colaboración de los equipos de trabajo de INECO TIFSA y el CEDEX?

El trabajo realizado en el laboratorio y en INECO TIFSA es complementario. El primero sería un entorno más contemplativo de desarrollo, mientras que el segundo es más dinámico, orientado a la puesta en servicio de grandes proyectos de infraestructura y material rodante. De su alianza se deduce una sinergia de alto



valor añadido que nos está permitiendo atender las demandas de los tres grandes clientes con una innovación y eficacia que de otra manera no podríamos alcanzar. Esta alianza se completa con su integración en la red europea de laboratorios constituida por DLR, Multitel y RI-NA. Esta red aporta los recursos humanos necesarios para atender los procesos europeos de consolidación de especificaciones y despliegue de corredores ferroviarios de mercancías.

Para mayor beneficio, el retorno de la experiencia se acumula de manera continua en el desarrollo de herramientas cada vez más expertas, que desarrollamos en estrecha colaboración con el CITEF de la UPM de Madrid, asociado a ERSA, empresa francesa pionera en el desarrollo de herramientas y simuladores con la que hemos trabajado desde el principio de nuestra actividad ferroviaria.

¿Qué tipos de proyectos quedan cubiertos en este acuerdo de colaboración?

En el ámbito nacional, se centra en el trabajo de puesta a punto de vías y trenes, sobre todo en Cercanías de Madrid y en el corredor de Alta Velocidad Madrid-Levante. Pero también incluye la asesoría en la solicitud de cambios en las especificaciones técnicas y la vigilancia de la compatibilidad entre versiones consecutivas. En lo que se refiere al ámbito europeo, se contemplan trabajos de redacción de las especificaciones de certificación de cada una de las versiones del sistema ERTMS y en la eje-

“Trabajamos con especial intensidad en el despliegue de la red ferroviaria española y su armonización”

cución de campañas de ensayo. Estos trabajos se financian a través de los contratos suscritos con la ERA (European Railway Agency) y el Grupo de Usuarios ERTMS.

armonización. Este año estamos realizando ensayos de laboratorio de Nivel 1 y hemos procedido ya a equipar el laboratorio para los ensayos de Nivel 2 del próximo año.

Cuatro décadas sobre raíles

La suya es una historia ligada al CEDEX y al desarrollo de sistemas ferroviarios. No en vano, a pesar de que la andadura del ERTMS está ligada a su nombre desde la última década del siglo pasado, Jaime Tamarit ya formaba parte de la plantilla del CEDEX en 1969. A sus espaldas quedan más de 25 años de estudio y experimentación con un único objetivo: hacer realidad una circulación ferroviaria europea libre de trabas.

Doctor en Ciencias Físicas, Tamarit ha sido también profesor de Máquinas Eléctricas, Control y Electrónica de Potencia en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) durante 14 años. Entre los años 1984 y 2001 estuvo al frente del Departamento de Física y Electrónica del propio CEDEX, organismo de investigación adscrito a los ministerios de Fomento y Medio Ambiente. De ahí saltó a la Dirección General del Grupo de Usuarios ERTMS en Bruselas, constituida por las administraciones ferroviarias de Alemania (DB), Francia (RFF), España (Adif), Holanda (ProRail), Italia (RFI), Reino Unido (Network Rail), Suecia (Banverket) y Suiza (SBB).

Para entonces, su experiencia y dedicación al estudio experimental de la interoperabilidad y el transporte de alta velocidad le habían granjeado un merecido prestigio en todo el continente. En agosto de 2007 volvió a incorporarse al CEDEX como director del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF).

El ERTMS es un sistema enfocado a la interoperabilidad en Europa. ¿Presenta esta colaboración entre INECO TIFSA y el LIF una respuesta a las necesidades europeas?

Totalmente. Nuestra alianza, su entroncamiento con la red de laboratorios y las colaboraciones con los creadores de herramientas donde depositamos el retorno de la experiencia, nos convierte en el grupo más fiable en los procesos europeos.

¿En qué fase se encuentra actualmente? ¿Queda mucho para finalizar?

Trabajamos con especial intensidad en el despliegue de la red ferroviaria española y su

En 2012, el centro de gravedad de la investigación se desplazará desde el ámbito español al europeo. A partir de ese momento deberemos dar soporte a la Comisión Europea en procesos de certificación y despliegue de los corredores de mercancías, vigilando siempre la interoperabilidad de los proyectos parciales. Para ello, la red de laboratorios trabaja con especial intensidad en la integración de herramientas y en la automatización de procesos de ensayo y análisis, todo ello con vistas a la aceleración de estos procesos para hacerlos competitivos y fiables.

¿En qué países está ya operativo y cómo ve el futuro a escala nacional y europea?

El sistema ERTMS está operativo prácticamente en toda Europa y la especificación ERTMS está deviniendo en un estándar mundial. Los nuevos industriales y los constructores de trenes e infraestructuras están llamando ya a las puertas de los laboratorios para verificar la corrección de sus desarrollos. ■

Construcción de un paso elevado sobre las vías Adiós al paso a nivel de Picanya

La circulación de trenes por el centro urbano, cada dos minutos y medio, colapsaba el tráfico de automóviles en esta pequeña localidad valenciana, que ahora se desvía por el nuevo vial que se ha construido. INECO TIFSA se ha encargado de la dirección de la obra, inaugurada el pasado mes de abril.

Redacción **itransporte**, con la colaboración de **José F. Laguna** (delegado en la Comunidad Valenciana) e **Ibai García** (Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento).

Un paso elevado, una nueva ronda viaria y la *peatonalización* del paso a nivel que dividía en dos esta localidad de 11.200 habitantes, situada a 5 km de Valencia, han reducido a la mitad el tráfico rodado en el municipio. INECO TIFSA, que cuenta con una amplia experiencia en materia de supresión de pasos a nivel, se ha encargado de la dirección, vigilancia y coordinación de seguridad y salud de la obra, que ha sido financiada por la Consellería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana y el Ayuntamiento de Picanya. Con ella se suprime el paso a nivel situado en el pk 26+149 de la línea que enlaza Valencia y Villanueva de Castellón.

Los trenes de las Líneas 1 y 5 de metro atravesaban cada dos minutos y medio la localidad, lo que había convertido el paso a nivel en un punto negro para el tráfico rodado de la zona y provocaba continuos embotellamientos.

La solución a estos problemas se ha plasmado en varias actuaciones complementarias: se ha construido una ronda viaria de casi 1 km, con dos rotondas, que une el camino de la Pedrera, situado frente al cementerio, con la rotonda existente actualmente en el Distribuidor Sur, a la altura del parque de bomberos comarcal. La vía cruza la línea férrea sobre un paso elevado y canaliza gran parte del tráfico rodado que hasta ahora debía atravesar el casco urbano. El antiguo paso a nivel, que se abrió hace 110 años, se

ha cerrado para los vehículos y se reserva para los peatones, con la excepción de los cortejos fúnebres, que accederán, con apoyo de la policía local, al cementerio contiguo a través de una calzada con puertas mecanizadas.

Conservar el carácter rural

El municipio de Picanya está situado en la comarca de la Huerta Sur, en plena huerta valenciana, un paisaje histórico singular con 1.200 años de antigüedad que en la actualidad sufre la presión urbanística de la gran ciudad a la que rodea. A pesar de la cercanía de Picanya a la ciudad de Valencia, el objetivo de la localidad es conservar su carácter rural y huir de un crecimiento "desaforado", por lo que ha orientado su planificación urbanística para los próximos 20 años hacia este objetivo: ha limitado a tres plantas la altura máxima de edificación, pro-

mueve la construcción de viviendas bioclimáticas y el 75% de su suelo tiene calificación de rústico, además de desarrollar desde hace años un programa de plantación de árboles en toda la red viaria para estimular su uso peatonal. En esta línea, apuesta por un esquema de movilidad basado en el desplazamiento a pie y en el uso de la bicicleta, para lo que cuenta con una red de carril-bici de 15 km conectada con las de las poblaciones limítrofes.

La eliminación del paso a nivel y la construcción de la nueva ronda son las actuaciones que el Ayuntamiento de Picanya consideraba "imprescindibles" para hacer realidad el modelo urbano previsto. El siguiente paso será el soterramiento completo de la vía férrea, que se prevé cubrir con un gran bulevar ajardinado que permitirá, según el consistorio, "reducir el tráfico de vehículos al mínimo necesario". ■

PLAN DE ELIMINACIÓN DE PASOS A NIVEL

El PI-7 es el paso a nivel número 117 que se ha eliminado en la Comunitat Valenciana de los 125 previstos, como destacó Mario Flores, conseller de Infraestructuras y Transporte, durante el acto de inauguración. En total, las actuaciones de Picanya han supuesto para las administraciones autonómica y central una inversión de 3,5 millones de euros. Sólo quedan por suprimir 8 pasos a nivel en la región y, actualmente, todos ellos se encuentran en obras.



UNA OBRA ESPERADA

Mario Flores, conseller de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana (en el centro de la foto) inauguraba el pasado 29 de abril una obra largamente esperada por la población. "Se trata de un paso más en la resolución de los problemas del tráfico y la seguridad", destacó el regidor.



PASO EXCLUSIVO PARA PEATONES

El paso para peatones mide 2 m de ancho y está equipado con burladeros y semáforos automatizados a ambos lados de la vía. Para el paso de los cortejos fúnebres se ha construido una calzada cerrada de 3 m de ancho, con puerta cancela en ambos extremos dotadas con un sistema de control eléctrico, conectado a los automatismos del paso. El resto queda cerrado, dando continuidad al vallado existente.

PUENTE SOBRE LAS VÍAS

La estructura mide 64x12 m. El tablero consta de 4 vanos de 16 m cada uno, compuesto por 2 vigas artesas prefabricadas de hormigón pretensado, unidas por una losa 'in situ' de 25 cm de espesor. El tablero descansa sobre estribos flotantes con losa de transición y 6 capiteles, cada uno apoyado en una pila de sección octogonal. La anchura total del vial es de 12 m, y la sección se compone de 2 calzadas de 3,5 m y un carril-bici de 3 m.

