

Revista
de la ingeniería
y consultoría
del transporte

ineco

43

Túnel Sants-La Sagrera Misión cumplida

Un éxito de ingeniería
en el subsuelo de Barcelona

El mismo cielo para todos

OACI, un organismo global

Pilares en la tierra

Tratamiento de un terraplén
sobre suelos blandos

EN IMÁGENES / INTERNACIONAL

AGENDA

CULTURA

Bicentenario
del constitucionalismo español

VIAJES

Cafés de Viena



Boceto del alzado de la Sagrada Família de Gaudí. Combina el diseño de las formas esculturales con las líneas de fuerzas de arcos parabólicos y columnas inclinadas.



Tu viaje empieza en el aeropuerto

En Aena Aeropuertos trabajamos para que el paso por nuestros aeropuertos sea una experiencia agradable y llena de posibilidades.

Por esta razón, mejoramos permanentemente nuestras instalaciones, con mejores infraestructuras y nuevos servicios.

Para que tengas un viaje tranquilo y puedas disfrutar de lo que te ofrecen nuestros aeropuertos, infórmate en los puntos de contacto que ponemos a tu disposición.

INFÓRMATE ANTES DE VIAJAR:

902 404 704
(+34) 91 321 10 00

www.aena-aeropuertos.es

SÍGUENOS EN:



ACORTAMOS DISTANCIAS. ACERCAMOS PERSONAS.

www.fomento.es

SUMARIO

ineco

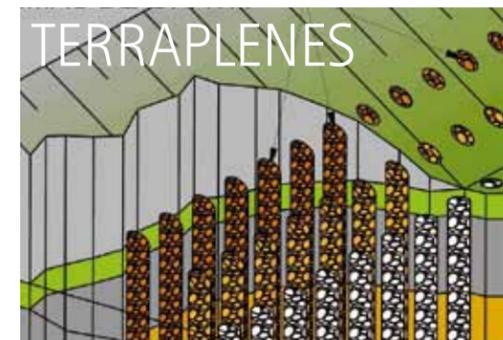
NOTICIAS	04
EN PORTADA	10
Túnel Sants-La Sagrera Misión cumplida Un éxito de ingeniería en el subsuelo de Barcelona Entrevista con Rafael Rodríguez, director de la Línea de Alta Velocidad Noreste	
A FONDO	20
El mismo cielo para todos Un organismo global e integrador Entrevista con Roberto Kobeh, presidente del Consejo de la OACI	
EN IMÁGENES	26
Puesta al día Actuaciones de mejora de líneas ferroviarias convencionales	
SISTEMAS	28
Ojo al paso Ineco colabora con Adif para controlar a distancia los pasos a nivel	
INTERNACIONAL	30
La puerta del Magreb Estudio de mejora del Aeropuerto Internacional de Casablanca	
I+D+i	32
Un mundo en cobertura Herramientas Cover	
A PIE DE OBRA	36
Pilares en la tierra Tratamiento de un terraplén sobre suelos blandos	
EL AULA	40
Análisis sobre el impacto de las nubes volcánicas en la aviación Premio Ineco al mejor artículo en el sector aeronáutico 2010	
AGENDA	44
LA ÚLTIMA	50
A la búsqueda del Santo Grial Experimentos sobre la existencia del bosón de Higgs	

www.ineco.es

PASOS A NIVEL



28 Un nuevo sistema facilita el mantenimiento e incrementa la seguridad.



36 Expertos de Ineco buscan la solución más idónea para lograr una correcta cimentación.

ENTREVISTA



23 Roberto Kobeh.

EN PORTADA La perforación con tuneladora de 5,1 km en pleno centro de Barcelona ha concluido satisfactoriamente. Ineco ha participado en una obra clave para completar la nueva conexión ferroviaria con Europa

A FONDO Desde su nacimiento en 1944, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) se ha convertido en un organismo indispensable para el transporte aéreo

INTERNACIONAL Ineco fue contratada en 2011 por ONDA para realizar el estudio de ampliación del aeropuerto Mohammed V

I+D+i En 2005 comenzó a tomar forma CoverNav, un proyecto de I+d+i de Ineco que permite realizar simulaciones para la navegación aérea