NUEVA RONDA URBANA

La longitud de la nueva ronda, que canaliza el tráfico rodado, son 920 m, con un itinerario ciclista-peatonal. La anchura total de la calzada es de 18 m: es asimétrica, compuesta por 2 carriles de 3,25 m de ancho por sentido y mediana de 1 m. El vial también incluye el carril-bici de 3 m y 2 rotondas, con un diámetro exterior de 32 m, 2 calzadas anulares de 4 m y arcenes de 0,5 m de ancho cada uno.



UBICACIÓN PRIVILEGIADA

Situado entre Cuenca y Valencia, próximo a las Hoces del Cabriel, el viaducto forma parte de la nueva línea de Alta Velocidad Madrid–Valencia. Para favorecer su integración en un entorno protegido ha sido diseñado con un aspecto ligero y estilizado, respetando estrictas normas medioambientales.

Pruebas de carga definitivas en el Viaducto de Contreras

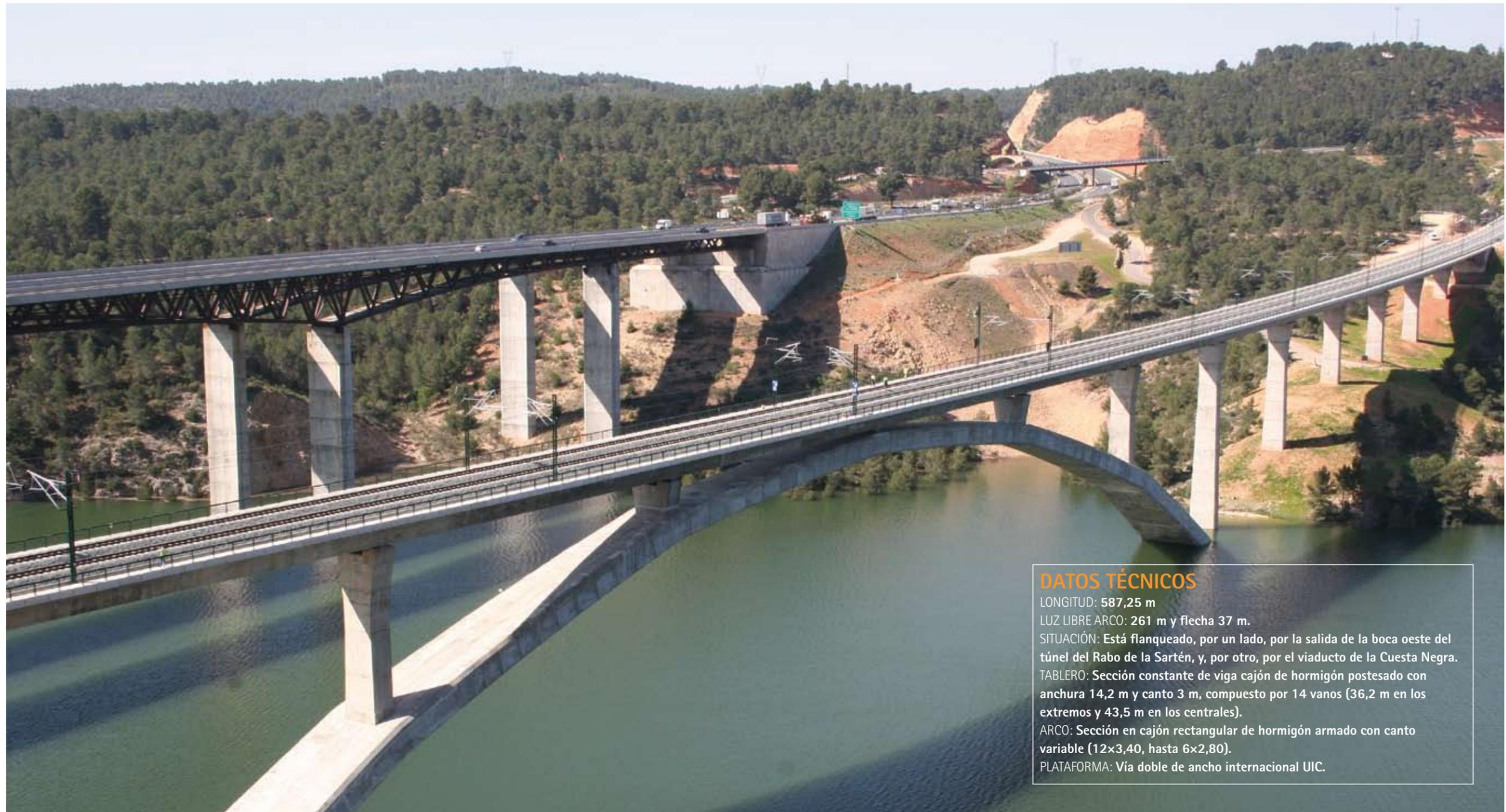
Cuestión de peso

Cuatro trenes formados cada uno por una locomotora y cinco tolvas, con un peso total de más de 2.100 toneladas, han sido los pesos utilizados por los ingenieros y técnicos de Adif e INECO TIFSA para comprobar la resistencia del viaducto sobre el Embalse de Contreras.

Por Javier Cortezo, Justo Carretero y Pablo S. Garetá (Dir. de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación).

Los trabajos finales de instrumentación y pruebas de carga llevados a cabo el pasado abril sobre el viaducto del Embalse de Contreras han dado un resultado satisfactorio. Se realizaron sobre el terreno pruebas de resistencia con un tren de carga (con datos conocidos) circulando a distintas velocidades (pruebas dinámicas), así como en varias posiciones conocidas de velocidad nula (pruebas estáticas). El análisis de los resultados sirvió para emitir las conclusiones y recomendaciones oportunas al contrastar los valores con los resultantes del cálculo teórico efectuado.

En la prueba se sometió la estructura a un peso de 2.116 toneladas (4 locomotoras de 129 toneladas y 20 tolvas de 80 toneladas), lo que suponía un último paso tras las pruebas realizadas con camiones en junio de 2009. Una vez terminada esta fase de medición se cierra una etapa más para la prevista inauguración de la línea a finales de año, en la que se habrán



DATOS TÉCNICOS

LONGITUD: 587,25 m

LUZ LIBRE ARCO: 261 m y flecha 37 m.

SITUACIÓN: Está flanqueado, por un lado, por la salida de la boca oeste del túnel del Rabo de la Sartén, y, por otro, por el viaducto de la Cuesta Negra.

TABLERO: Sección constante de viga cajón de hormigón postesado con anchura 14,2 m y canto 3 m, compuesto por 14 vanos (36,2 m en los extremos y 43,5 m en los centrales).

ARCO: Sección en cajón rectangular de hormigón armado con canto variable (12x3,40, hasta 6x2,80).

PLATAFORMA: Vía doble de ancho internacional UIC.



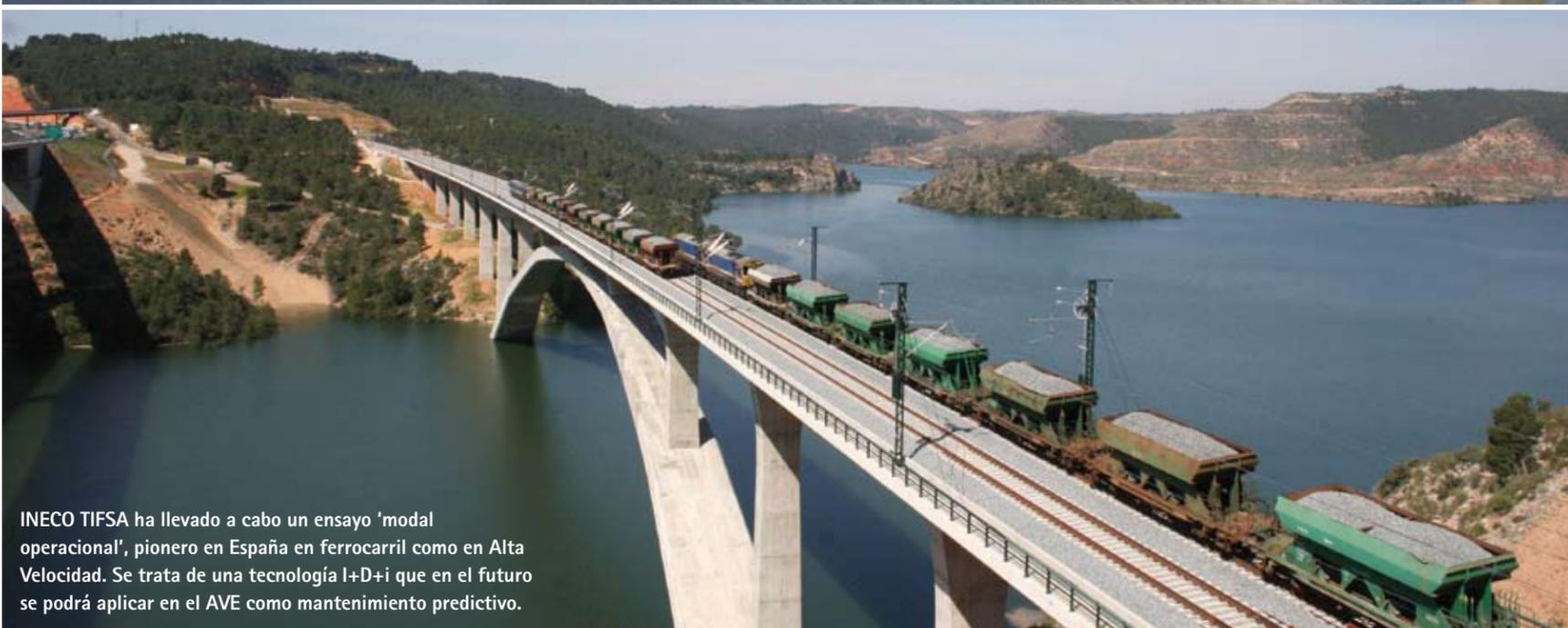
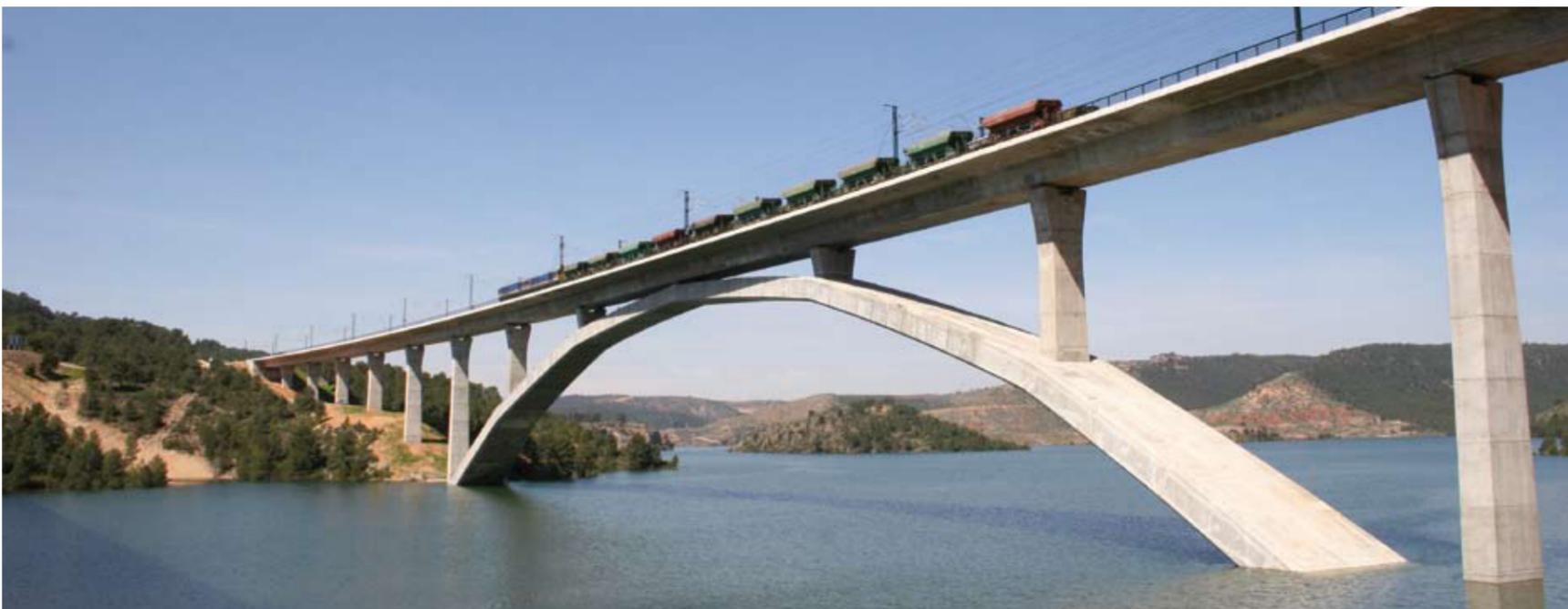
realizado un total de 77 pruebas de carga en los más de 140 puentes y viaductos, dentro de los tramos que tiene adjudicado INECO TIFSA.

El Viaducto de Contreras, auténtico icono de la moderna ingeniería civil española, tiene una longitud de 587 m, con 14 tramos, algunos de los cuales descansan sobre un arco de 261 m de luz, lo que le posiciona como uno de los mayores de Europa. Su difícil proceso constructivo se ha realizado totalmente *in situ* mediante auto-cimbra desplazable para los tableros, encofrado trepante para las pilas y un complejo sistema mixto de cimbra, dovelas sucesivas y atirantado temporal para el arco.

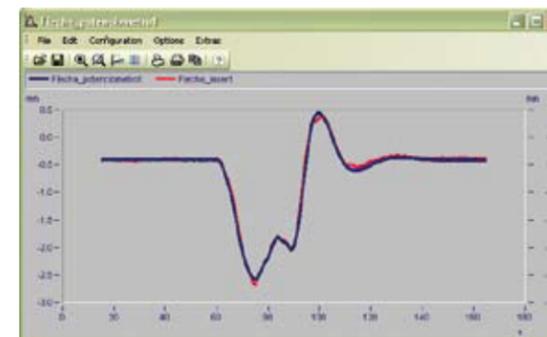
Técnica de georadar

Debido a que el arco cruza el embalse sobre una altura del tablero hasta el suelo de 105 m (40 m desde el tablero hasta el agua, más otros 65 m de profundidad), no se pueden tirar los cables de acero que se utilizan habitualmente para medir los descensos hasta el suelo. Por ello, se ha utilizado una técnica de georadar, un innovador sensor de monitorización remota de movimientos y deformaciones estructurales. Cabe destacar, también, el empleo y desarrollo llevado a cabo en INECO TIFSA de un nuevo sistema de medición de la deformada del tablero desde dentro del cajón, mediante dispositivo láser. Este desarrollo ha sido revisado y mejorado con láseres de alta precisión que permiten detectar cualquier deformación con un alto nivel de precisión.

En una de las fotografías pequeñas de la página 19 se puede ver montado el sistema desarrollado por la Agrupación, con el láser en el trípode y el sistema de cable y peso correspondiente. Se puede afirmar que en las pruebas reales realizadas en el Viaducto de Contreras mediante este sistema el funcionamiento fue incluso mejor al esperado. ■



INECO TIFSA ha llevado a cabo un ensayo 'modal operacional', pionero en España en ferrocarril como en Alta Velocidad. Se trata de una tecnología I+D+i que en el futuro se podrá aplicar en el AVE como mantenimiento predictivo.



UNA COMPARATIVA

En esta imagen se puede apreciar la comparativa entre el sistema tradicional de medición de la deformada del tablero y el nuevo desarrollado por INECO TIFSA en los años 90. La línea roja muestra la excelente fiabilidad del trabajo de medición con un láser de alta precisión.

Procedimientos innovadores



ACTUACIONES DE INECO TIFSA

La deformada del arco se ha medido por tres procedimientos:

1. Nivelación topográfica de alta precisión para el seguimiento de la deformada del tablero sobre las pilas que se apoyan en el arco.
2. Nivelación topográfica del propio arco mediante estación total.
3. Registro automático de 8 puntos del arco, los mismos que los anteriores, pero a través de una nueva tecnología (Georadar). Se mide en estática y dinámica (hasta 100 dat/seg).

Adicionalmente, el arco se ha controlado tensionalmente mediante la disposición de 16 bandas extensométricas. Se completa con la colocación de otras 12 bandas adicionales en el tablero.

EPlanAirport: desarrollo I+D+i de la Agrupación Procesos sencillos para estudios complejos

INECO TIFSA ha desarrollado una web que facilita la realización de los estudios de sistemas aeroportuarios. En ese entorno se integran distintos programas comerciales de simulación, logrando que el proceso de obtención de datos sea más rápido y sencillo.

Por **Juan Carlos García Ballesteros** y **Jaime García Sáez** (Aeronáutica).

El proyecto EPlanAirport se ha llevado a cabo dentro de las actividades de innovación de la dirección de Gestión y Planificación ATM de INECO TIFSA. Se trata de una herramienta que responde a una necesidad real de los explotadores de los aeropuertos,

permitiendo que, para la toma de decisiones de alto nivel, se pueda disponer de un conjunto relevante de datos obtenidos vía web, que ayuden en la planificación de las infraestructuras y las operaciones aeroportuarias. EPlanAirport permite conocer, por ejemplo, la capacidad, el retraso o los datos medioambientales de un aeropuerto, cuándo acontece un cambio en un procedimiento operacional o si se cuenta con una nueva infraestructura en el aeropuerto, entre otros datos. EPlanAirport fue uno de los proyectos de innovación seleccionados en 2008 por el Comité de Innovación de la Agrupación.

La nueva herramienta web busca mejorar la eficiencia de los procesos de simulación, separar las tareas de análisis y explotación de los datos de las de manipulación de soft-

ware/simuladores y proporcionar un modelo de análisis aeroportuario único a través de un interfaz amigable.

Ejecución automática

EPlanAirport emplea un conjunto de herramientas comerciales, actualmente bien conocidas y validadas por los expertos, para ejecutar automáticamente un flujo de trabajo que, de otra manera, sería ejecutado de forma manual. Esta automatización extenderá el uso de las actuales herramientas de simulación sin necesidad de instalar un nuevo programa en el ordenador del cliente, ya que sólo se requiere un navegador web convencional como único interfaz gráfico entre el usuario y el flujo de ejecución que simula. Este entorno gestiona la preparación de la información de entrada,

aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información dinámica al usuario.

Para proporcionar interoperabilidad y extensibilidad entre estas aplicaciones, y que al mismo tiempo sea posible su combinación para realizar operaciones complejas, es necesaria una arquitectura de referencia estándar. En todo este proceso intervienen una serie de tecnologías que hacen posible esta circulación de información de manera convencional. Por un lado, se cuenta con

SOAP (Protocolo Simple de Acceso a Objetos, en sus siglas en inglés), un protocolo basado en XML que permite la interacción entre varios dispositivos y que tiene la capacidad de transmitir información compleja. Por otro lado, los datos pueden ser transmitidos a través de HTTP, SMTP, etc.

Durante la evolución de las necesidades de las aplicaciones basadas en servicios web de las grandes organizaciones se han desarrollado mecanismos que permiten



OBJETIVO CONSEGUIDO

Con EPlanAirport se ha conseguido desarrollar un 'framework' de servicios web capaz de evaluar e integrar diferentes herramientas comerciales. De ese modo proporciona el marco de servicios que debe satisfacer una plataforma de simulación para así integrarse y poder accederse vía web.



su ejecución en coordinación con otros simuladores y el análisis de los resultados.

El papel de la simulación es evaluar alternativas para el apoyo a la toma de decisiones o como soporte a la investigación y el desarrollo de nuevos conceptos. En estos modelos, basados en simulación, no se obtienen soluciones generales, sino particulares para distintas condiciones de entrada. Esto permite, por un lado, la experimentación controlada y el análisis de sensibilidad, pero, por otro, son estudios de gran complejidad que exigen mucho tiempo y esfuerzo hasta su correcta calibración.