Edita INECO

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

Redacción: LIDIA AMIGO
lidia.amigo@ineco.es
ADRIÁN LÓPEZ
adrian.lopez@ineco.es

Publicidad: HENRY PRYZBYL
henry.pryzbyl@ineco.es

Comité de redacción: FRANCISCO FRAILE, LOURDES GONZÁLEZ, BEATRIZ MILLÓN, PILAR MORÁN, FRANCISCO OLMEDO, M^a EUGENIA ORTIZ, RAÚL RUBIO, BEGOÑA SÁNCHEZ

Realización: BrikoTaller Editorial, S.L.
c/ Bausa, 8-Portal 2, 3^o N - 28033 Madrid
Tel. 91 383 29 84

Imprime: RIVADENEYRA
Depósito Legal M-26791-2007

c/ Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid
Tel. 91 452 12 56

Copyright © Ineco. Todos los derechos reservados 2012. Para la reproducción de artículos, por favor contactar con la directora.

>CHINA

Cuatro ciudades chinas contarán con tecnología española de control de tráfico

La multinacional española Indra está implantando tecnología de control de tráfico urbano en las ciudades chinas de Changde, Guilin, Korla y Liaocheng. Los proyectos incluyen el diseño, desarrollo, implantación y puesta en marcha de los centros de control de tráfico de cada una de las ciudades, dotados con sistemas de monitoreo de tráfico, sistemas de señalización, vigilancia mediante circuito cerrado, control de velocidad, gestión de infracciones o sistema de información al usuario, entre otros.



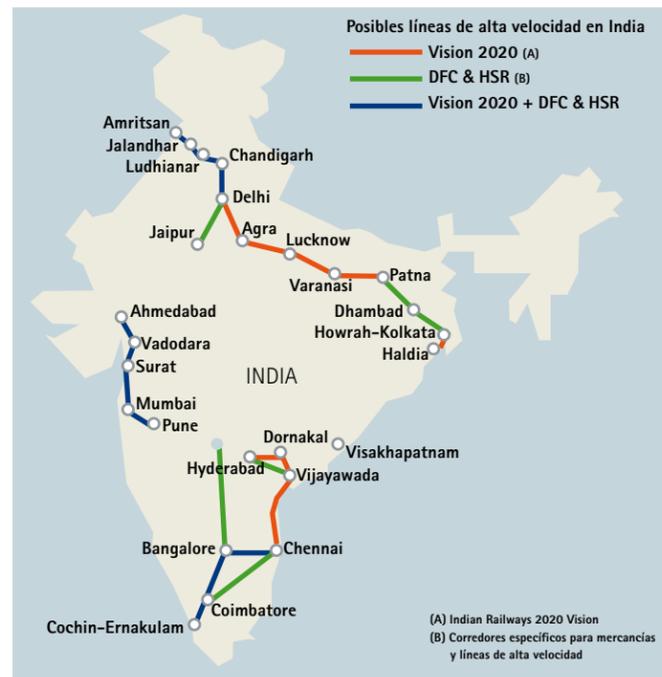
Indra ya tenía experiencia en China en la implantación de un sistema integral de control y seguridad en los túneles de Chongqing, además de sistemas de control de tráfico y peaje en diversas autopistas del gigante asiático.

>INDIA

Estudio para el futuro corredor de alta velocidad Haldia-Howrah

Ineco realizará, junto con Prointec y Ayesa, el estudio de pre-viabilidad del futuro corredor de 135 km que unirá la ciudad portuaria de Haldia con Howrah, situada en el área metropolitana de Calcuta, al noreste del país. Los trabajos incluyen la realización de estudios de demanda, propuestas de trazado, material rodante y una estimación preliminar de costes que determinará la viabilidad técnica y económica.

El Ministerio de Ferrocarriles de India ha encargado estudios de viabilidad para los primeros seis corredores que conectarán los principales núcleos urbanos de todo el país a velocidades de entre 250 y 350 km/h. Además del corredor Haldia-Howrah, también están en marcha estudios para los siguientes corredores: Pune-Mumbai-Ahmedabad (650 km). Delhi-Chandigarh-Amritsar (450 km). Delhi-Agra-Lucknow-Varanasi-Patna (990 km). Hyderabad-Vijayawada-Chennai (665 km). Chennai-Bangalore-Coimbatore-Ernakulam (650 km).