Las principales ventajas frente a las herramientas convencionales existentes en el mercado son su simplicidad, su tiempo de respuesta –ya que no es necesario construir un nuevo modelo en cada estudio– y su coste. Además, EPlanAirport abre el rango de potenciales usuarios, dado que habilita el uso de costosas herramientas de simulación, lo que requeriría tanto una inversión elevada en servidores e instalaciones dedicadas a ellos, como una alta especialización para formar expertos en dichos procesos de simulación. ■

Así funciona

Al ofrecerse como un 'framework' se dota de una tecnología con capacidad para interoperar en la web. Esta tecnología intercambia datos entre las diferentes aplicaciones con el objetivo de ofrecer unos servicios. EPlanAirport ofrece, por tanto, sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios (plataformas de simulación como SPADE) solicitan uno o varios servicios, llamando a estos procedimientos a través de la web. Estos proporcionan incluso mecanismos de comunicación estándar entre diferentes

enriquecer las descripciones de las operaciones que realizan sus servicios mediante anotaciones semánticas y con directivas que definen el comportamiento. Esto permite encontrar los servicios web que mejor se adaptan a los objetivos deseados. Además, ante la complejidad de los procesos de las grandes aplicaciones empresariales, existe una tecnología que permite una definición de estos procesos mediante la composición de varios servicios web individuales, lo que se conoce como coreografía.

FOROS EN LOS QUE SE HA PRESENTADO EPLANAIRPORT		
EVENTO	FECHA	LOGO
ATC Global (Ámsterdam)	Marzo 2009	
WMSCI (Orlando)	Junio 2009	
CEAS (Mánchester)	Octubre 2009	
AITEM (Nueva Orleans)	Marzo 2010	
SCCE (Atenas)	Julio 2010	



SEIS MESES A CONTRARRELOJ

Entre los trabajos más complejos de la segunda fase de las obras destaca la instalación de protecciones contra desprendimientos: para transportar las barreras dinámicas a zonas elevadas se usaron helicópteros (imagen de la izda.) y para la colocación de mallas metálicas se requirió personal especializado en

escalada (dcha.). Durante el cierre de la línea (hasta el pasado 23 de abril) para acometer estos y otros trabajos incompatibles con la circulación, Renfe habilitó un servicio especial de autobuses que utilizaron 45.000 viajeros. En cuanto a las mercancías, se transportaron por carretera o en rutas ferroviarias alternativas.

La línea Ronda–Algeciras reabre para afrontar la fase final de renovación

Contra el tiempo y la montaña

Esta línea, única conexión ferroviaria del mayor puerto de España, se reabrió en abril tras 6 meses de trabajos en una abrupta área de montaña. INECO TIFSA se encarga de la dirección, control y vigilancia de la obra, entre otros trabajos.

Redacción **itransporte**, con la colaboración de **Óscar Sáiz** (Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento).

Las obras de renovación integral de la línea de ferrocarril que enlaza el puerto de Algeciras con Ronda y Bobadilla (ver número 22 de **itransporte**) y con el resto de la red nacional y europea, acaba de entrar en su tercera fase. El pasado abril se reabrió al tráfico ferroviario tras 6 meses de corte de la circulación para acometer los trabajos de la segunda fase.

El objetivo de Adif es incrementar la capacidad y fiabilidad de la línea de ancho convencional, en vía única y sin electrificar. Para ello se está electrificando y adaptando para velocidades de hasta 160 km/h, se preparará para implantar el tercer carril de ancho europeo, se duplicarán las vías y se renovará la plataforma.

La mejora de esta antigua línea, inaugurada en 1890, reviste una enorme complejidad, principalmente por tres motivos: la orografía montañosa del trazado, con numerosas y fuertes pendientes –en su mayor parte discurre en plena serranía de Ronda, encajonada en el cañón del río Guadiaro–, su ubicación en un área natural protegida y la necesidad de ejecutar los trabajos con la mayor celeridad posible, dado su carácter estratégico: es la única conexión ferroviaria existente con el mayor puerto de España y, de hecho, está incluida por la Unión Europea en el "eje prioritario número 16" de las redes Transeuropeas de Transporte. A estos

condicionantes previos se ha unido la climatología adversa de este invierno, con fuertes temporales.

La Declaración de Impacto Ambiental de 2006 (DIA) establece medidas de protección de la fauna y flora de los Parques Naturales de Grazalema y Los Alcornocales. Aunque reconoce que la obra terminada no perjudicará estos espacios protegidos, los trabajos de mejora sí podrían hacerlo, lo que ha supuesto limitaciones que han complicado la ejecución: no está permitido abrir nuevos accesos a los diferentes tajos ni instalar plantas de hormigón en la zona, por lo que tanto el material como el personal han tenido que recurrir a la propia plataforma de la vía. A ello se añaden las interrupciones por las paradas biológicas (la próxima será entre junio y septiembre). ■

TRABAJOS DE INECO TIFSA

La Agrupación tiene a su cargo la dirección de obra y A.T. de control y vigilancia de dos de los tres tramos del trazado, de 177,5 km en total (Ronda–Cortes de la Frontera y Cortes–San Pablo de Buceite). Para el último (San Pablo–Algeciras) está elaborando los estudios de alternativas y la documentación ambiental, y redactando el proyecto constructivo Almoraima–Algeciras, que incluye un ramal entre la estación de mercancías de San Roque y el puerto.



COLOCACIÓN DE TRAVIESAS

Se ha sustituido el existente por balasto síliceo nuevo y se han instalado traviesas polivalentes tipo PR-01 y AM-05, carriles 60 E1 y carriles UIC-54.



VÍA EN RENOVACIÓN

En un espacio escaso y sin apenas accesos se han movido 1.000 trabajadores, 250.000 toneladas de balasto, 100.000 traviesas y 120 km de carril.



BOMBA HORMIGONADO

Las fuertes lluvias han complicado los trabajos, ya muy condicionados por la orografía montañosa y las medidas de protección ambiental.



REFUERZO

Se establecieron turnos 24 horas al día, 7 días por semana, y dos puestos de mando comunicados por radio en las localidades de Ronda y Gaucín.



SOSTENIMIENTO

Se han ejecutado trabajos de renovación –sostenimiento, refuerzo y rebaje de solera– en 14 túneles, que suman un total de 3.706 m.



FRESADORA PARA REBAJE DE SOLERA

El rebaje de la solera de roca necesario para aumentar el gálibo y poder instalar la catenaria se realizó con potente maquinaria de minería.

VÍA GENERAL

Actuaciones



TERCERA FASE DE OBRAS

La tercera y última fase de obras ya se está ejecutando. Ésta no requerirá, de acuerdo a las previsiones de Adif, de nuevos cortes de tráfico ferroviario. Como actuaciones complementarias a la renovación integral de la línea Ronda–Bobadilla–Algeciras se remodelará la estación ferroviaria

de Algeciras y se pondrá en marcha un plan para la eliminación de los 125 pasos a nivel existentes. Se construirá, además, un nuevo tramo ferroviario entre las localidades de Ronda y Antequera, actualmente en fase de estudio informativo.

PROTECCIÓN DE LADERAS



MURO DE CONTENCIÓN

La ejecución de muros de contención y otros elementos, que continuará en la tercera fase de obras, es básica para mejorar la seguridad.



PALA REBAJANDO TALUD

La mayor parte de los 177,5 km de trazado discurren entre laderas con fuertes desniveles y con frecuentes desprendimientos de tierra.



BARRERAS DINÁMICAS

Se han reforzado taludes y terraplenes con inyecciones, muros de escollera en las riberas del río, mallas metálicas y barreras dinámicas.

FALSOS TUNELES



SOLUCIONES 'AD HOC'

La construcción de 575 m de falsos túneles, complementarios a los túneles, requirió soluciones alternativas, adaptadas a la situación de la obra.



MONTAJE DEL FALSO TÚNEL

Se emplearon 200 grandes dinteles prefabricados de hormigón –diseñados especialmente para esta obra– para construir los falsos túneles.



COLOCACIÓN DE DINTEL CON GATO

Un equipo de cuatro vigilantes, otros tantos de topografía, un jefe de unidad y un ayudante por cada tramo asistieron la obra en todo momento.

Resumen de trabajos

TRAMO 1: RONDA / CORTES DE LA FRONTERA (59,6 km)

CONSTRUCTORA: AZVI

- Renovación de la vía general, a excepción de la variante del río Guadiaro: sustitución del balasto e instalación de traviesas polivalentes tipos PR-01 y AM-05, carriles 60 E1 y UIC-54.
- Consolidación de terraplenes mediante inyecciones IRS (Repetitivas Selectivas) e inyecciones IU (Únicas).
- Rebaje de la rasante de la cota de la vía actual en zonas donde existe excesivo espesor de balasto y escasa anchura útil de plataforma.
- Construcción de un nuevo paso inferior bajo la línea del ferrocarril en el P.K. 82+233, próximo al actual, construcción de un P.I. empujado por método Petrucco en el P.K. 78+448, ampliación del P.I. existente en el P.K. 85+220 y construcción de un nuevo paso inferior en la variante del Guadiaro (P.K. 106+372), denominado P.I. Arroyo de La Vega.

- Formación de vías de apartado de mayor longitud en ciertas estaciones, lo que ha implicado la ejecución de una variante en la estación de La Indiana.
- Recreido y prolongación de andenes hasta 200 m en las estaciones de Arriate, La Indiana, Benaoján y Jimera de Libar

EN EJECUCIÓN

- Impermeabilización de túneles.
- Ejecución de muros con pantallas de carriles, barreras dinámicas, mallas de guiado y redes de cables, bulonado, etc.
- Mejora del drenaje mediante la construcción de nuevas cunetas de plataforma y limpieza de las existentes.
- Reparación y refuerzo de las estructuras.
- Integración ambiental de las zonas alteradas por la ejecución de la nueva infraestructura.
- Nuevo viaducto sobre el río Guadiaro.

TRAMO 2: CORTES / SAN PABLO DE BUCEITE (20,6 km)

CONSTRUCTORA: U.T.E CORTES-SAN PABLO (ACCIONA-COMSA)

- Renovación de la vía general, excepto en las estaciones de Cortes, Gaucín y San Pablo.
- Construcción de un tramo en la variante del viaducto P.K. 118.
- Recreido y prolongación de andenes en todas las estaciones.
- Consolidación de terraplenes mediante inyecciones.
- Tratamientos de sostenimiento de los túneles previos al rebaje.
- Rebaje de túneles.
- Colocación de falsos túneles.
- Colocación de elementos de protección como mallas y barreras dinámicas.
- Construcción de nuevas O.D.T. (Obras de Drenaje Transversal).