(A) Indian Railways 2020 Vision
(B) Corredores específicos para mercancías y líneas de alta velocidad

>ARGENTINA

Nuevo contrato de FEVE con el Gobierno

Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE) ha firmado un contrato con el Ejecutivo argentino para el suministro de material rodante, repuestos, documentación técnica y servicios de formación de personal de los ferrocarriles argentinos. El acuerdo contempla la venta por parte de FEVE de cinco unidades de tren serie UTDE 2400 Apolo y tres locomotoras Geco serie 1500 (en la foto), así como los repuestos y piezas de parque necesarios para su mantenimiento.

La firma de este nuevo contrato se engloba en el Acuerdo de Cooperación 2010-2014 suscrito entre el Ministerio de Fomento de España y el Ministerio de Planificación Federal de la República Argentina, fruto del cual ya fueron vendidas otras seis unidades UTDE 2400 Apolo que ya prestan servicio en varias ciudades argentinas.



LA 'Y VASCA', ENTRE LOS EUROPEOS SELECCIONADOS

10 PROYECTOS SOBRE 10

La Agencia Europea TEN-T, responsable del desarrollo de la red de transporte transeuropea, ha puesto en marcha la campaña '10 out of TEN' (10 sobre 10), en la que se resaltan 10 proyectos europeos que se están realizando con éxito con fondos comunitarios, entre ellos la línea de alta velocidad

en la denominada 'Y vasca'. Con un mapa interactivo en el que se puede seguir cada uno de los proyectos, el informe de la Unión Europea subraya que la realización de todos ellos contribuirá a una mejor calidad en la conexión de los transportes en Europa. La 'Y vasca' pertenece al eje de alta velocidad ferroviaria del suroeste europeo y el 90% de su trazado ya se encuentra en obras.



Se puede seguir cada uno de los proyectos en la siguiente web: tentea.ec.europa.eu/en/ten-t_implementation_successes/



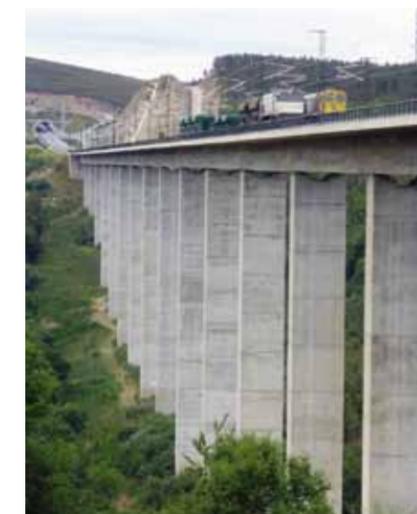
ANA PASTOR, NUEVA MINISTRA

Nombramientos en el Ministerio de Fomento

Ana Pastor Julián ha sido nombrada ministra de Fomento, dentro del nuevo gobierno presidido por Mariano Rajoy. Pastor, licenciada en Medicina y Cirugía por la Universidad de Salamanca, ya fue ministra de Sanidad y Consumo desde 2002 a 2004. Por su parte, Rafael Catalá es el nuevo secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras.

EL PRIMER AVE GALLEGO YA UNE OURENSE, SANTIAGO Y A CORUÑA

El corredor que une las tres ciudades gallegas tiene una longitud total de 150 km y ha requerido la construcción de un nuevo trazado entre Ourense y Santiago, así como obras de adaptación en el resto. La línea se inauguró el pasado 10 de diciembre y reduce en una hora los tiempos de viaje.



Ineco ha estado presente en el proyecto con su participación en diversos trabajos en la construcción del tramo, que ha requerido la construcción de 30 túneles y 18 viaductos (en la imagen) para salvar la difícil orografía del terreno.

14.095,67 kilómetros. La red ferroviaria española alcanzó en 2011 un nuevo máximo histórico. La reciente apertura de la línea de alta velocidad entre Ourense, Santiago y A Coruña ha hecho posible que se logre esta cifra récord.