EN EJECUCIÓN

- Construcción del drenaje longitudinal.
- Renovación con traviesas polivalentes tipo PR-01 y carriles UIC-54 de segundo uso en las vías secundarias.
- Muros de hormigón, gaviones y elementos de estabilización de trincheras.
- Reparación y limpieza de antiguas O.D.T.
- Reposición de servicios afectados.
- Restauración ambiental.
- Realización de paseos.
- Actuaciones en el trasdós del muro de contrafuertes.
- Actuaciones en instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Refuerzo de puentes.



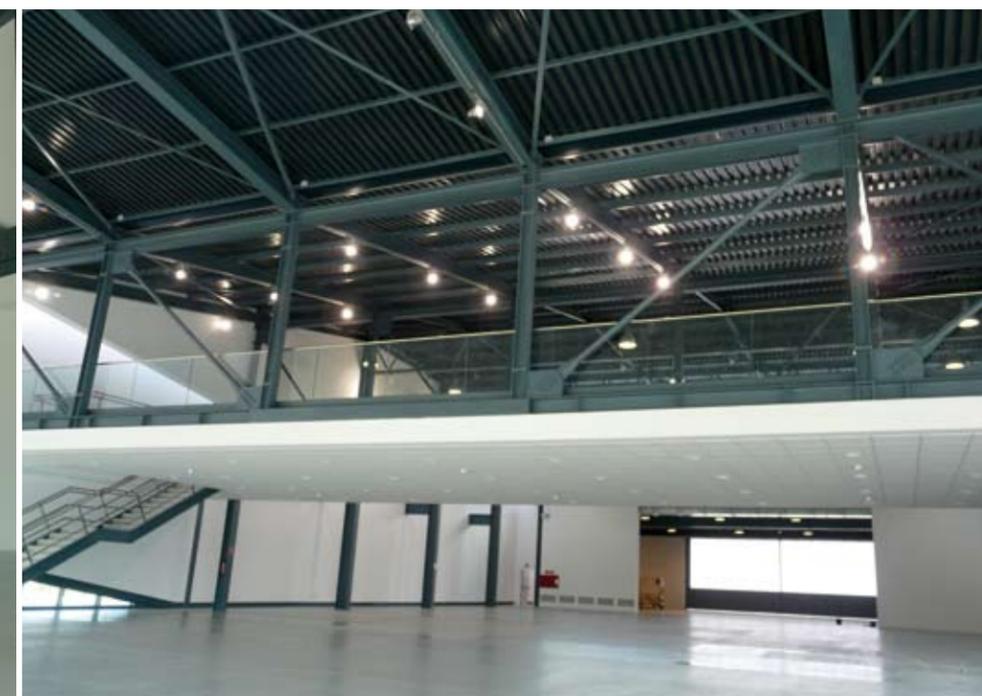
LUGAR DE ENCUENTRO

Aena quiere que el nuevo Centro Cultural se convierta en un lugar de encuentro para expertos en aeronáutica. El edificio se ha levantado cerca de la Terminal 2C, junto a la antigua torre de control, donde es perfectamente visible desde la carretera de salida del aeropuerto.

3.000 m² dedicados a exposiciones, talleres o conferencias



Con un diseño similar al de un hangar, el Centro Cultural acogerá una exposición permanente sobre el transporte aeronáutico, además de un taller de restauración de aviones antiguos.



Un espacio cultural para El Prat

Finalizan las obras de construcción del nuevo Centro Cultural Aeronáutico, ubicado en el aeropuerto de El Prat de Barcelona. La Agrupación se ha encargado de la dirección de las obras, con el apoyo de la empresa IBERINSA.

Por **Roberto Serrano** (Aeronáutica).

NECO TIFSA recibió en 2008 el encargo de la Dirección del Plan Barcelona de Aena de ocuparse de la dirección de las obras del nuevo Centro Cultural Aeronáutico, que tenían previsto construir en una de las nuevas parcelas urbanizadas del lado tierra de la ampliación del aeropuerto de El Prat. Las obras comenzaron a principios de aquel mismo año,

prolongándose hasta mediados de 2009. El proyecto había sido redactado con anterioridad por la empresa Ibérica de Estudios e Ingeniería (IBERINSA), que también proporcionó apoyo a la Agrupación durante la ejecución de las obras.

El edificio se concibe a partir de una piel exterior que configura un zócalo de 7 m de

altura. Esta elevación en el extremo genera, bajo su volumen, la entrada principal a través de un cerramiento de vidrio de 4 m de altura que deja ver, como un escaparate, buena parte de los aviones expuestos en el interior. Bajo esta boca se accede al vestíbulo de entrada, sobre el que asoman las dependencias de la administración situadas en el nivel superior, junto a la sala de exposición del aeropuerto. En el vestíbulo se concentran la recepción, la guardarrropía, los aseos y el ascensor, y a cada lado de este volumen se encuentra el acceso a las salas de exposición y a la sala de proyecciones y conferencias. De esta forma se plantea

la posibilidad de utilizar el espacio destinado a sala de conferencias independientemente del resto de las instalaciones del centro.

En la sala de proyecciones, con una capacidad máxima para 450 personas, se generan dos lucernarios que permiten la entrada de luz natural, junto a otro lucernario lineal sobre una de las paredes laterales. De este modo, la sala es sensible de ser compartimentada, ya que gracias a los dos lucernarios se puede dotar a las dos posibles salas resultantes, que podrían ser utilizadas como aulas, de características espaciales y lumínicas similares.

Las salas de exposición se combinan en dos niveles en un mismo espacio. La *Sala de la Aeronáutica*, con una superficie de 1.300 m², tiene dos espacios totalmente diferenciados: uno en contacto con la fachada principal –punto

por el que accedemos desde el vestíbulo, con una altura media de 10 m, que permite tener aviones en superficie y suspendidos de la estructura– y otro, de dimensiones cuadradas, donde la cubierta adquiere su máxima altura

UNA DISTRIBUCIÓN ORIGINAL

El Centro Cultural tiene una superficie en planta de aproximadamente 3.000 m², con una altura variable según las necesidades y el programa del interior. Al mismo tiempo, se subdivide en dos franjas contiguas: la primera (1.900 m²) corresponde a las salas de exposición y talleres, mientras que la segunda (1.100 m²) se destina al programa de servicios derivado del Centro Cultural: vestíbulo de entrada, recepción y guardarrropa, aseos, administración y biblioteca, un salón de actos, los almacenes y los vestuarios de personal.

(11,54 m) buscando la luz de norte mediante una obertura de 3 m de altura y 25 m de anchura, que proporciona al visitante la visión del cielo como telón de fondo de los aviones que se exponen.

Bajo la misma cubierta se dispone, como un balcón sobre la misma, la *Sala de Exposiciones del Aeropuerto*, de 275 m² de superficie aproximada, a la que se accede mediante dos escaleras situadas en los extremos.

Por último, la fachada trasera del edificio presenta un carácter y acabado totalmente diferente al resto. A ella dan los talleres destinados a restauración (300 m² de superficie) y los almacenes (140 m²), a los que se accede a través de unas puertas metálicas de grandes dimensiones, con un muelle de descarga de 175 m². ■



PRECISIÓN Y SENCILLEZ

Los algoritmos facilitan cualquier tipo de proceso al ofrecer un conjunto de instrucciones para realizar una actividad. La obtención de este modelo matemático permitirá agilizar la toma de decisiones en el análisis del tráfico aéreo, un proceso complicado donde cualquier cambio afecta a la red completa de aeropuertos.

Herramientas de cálculo de tráfico en la red aeroportuaria

$$\min \sum_{i \in O} \sum_{j \in D} T_{ij} (\log T_{ij} - \log t_{ij} - 1)$$

La gestión del tráfico aéreo requiere cada vez más de una adecuada previsión de la demanda futura, ya que cualquier mínimo cambio afecta a la red completa de aeropuertos. INECO TIFSA y Aena, en colaboración con la ETSIA, han desarrollado una herramienta que permite calcular las futuras matrices de tráfico aéreo.

Por **Carlos A. Jiménez** (Aeronáutica) y **Javier Barbas**, profesor titular del Departamento de Matemática Aplicada y Estadística de la UPM.

En el análisis del tráfico de cualquier aeropuerto se busca construir una prognosis utilizando diferentes métodos, como pueden ser los modelos de regresión, haciendo consideraciones sobre los incrementos de los vuelos punto a punto o previendo nuevos destinos. Con carácter general se dispone de la previsión de tráfico de cada aeropuerto independientemente del efecto de la red, es decir, disponemos de una estimación del volumen de pasajeros y operaciones de un aeropuerto en un momento del futuro, pero no sabemos sus destinos ni sus orígenes.

¿Es posible conocer la matriz de Origen/Destino de un aeropuerto concreto, en algún momento del futuro, teniendo en cuenta los demás nodos de la red? INECO TIFSA y Aena, en el marco de su Oficina de Previsiones, han iniciado una colaboración con el Departamento de Matemática Aplicada y Estadística de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos (ETSIA), para desarrollar una herramienta que permita prever las futuras matrices de tráfico aéreo de la red de aeropuertos. Anteriormente, la administración espacial norteamericana (NASA) había desarrollado un programa que permite prever la programación diaria futura de un aeropuerto mediante la implementación de diferentes algoritmos matemáticos.

Si los datos históricos del tráfico los disponemos en un cuadro de dos dimensiones, en el que filas y columnas representan, respectivamente, los aeropuertos de origen y destino, y el valor de sus elementos indica el número de pasajeros o aviones que se han desplazado en ese corredor para un periodo de tiempo especificado, tendremos una *matriz de O/D*. Con las estadísticas actuales resulta fácil construir las matrices de origen destino para cualquier periodo temporal (años, meses o días): la suma de sus elementos por líneas nos dará el tráfico total del aeropuerto. Si suponemos que dicho tráfico está equilibrado, será el doble de las llegadas o las salidas. Este valor forma parte de la prognosis.