INECO SE INCORPORA A LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE SERVICIOS DE NAVEGACIÓN AÉREA

Ineco, que a lo largo de 2011 recibió las correspondientes certificaciones como proveedor de servicios AFIS y ATC, se acaba de incorporar a CANSO (Civil Air Navigation Services Organisation), que representa a las entidades que gestionan el 85% del tráfico aéreo mundial.

CANSO se creó en 1997 y cuenta actualmente con más de un centenar de socios y asociados de los cinco continentes, entre ellos proveedores de servicios de navegación aérea, empresas vinculadas al sector aéreo, autoridades nacionales de aviación civil, gestores de aeropuertos o fabricantes del sector aeronáutico, como Boeing o Airbus.

Aena, miembro fundador de la organización, Indra Sistemas y ahora Ineco integran el grupo de socios españoles. Precisamente, Madrid acogerá en 2013 el Congreso Mundial de CANSO, al que prevé la asistencia de 5.000 participantes.

EL MARCO FERROVIARIO ESPAÑOL, A DEBATE

Más de 60 profesionales de 29 empresas del sector ferroviario, además de representantes del Ministerio de Fomento, Adif y Renfe, participaron el pasado 10 de noviembre en una nueva jornada técnica del Aula Carlos Roa de Ineco. En el encuentro, bajo el título *El nuevo marco ferroviario y su aplicación en materia de seguridad e interoperabilidad*, se analizó la situación del sector en España.

AULA CARLOS ROA



>AUSTRIA

Ponencias en la ONU sobre navegación por satélite

Ineco presentó dos ponencias técnicas durante la reunión internacional sobre aplicaciones de sistemas de navegación por satélite de Naciones Unidas, que se celebró en Viena entre los días 12 y 16 del pasado diciembre. Luis Chocano, jefe de división de Espacio y Gestión de Programas de la Dirección General Aeronáutica (en el centro de la imagen), fue el encargado de exponer 'GNSS-EGNOS approaches to European airports' y 'Satellite Navigation Applications,

realizing global challenges and ambitions', esta última en colaboración con la asociación europea Galileo Services, a la que pertenece Ineco.

✦ Ambos trabajos versaron sobre la implantación operacional de las aproximaciones APV/LPV (guiadas por satélite), dentro de los proyectos del 6º y 7º Programa Marco de la Unión Europea que lidera la compañía.

INAUGURADA LA NUEVA ESTACIÓN DE FERROCARRIL TRIÁNGULOS DE ALUMINIO EN LOGROÑO

Con la puesta en servicio de la nueva estación, el pasado 18 de diciembre, Logroño da un paso más para integrar el ferrocarril en la ciudad y adaptarse a los futuros tráficos de alta velocidad. El nuevo edificio de viajeros dispone de un vestíbulo en superficie de 1.500 m² de superficie, desde el que se accede a la nave de andenes. La cubierta interior está formada por grandes triángulos de aluminio y la exterior dispondrá de un zona verde sobre una loma artificial.

Posteriormente se construirá el aparcamiento subterráneo y se demolerá la estación provisional, que ha dejado de prestar servicio. Las actuaciones de integración ferroviaria también incluyen el soterramiento de la vía convencional que atraviesa el centro urbano.

✦ Ineco, en UTE con Sener, ha redactado los proyectos básicos y constructivos, y se encarga de la dirección ambiental y de obras, entre otros trabajos.



El proyecto se ha realizado según el diseño establecido en un concurso internacional, ganado por Iñaki Ábalos y Juan Herreros.



>BRASIL

Presencia española en la gran feria ferroviaria de América Latina

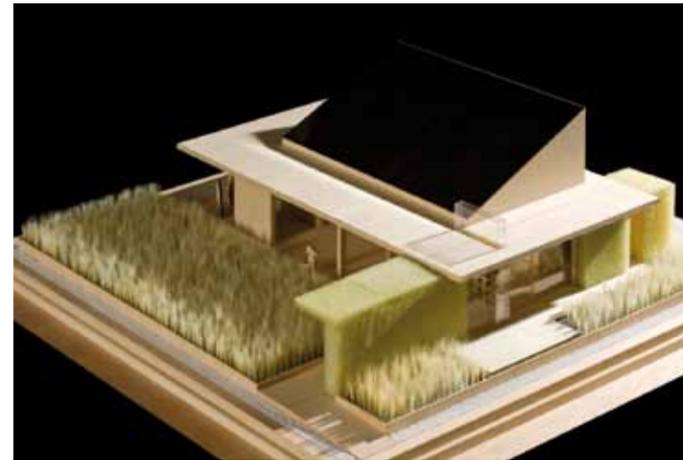
El pasado noviembre se celebró en São Paulo (Brasil) la feria Business On Rails 2011. El evento, el más importante del sector ferroviario en América Latina, contó con la participación de 200 empresas y cerca de 7.000 profesionales se dieron allí cita. Ineco estuvo presente como expositor en el pabellón español a través del ICEX/MAFEX, junto con otras empresas españolas, como Talgo o Albatros.

✦ Emilio García (en la imagen) y José Batlles, responsable comercial y delegado de Ineco en Brasil, respectivamente, estuvieron presentes en la feria en representación de la compañía. También asistió José Anguita, director de Internacional, que participó en el seminario 'Explotación inmobiliaria y generación de recursos para el tren de alta velocidad'.



EL AEROPUERTO JOHN WAYNE ABRE SU TERMINAL C

El aeropuerto californiano de John Wayne, situado en Orange County (Estados Unidos), inauguró el pasado noviembre su Terminal C, que forma parte de un programa de expansión de 543 millones de dólares (más de 415 millones de euros). El aeropuerto, el más cercano a Disneyland, es el segundo con mayor número de pasajeros de la zona.



ACUERDO CON SOLAR DECATHLON EUROPE

Concurso internacional de casas solares

Aena, Adif, Renfe y FEVE han firmado, junto con Ineco, un acuerdo de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid por el que las empresas dependientes del Ministerio de Fomento se convierten en colaboradores oficiales de Solar Decathlon Europe (SDE), el concurso internacional de casas solares que organiza el propio ministerio en

colaboración con la UPM. SDE es una competición entre universidades de todo el mundo que consiste en diseñar y construir prototipos de viviendas autosuficientes energéticamente, con el sol como única fuente de energía. Contará en esta edición con la participación de 20 equipos de 15 países distintos.

LONDRES TENDRÁ EL MAYOR PUENTE SOLAR DEL MUNDO

El puente de Blackfriars, con sus 4.400 nuevos paneles fotovoltaicos, se convertirá en el puente solar más grande del mundo. Se prevé que los paneles podrán producir 900 MWh al año, lo que supone el 50% de lo que consumirá la futura estación de ferrocarril anexa. Su puesta en marcha permitirá dejar de emitir 511 toneladas anuales de CO₂ a la atmósfera. El puente, construido en 1886, será la base de la nueva estación de Blackfriars, que está siendo reformada por Network Rail Limited. El objetivo es que las obras de acondicionamiento estén finalizadas para el próximo verano, cuando se celebren los XXX Juegos Olímpicos.



El 40% de la población mundial no tiene acceso a una higiene adecuada, algo que provoca que cerca de 2 millones de personas, en su mayoría niños, mueran cada año a causa de enfermedades relacionadas con la falta de salubridad. ONGAWA, antes Ingeniería Sin Fronteras (ISF), está implementando el programa CLTS (saneamiento total liderado por la comunidad), que aborda el problema motivando y responsabilizando desde la acción de la comunidad, con énfasis en la cohesión y el orgullo por los avances alcanzados. Para concienciar sobre el problema, la organización celebró en Madrid la IV Jornada del Derecho al Agua y Saneamiento.

Nuevo tramo de alta velocidad Ourense/Santiago/A Coruña: el 10 de diciembre, la alta velocidad cambia Galicia.



150 kilómetros de alta velocidad acercarán Ourense, Santiago y A Coruña como nunca antes. Kilómetros de esfuerzo conjunto, de Adif y de Renfe. Kilómetros que entrarán en funcionamiento el 10 de diciembre y que sólo un día más tarde recorrerá el nuevo Avant de Renfe, un tren de futuro y comodidad.