Un caso particular

Para obtener la *matriz de O/D* futura a partir de los datos históricos se emplea un tipo de algoritmos matemáticos conocido como FRATAR. Estos algoritmos son un caso particular de los que resuelven el problema *biproportional matrix balancing*, en los que la velocidad de convergencia hacia la solución se ha aumentado imponiendo condiciones, sobre todo de simetría, a la *matriz de O/D* de partida.

Volviendo sobre la red de aeropuertos, la matriz de despegues y aterrizajes, es decir, la desagregación del tráfico por corredores, es un problema que se corresponde con el

modelo matemático anterior, y se expresa empleando las siguientes ecuaciones:

$$\sum_j T_{ij} = D_i, i \in A, \quad [1]$$

$$\sum_i T_{ij} = A_j, j \in A, \quad [2]$$

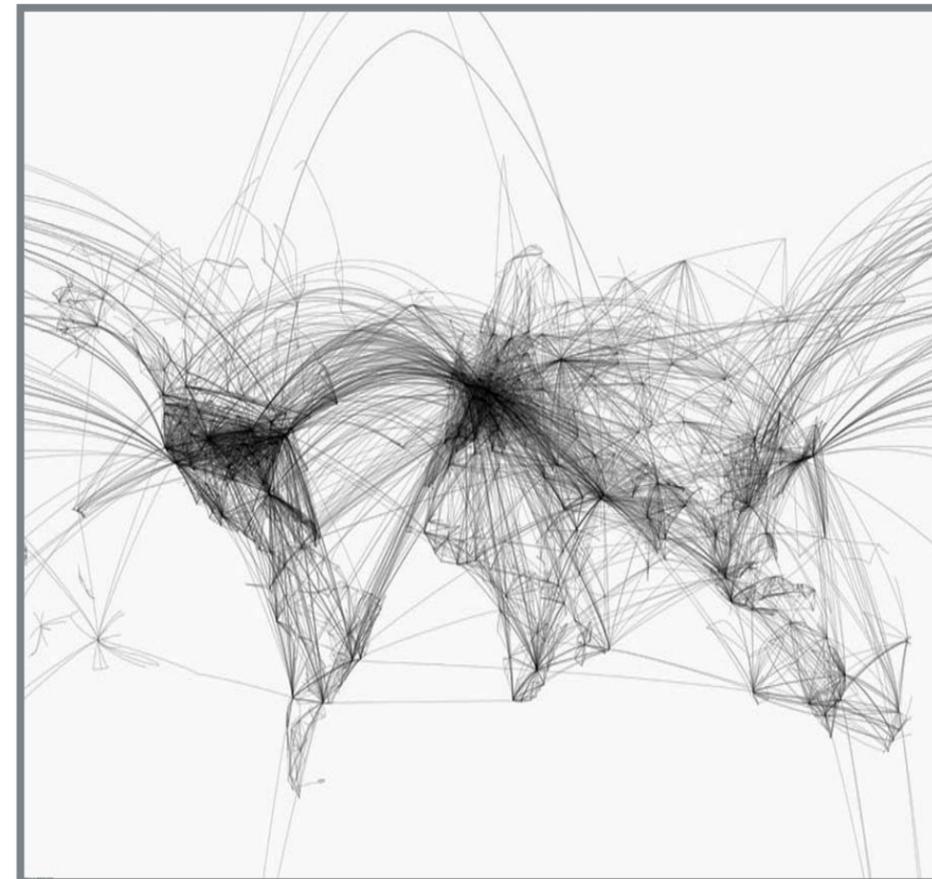
Ambas indican que en el año objetivo, el momento del futuro que se quiere estudiar, las salidas y llegadas, son iguales al valor de la prognosis. En total, se dispone de un sistema de dos ecuaciones lineales por cada aeropuerto de la red. La información relativa al reparto de tráfico se obtiene a partir de la *matriz de O/D* conocida en un momento anterior t_{ij} , donde ij pertenecen al conjunto de aeropuertos a estudiar.

Para dar respuesta a la pregunta inicial se establece como modelo matemático:

$$\min \sum_{i \in O} \sum_{j \in D} T_{ij} (\log T_{ij} - \log t_{ij} - 1) \quad [3]$$

En esta ecuación, O es el conjunto de los orígenes de vuelos en la red (salidas) y D , el conjunto de destinos (llegadas). No es necesario que se establezcan todos los aeropuertos como origen y destino.

Las restricciones del modelo son que la red esté equilibrada, es decir, que no haya sumideros de movimientos ($\sum_{i \in O} D_i = \sum_{j \in D} A_j$) y que el tráfico en un corredor siempre ha de ser nulo o positivo, pero no negativo. Así se



UNA VISIÓN DIFERENTE. 'Líneas Aéreas' es un proyecto artístico del polifacético Mario Freese, donde se muestran todas las rutas aéreas del planeta representadas por su trayectoria.

puede demostrar que el problema es convexo, que tiene solución y que esta es única.

Para la resolución del modelo presentado en [3] se ha desarrollado un algoritmo iterativo de punto fijo, con variables

$$a_i, i \in O \text{ y } b_j, j \in D$$

y ecuaciones:

$$a_i \sum_{j \in D} b_j t_{ij} = D_i, i \in O \quad [4]$$

$$b_j \sum_{i \in O} a_i t_{ij} = A_j, j \in D \quad [5]$$

Estos coeficientes a_i y b_j están relacionados con la modificación del total de tráfico de origen y de destino en cada nodo, pero no se corresponden con los cocientes de estos tráficos en los años base y objetivo. Mediante iteraciones sucesivas, fijando un valor para el error del cálculo, se obtendrá la solución de cada una de las celdas de la *matriz de O/D* de la red, que representa el tráfico del corredor:

$$T_{ij} = a_i b_j t_{ij}, i \in O, j \in D \quad [6]$$

Este algoritmo ha sido implementado en una aplicación desarrollada en lenguajes C y Java, y en breve estará disponible en la aplicación de la Oficina de Previsiones de Aena. Aunque en la literatura estos algoritmos FRATAR son el estándar más empleado para la modelización de tráfico futuro, las condiciones que imponen a los datos de entrada son demasiado restrictivas y no se corresponden con los datos reales. El modelo matemático desarrollado en esta colaboración es más flexible y ha permitido, garantizando la solución única óptima del problema, diseñar una herramienta válida con diversas aplicaciones.

En definitiva, se puede calcular, por un lado, el valor del tráfico del corredor en un momento del futuro, teniendo la prognosis del aeropuerto para ese momento y las estadísticas adecuadas. Y, por otro, se logra estimar la sensibilidad de la red a un cambio de escenario en un aeropuerto concreto. A efectos del algoritmo, el momento puede referirse a un año, un mes o un día, lo que supone la posibilidad de asignar vuelos en intervalos temporales concretos. Esto permitirá, en una segunda fase de la colaboración, sustituir el conjunto D de aeropuertos por franjas horarias, es decir, generar planes de vuelo diarios de cada aeropuerto. ■

REFERENCIAS

Prediction of Future Origin Destination Matrix of Air Passengers by Fratar and Gravity Models, Rakhmat Ceha and Hiroshi Ohta, Computers and Eng. Vol. 33, Nos 3--4, pp. 845-848, 1997

Future Air Traffic Growth and Schedule Model User's Guide, NASA/CR-2004-213027

A heuristic for the bilevel origin-destination-matrix estimation problem, Jan T. Lundgren, Anders Peterson, Transportation Research Part B 42 (2008) 339-354



ICONOS INTERNACIONALES
TRES ESTADIOS DE IMPACTO
 Wembley, inaugurado en 2007 y diseñado por el célebre Norman Foster, es actualmente uno de los estadios de fútbol más emblemáticos del mundo. Su arco de acero de 133 m y su techo móvil adaptable a las condiciones climatológicas son sus grandes señas de identidad. En una línea similar de popularidad y distinción se mueven otros estadios, convertidos en verdaderos iconos

de las ciudades que los albergan. El sorprendente Allianz Arena, levantado en Múnich con motivo del Mundial de Alemania 2006, llamó la atención en su momento por los cambios de color de esa cápsula lumínica capaz de envolver a 66.000 espectadores. El de Beijing (China), rebautizado como Bird's Nest, también generó un gran impacto por su techo retráctil de dos capas y su malla reticular como fachada.

Tecnología avanzada para celebrar el Mundial de Sudáfrica

Materiales innovadores, diseños vanguardistas y últimas tecnologías son las notas de color en las catedrales del fútbol de Sudáfrica con motivo de la celebración del Mundial 2010.

La anhelada Copa Mundial de Fútbol se celebra en el continente africano por vez primera en su historia. A lo largo de un mes, a partir del 11 de junio, las 32 selecciones clasificadas se exhibirán en alguna de las 10 sedes existentes. Para celebrarlo, Sudáfrica se ha vestido con las mejores galas: se han construido tres nuevos estadios, cinco se han remodelado y dos han sido totalmente reconstruidos.

Levantado de la nada sobre el antiguo emplazamiento del campo de Kings Park (Durban), el estadio Moses Mabhida luce una de las estructuras más llamativas del mundo del fútbol actual. Su cubierta culmina en un impresionante arco de 106 m de altura y 350 m de longitud, que además de servir como sostén para el techo retráctil, será accesible a través de un teleférico. El moderno procesador de vídeo Spyder X20 es otra de las grandes sorpresas tecnológicas que ofrece este estadio. Se trata de una solución avanzada de integración audiovisual que permite mostrar imágenes en directo de gran impacto visual.

Entre el mar y las montañas se ha construido el estadio Green Point (Ciudad del Cabo), con la tecnología necesaria para soportar los fuertes vientos predominantes en la zona. Su diseño ha corrido a cargo del estudio alemán GMP Architekten, responsable también de los nuevos estadios de Durban (Moses Mabhida) y Puerto Elizabeth (Nelson Mandela Bay).

Otro estadio absolutamente vanguardista es el Mbombela (Nelspruit), que cuenta con una techumbre que cubrirá el 95% de las localidades. El material transparente utilizado en su construcción y su falta de anclajes permiten aprovechar al máximo la iluminación y la ventilación natural en los graderíos. Sus artísticos asientos blanquinegros son su característica visual más reconocible.

Partido de apertura y final

El Soccer City (Johannesburgo), sede del partido inaugural y de clausura, se ha convertido tras su remodelación en el estadio más grande del país, con capacidad para 94.700 espectadores. El diseño de la estructura exterior evoca una calabash (vasija africana ancestral) y destacan especialmente su impresionante cubierta elíptica, cuatro pantallas gigantes de alta definición y sus lujosas instalaciones.

El otro estadio de Johannesburgo, el Ellis Park, inaugurado oficialmente en 1928 y sometido a una completa reconstrucción en 1982, ha vuelto a ser remodelado, aumentando su capacidad hasta los 62.000 espectadores, el 9% más que antes. ■



El estadio Green Point de Ciudad del Cabo ha costado más de 480 millones de euros, el 20% más de lo presupuestado inicialmente.



- 1 Green Point
CIUDAD DEL CABO
- 2 Nelson Mandela Bay
PUERTO ELIZABETH
- 3 Moses Mabhida
DURBAN
- 4 Soccer City
JOHANNESBURGO
- 5 Mbombela
NELSPRUIT



Agenda

ARTE



JARDINES FORESTIER QUIETUD EN EL PAISAJE

Están en Castilleja de Guzmán. Miran a Sevilla. Catalogados como Bien de Interés Cultural por la Junta de Andalucía, se mantienen a salvo de su destrucción. Pero queda pendiente su rehabilitación y conservación para devolverle todo su esplendor. El jardín, diseñado en los años 20 del siglo pasado por Jean-Claude Nicolas Forestier (rehabilitó el sevillano Parque de María Luisa), es un compendio de

jardín barroco, romántico y árabe. Podríamos bautizar este eclecticismo como 'jardín modernista'. No siendo sólo jardín, sino generador de paisaje, se encuentra amenazado por un urbanismo depredador que se extiende. Para admirar sus plantas, pérgolas, fuentes y balcones sobre Sevilla se puede pedir cita en el teléfono 955 72 00 00 (Colegio Mayor del Buen Aire).

Lenguajes del arte y descaro de la economía



La crisis financiera nos empuja a la perplejidad, pero el arte, en su disconformidad, nos salva de las máscaras de la economía.

La otra cara de la grandeza del Mundial de Fútbol es la vida común de los ciudadanos, ahora desorientados por la crisis financiera. De esto nos hablan, precisamente, dos exposiciones en Madrid. *Fetiches Críticos*, en el CA2M (Centro de Arte 2 de Mayo) de Móstoles, y *Principio Potosí*, en el Reina Sofía (MNCARS).

Este último ha coproducido una soberbia exposición de lectura multidimensional y dos planos artísticos entrelazados. A la selección de pintura de la escuela barroca colonial (Escuela Potosí) se contraponen el arte contemporáneo encargado a la sazón como relectura actual de la obra históri-

ca. Viene a decirnos, básicamente, que la crisis de ahora es de la misma naturaleza de lo descrito en las pinturas en Potosí. Arriesga esta exposición que la modernidad comienza en el siglo XVI, con la colonización y extensión del capitalismo desde Europa, al tiempo que nos ilustra, de manera abundante, sobre el papel legitimador del arte para las clases hegemónicas. En el pasado, los cuadros eran narraciones del orden espiritual y religioso, con sus premios y castigos, dogmas y misterios. En el presente, el mercado global del arte eleva al individuo y sus tribulaciones como trasunto de la historia actual.

- 1_ 'Descripción del Cerro Rico e Imperial Villa de Potosí' (1758). Gaspar Miguel de Berrio
- 2_ Vista general de la sala de exposición de 'Principio Potosí', en el MNCARS.
- 3_ 'Lunes negro' (2008). M&X.
- 4_ 'Una vez más educando a la burguesía intelectual' (2009/2010). Bea Schligelhoff.

Un buen ejemplo de este argumento es la obra *Descripción del Cerro Rico e Imperial Villa de Potosí*, donde se nos representa la brutal transformación de este pueblo. Con todo detalle nos muestra dónde vivían las clases sociales, su segregación por estamentos y los distintos barrios crecidos a la sombra del cerro agujereado. Son los efectos sobre el territorio del descontrolado desarrollo, debido entonces a la plata... No muy distinto de lo que puede suceder hoy en algunos rincones del mundo.

La exposición desenmascara la producción artística y cultural como elemento de engaño y poder, y nos permite entenderla, desde la realidad actual, con la creación de un grupo de artistas contemporáneos (León Ferrari, Eduardo Molinari, Isaías Griñolo, Rogelio López Cuenca o Harun Farocki, entre otros). De este modo, el conjunto de lo expuesto cobra pleno valor y deja al

descubierto las paradojas del poder y de la economía.

En el CA2M nos encontramos con el arte político del siglo XXI. El *fetichismo crítico* es la base de la exploración a través de objetos de arte sobre la irracionalidad de la economía y la sociedad moderna. Comisariada por el colectivo mexicano alrededor del periódico *El Espectro Rojo*, se plantean agitar, reflexionar y no conceder tregua a cierta hegemonía artística y conceptual actual. Se nos muestra, por ejemplo, la pieza *Prótesis objetuales*, de la mexicana Fritzia Irizar, un molde en oro de una herramienta de trabajo desgastada. Todas ellas podrían considerarse obras que nos ilustran una cierta reflexión económica surrealista y disidente contra las máscaras de la modernidad, su desarrollo y sus crisis.

La exposición escapa de la etiqueta de "arte político", que la aísla, para construir una alternativa activa que surge de la colaboración de artistas, teóricos y público. Se trata, por tanto, de una muestra compleja con lecturas que nos conciernen. ■

GARGALLO EN LA MEMORIA

Resulta inevitable hacer un ejercicio de memoria histórica. Gargallo fue un escultor de la vanguardia. Exiliado artístico. Después político. Amigo de Picasso, Juan Gris, Manolo Hugué... y elegante rival de Julio González. Sus esculturas son potentes y conocidas. Sus dibujos, fogosos, descatalogados y desaparecidos. M^a José Salazar, conservadora del Reina Sofía, ha culminado una titánica investigación sobre ellos. Su trabajo se edita como catálogo razonado. Una exposición de 70 dibujos se exponen en la Fundación Botín de Santander.



PREMIO PRITZKER 2010

Galardonada la elegancia tranquila de los japoneses Kazuyo Sejima y Ryue Nishizawa

Esta pareja de arquitectos japoneses son miembros del estudio SANAA. Este año, el *Nobel de la arquitectura* les distingue, los escoge para la pléyade de la arquitectura universal. El jurado razonó así su premio: "...Su arquitectura (es) delicada y poderosa de forma, simultánea, precisa y fluida, ingeniosa, pero no demasiado inteligente (o abiertamente inteligente)". Además -a la vista está en sus proyectos y obras construidas-, el jurado añade: "...Edificios que interactúan de manera satisfactoria con el contexto y las actividades que recogen". Los arquitectos Kazuyo Sejima y Ryue Nishizawa ensayan desde la

tranquilidad, no se obsesionan con las formas de manera prejuiciosa. Sus edificios crean una sensación muy experimental, pero es el propio desarrollo del programa que aflora al ser construido el que nos transmite esa sensación singular y fluida. El trabajo de colaboración entre ellos es flexible y complejo, generando abundantes edificios de elegante factura y una promesa de sorpresa y frescura en los nuevos. Este lenguaje tan personal, tan de futuro si no queremos enterrarnos en la barbarie, es el que ha sido destacado en esta edición, por encima de falsas polémicas entre arte o pragmatismo, belleza o funcionalidad.

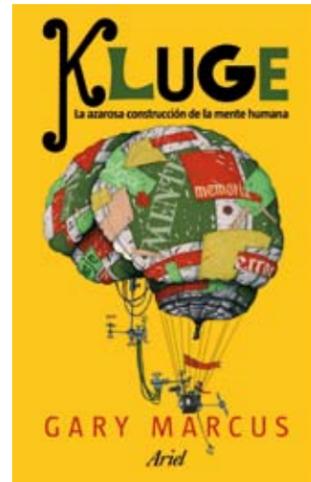
Agenda LIBROS

PSICOLOGÍA / KLUGE. LA AZAROSA CONSTRUCCIÓN DE LA MENTE HUMANA

El cerebro, al descubierto

A paño, embrollo, pastiche, remiendo, parche, componenda... Así se traduce al castellano la voz inglesa *kluge*. Acostumbrados a contemplar el cerebro humano como un ingenio perfecto o a calcular en siglos el tiempo que la ciencia tardará en construir una máquina que iguale las capacidades de la materia gris, resulta inaudito que un experto se refiera a tan encumbrado órgano como una monumental chapuza biológica.

Gary Marcus, profesor de psicología, se sirve de este despectivo vocablo para explicar que el cerebro se ha ido adaptando al desarrollo de las personas a base de improvisadas "ampliaciones de memoria", según las necesidades de la evolución.

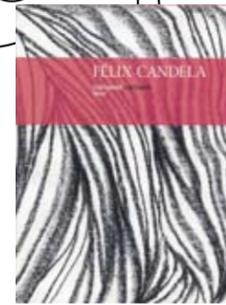


Es la idea básica de su libro, con un enfoque tan provocador como divertido: hay muy poca perfección en nuestra sesera. Su obra sobrepasa la anécdota: no sólo expone con humor esa analogía entre nuestra mente

y un lío de cables armado a golpe de necesidad perentoria, sino que también nos adentra en las paradojas de un motor multifunción que resuelve problemas complejos y archiva con eficacia información, a la vez que se muestra inútil para resolver de forma lógica conflictos simples.

Ofrece, además, un decálogo para aprender a formular *planes B*, saber establecer preferencias, crear condiciones para tomar decisiones acertadas y, en definitiva, aprender a convivir con las limitaciones de nuestro cerebro. ■

KLUGE GARY MARCUS Ariel Claves 240 páginas	19,50 €
---	---------



ARQUITECTURA

Félix Candela
Centenario 2010
PEPA CASSINELLO

Con el sugerente subtítulo *La conquista de la esbeltez*, este libro ilustrado rinde homenaje a Félix Candela, maestro de los "cascarones de hormigón armado" y reconocido internacionalmente por su aportación a las estructuras laminares de la arquitectura moderna. Magníficas fotografías y textos de diversos autores para celebrar el centenario del nacimiento de uno de los nombres que mayor gloria han aportado a la arquitectura española del siglo XX.