150 kilómetros que son vanguardia, progreso, 3.300 millones de euros de inversión, mejores comunicaciones y un impulso al desarrollo de la región. 150 kilómetros para que todo esté más cerca, para viajar cómodamente, para respetar el medio ambiente. 150 kilómetros que abren nuevos caminos, que acortan distancias y acercan personas. 150 kilómetros de alta velocidad para los que ya puedes comprar tus billetes.

¡BILLETES YA A LA VENTA!

Tiempo por trayecto:
Ourense-Santiago 38'
Ourense-A Coruña 1h08'
Santiago-A Coruña 28'

Para más información www.adif.es y www.renfe.com



ACORTAMOS DISTANCIAS. ACERCAMOS PERSONAS. www.fomento.es



UNIÓN EUROPEA

Este proyecto está cofinanciado por el **Fondo de Cohesión**, por el **Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)** y por las ayudas **RTE**.

Una manera de hacer Europa

Túnel Sants - La Sagrera

Un éxito de ingeniería en el subsuelo de Barcelona

Misión cumplida

La perforación con tuneladora de 5,1 km en pleno centro de la Ciudad Condal, pasando junto a joyas arquitectónicas como la Sagrada Familia o la Casa Milá, ha concluido satisfactoriamente. Ineco ha participado en una obra clave para completar la nueva conexión ferroviaria con Europa.

Con la colaboración de Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento.

La primera línea férrea española completamente interoperable con la red europea estará terminada en 2012, una vez se concluyan los últimos 132 km que unen Barcelona con Figueras. Para entonces sumará un total de 804 km (con el tramo internacional) y será la más larga de Europa de alta velocidad, todo un hito que para hacerse realidad requiere un complejo proceso constructivo en el que el túnel urbano de 5,78 km que cruza bajo las calles de Barcelona es una pieza clave.

Excavado casi en su totalidad con tuneladora tipo EPB (escudo de presión de tierras) –el sistema más seguro en terrenos arcillosos y arenosos–, la realización del túnel ha puesto en juego la experiencia acumulada en obras similares por Adif y las empresas que han participado en su construcción. Entre ellas está Ineco, que ha prestado la asistencia técnica de dirección de obra, entre otras labores (ver apoyo en la página 15). A falta de los últimos 365 m en falso túnel entre pantallas que conectarán con Sants, la fase central de la obra ha supuesto un desafío técnico que culminó el 26 de julio, después de 16 meses de trabajos.

El tramo excavado con tuneladora discurre bajo las calles Mallorca, Diagonal y Provenza, sin pasar bajo edificaciones. Sólo la Torre del Fang, una masía medieval ubicada en el tramo

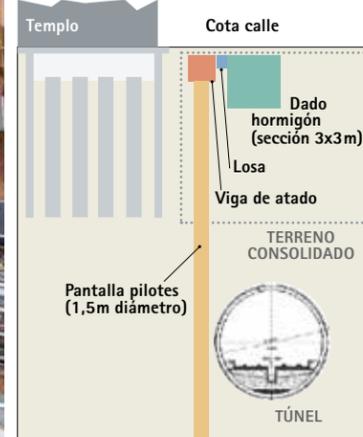
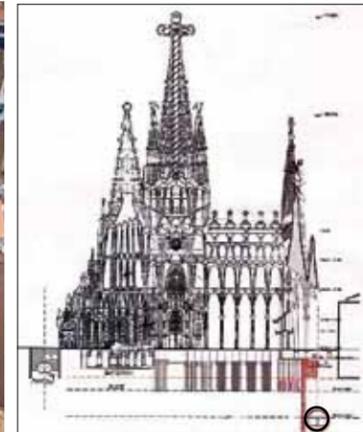
entre pantallas cercano a La Sagrera, queda situada sobre el túnel. Al mismo tiempo, se ha logrado atravesar un núcleo urbano densamente poblado y jalonado por construcciones de incalculable valor artístico y arquitectónico, como la Sagrada Familia o la Casa Milá, sin que resultaran afectadas. Ambas obras de Antonio Gaudí están declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. El trazado del nuevo túnel discurre junto a un total de ocho elementos protegidos del patrimonio arquitectónico barcelonés, que incluyen un refugio de la Guerra Civil que fueron objeto de inspección sin que se detectaran afecciones.