Lampreave



País de sombras
PETER MATTHIESSEN

A medio camino entre el western y la saga familiar, el autor traza la vida de un tiránico terrateniente de Florida en una época convulsa en la que los conflictos sociales assolaban América.

Seix Barral



Y Google, ¿cómo lo haría?
JEFF JARVIS

En una obra hipnótica, Jarvis analiza el negocio de más éxito de los últimos tiempos y ofrece una lista de reglas imprescindibles para triunfar.

Ediciones Gestión 2000



La vida en el espacio
LUCAS JOHN MIX

Un tratado de divulgación pionero sobre el novedoso planteamiento –la astrobiología– de una vieja cuestión: ¿Qué es la vida? Un acercamiento a una ciencia tan joven como sugestiva.

Crítica

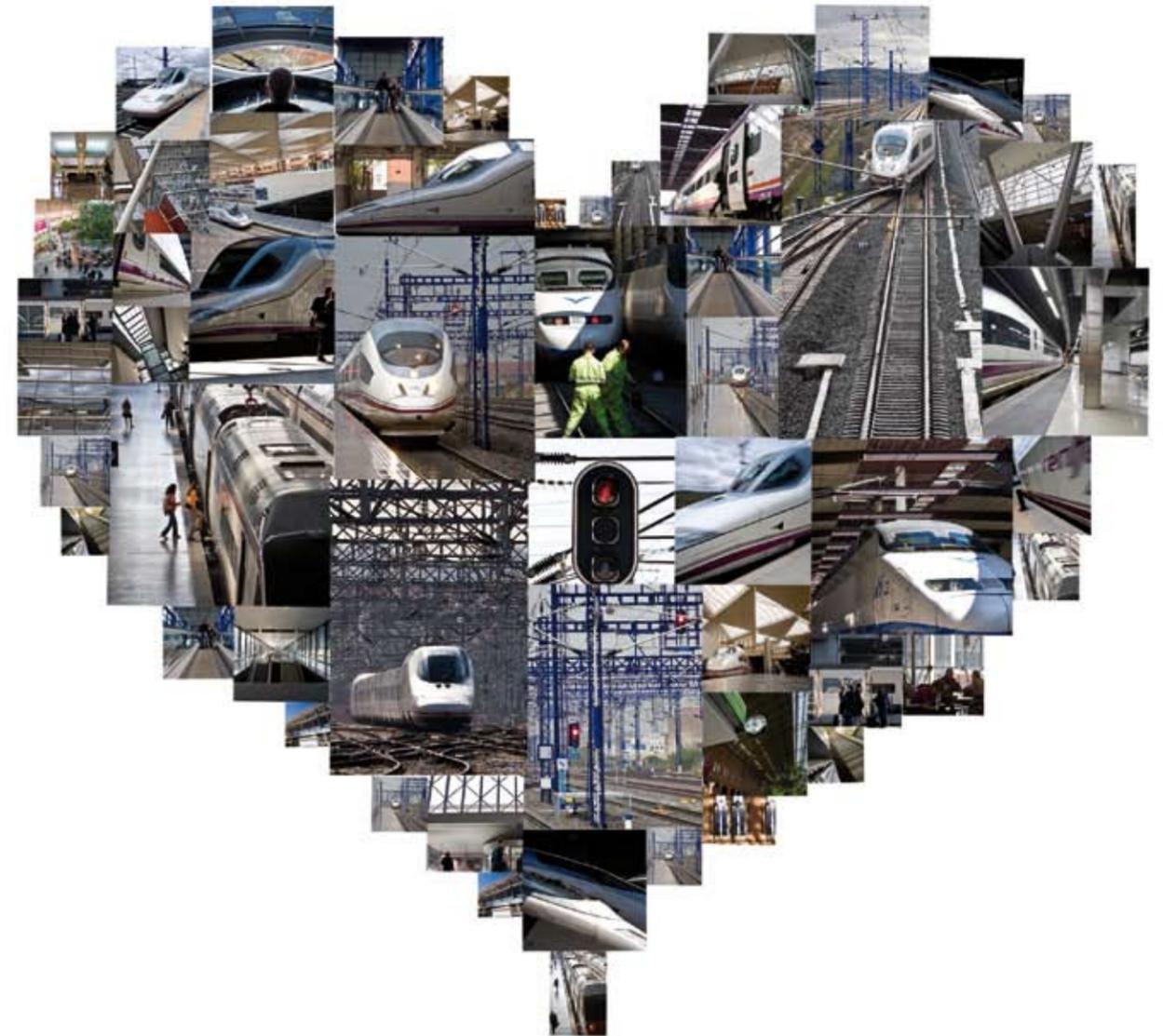


5000 ideas para viajar por España
ALBERT OLLÉ | JAVIER FERNÁNDEZ DE CASTRO

Un número extraordinario de propuestas viajeras interesantes –sobre territorio nacional– que llega en la época idónea.

Planeta

PASIÓN EN CADA PROYECTO



No todos los aeropuertos son iguales. Ni las carreteras. Ni los puertos. Ni siquiera las vías del tren. Existe algo que los diferencia. La pasión al enfrentarse a su proyecto. El detalle en el diseño, en la planificación, en su desarrollo. Cómo se gestiona, el compromiso con el medio ambiente y, sobre todo, la calidad del equipo humano que hay detrás. En Ineco Tifsa llevamos más de 40 años marcando la diferencia, entregándonos a fondo en cada nuevo proyecto. Siendo un referente en ingeniería y consultoría del transporte, aplicando en más de 25 países la tecnología más avanzada según las necesidades de cada cliente. Cuando se pone pasión en los proyectos se nota en el viaje.

Referente en ingeniería y consultoría de transporte.



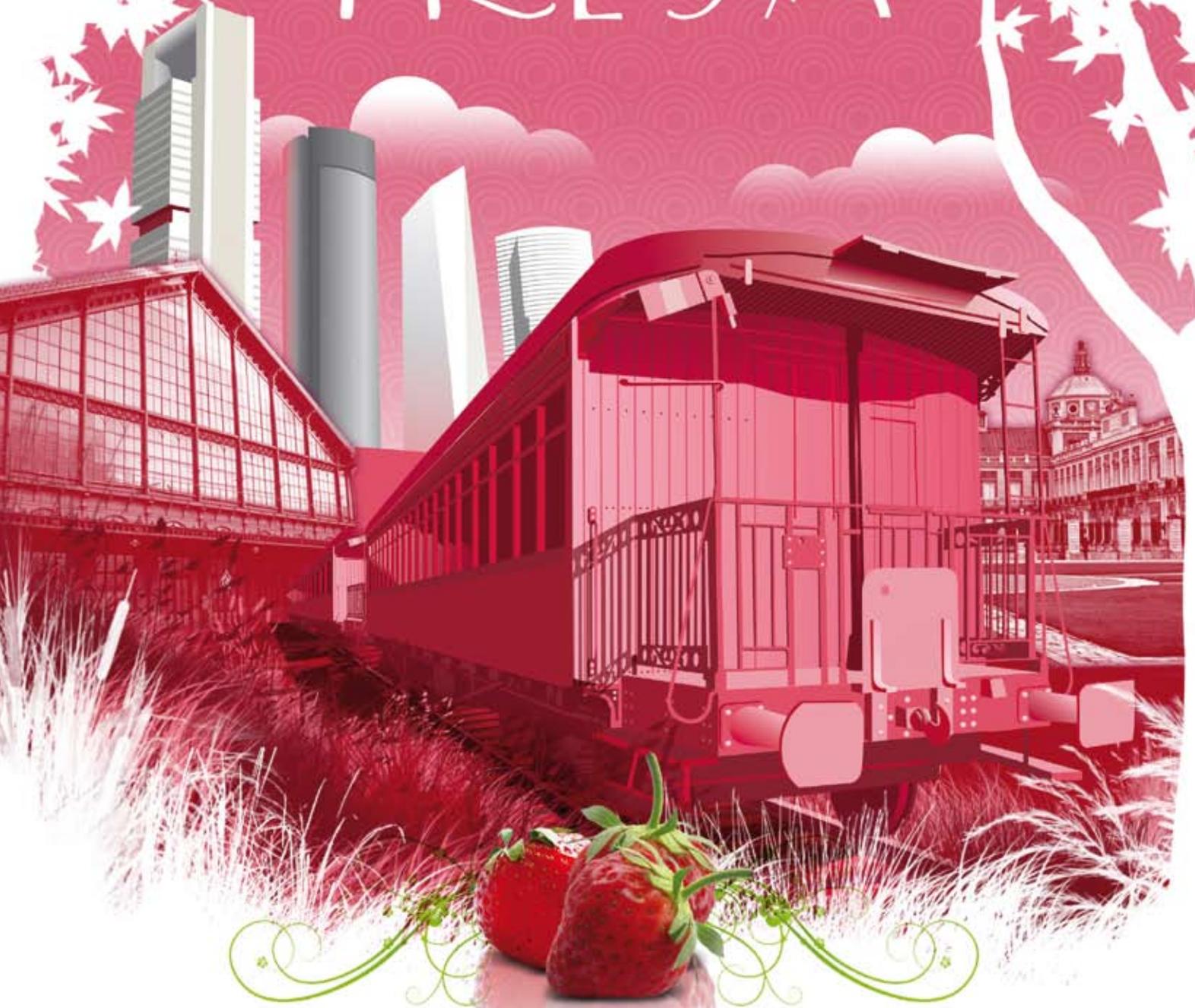
Visítanos en www.ineco.es

Aeronáutico • Ferroviario • Transporte Urbano • Carreteras • Puertos

PRIMAVERA - OTOÑO 2010

TREN DE LA

FRESA



COMPRA DE BILLETES:
Estaciones de ferrocarril que dispongan de venta anticipada
Agencias de viajes · Renfe: 902 320 320

INFORMACIÓN:
902 228 822 · www.museodelferrocarril.org



ARANJUEZ
Ayuntamiento
del Real Sitio y Villa



Comunidad de Madrid



PATRIMONIO NACIONAL

Un tren de valores
renfe
Integría