Actuaciones singulares

En estas circunstancias, además de las ya de por sí exhaustivas medidas de seguridad habituales en las obras subterráneas, se han desarrollado dos tipos de actuaciones de una precisión milimétrica. Por una parte, antes del paso de la tuneladora se construyeron estructuras de protección entre el túnel y los edificios monumentales (pantallas de pilotes). Por otra, tanto antes como durante la excavación se llevó a cabo un minucioso trabajo de inspección, monitorización y auscultación, tanto de la propia maquinaria, el terreno y el túnel, como de los edificios y estructuras colindantes.



Sagrada Familia



SAGRADA FAMILIA

Como protección adicional, se construyó una pantalla de 104 pilotes unidos por una viga de atado, y un dado longitudinal de hormigón. Además, se reforzó el terreno con 2.344 inyecciones de consolidación.



TUNELADORA VERTICAL

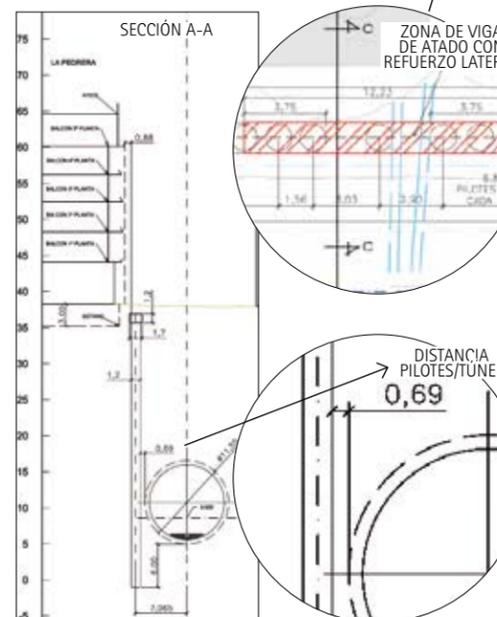
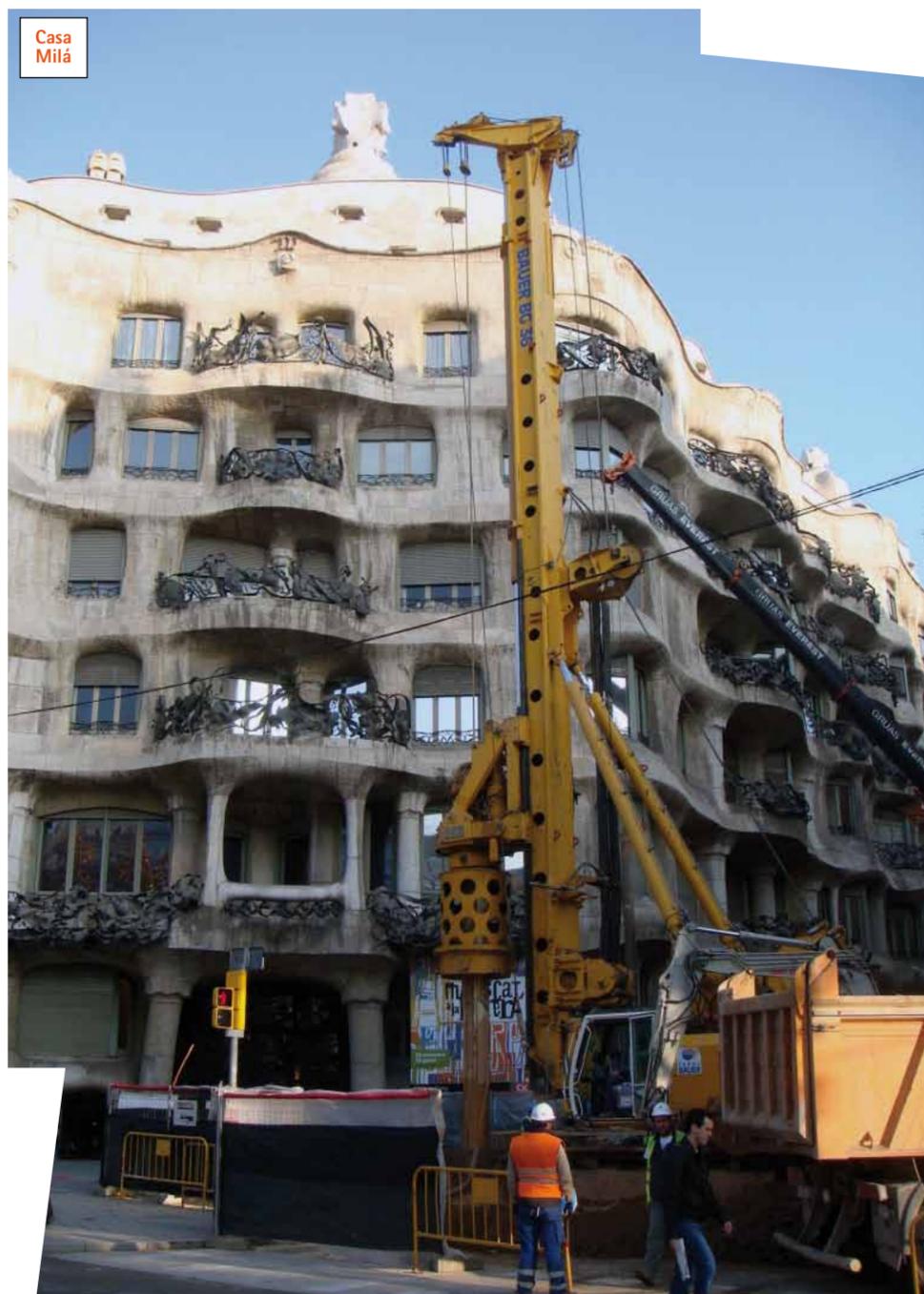
El pozo de la calle Enric Granados se excavó con una tuneladora vertical. Este sistema ofrece ventajas como una menor ocupación de la vía pública, mayor rapidez de ejecución y seguridad en la obra, menos molestias por ruidos y vibraciones, y gran versatilidad para adaptarse a todo tipo de terrenos.



Las labores de estudio y control han sido decisivas para el éxito de la excavación. El auge de la construcción de túneles ferroviarios en España –en gran parte de los cuales ha participado y participa Ineco– ha generado importantes avances en distintas áreas técnicas, desde la tecnología de la maquinaria, hasta la instrumentación y monitorización de estructuras, o los estudios hidrogeológicos y geotécnicos. Todos estos elementos se han demostrado cruciales en el caso del túnel Sants–La Sagrera, en el que se emplearon 7.450 dispositivos de auscultación. A ello hay que sumar las inspecciones en los 535 edificios situados a ambos lados de la traza y en 3.730 viviendas. Los resultados han superado incluso las previsiones más positivas: los asientos del terreno tras el paso de la tuneladora han arrojado valores muy inferiores a los máximos permitidos. Así lo ha constatado el comité internacional de expertos que ha supervisado los trabajos desde mayo de 2010. ■

ANTECEDENTES

El caso del túnel Sants–La Sagrera está lejos de ser único. Existen numerosos antecedentes, tanto en España como en el exterior, de túneles ferroviarios urbanos excavados bajo o junto a edificios monumentales. El caso más reciente es el de Atocha–Chamartín en Madrid (en el que también ha participado Ineco), de 7,3 km (de los que 6,8 km se excavaron con tuneladora de tipo EPB). Este tramo, que alcanza los 46 m de profundidad, se concluyó en febrero de 2011 y cruza bajo construcciones singulares. Tampoco en su caso se registraron afecciones al patrimonio arquitectónico o a las viviendas (ver el número 40 de *transporte*). Fuera de España, un ejemplo que menciona específicamente la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del túnel barcelonés es el subterráneo que se construyó en 1972 junto a la catedral de Viena (Austria) para la Línea 1 de metro.



CASA MILÁ

En la imagen de la izquierda, una máquina pilotadora ejecutando la pantalla protectora, similar a la de la Sagrada Familia, aunque de menores dimensiones. Sobre estas líneas, el túnel recubierto con dovelas.

CÓMO SE PROTEGIÓ EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO →

Aunque la tuneladora *Barcino* no ha pasado debajo de una vivienda y sólo cruzó por debajo de una construcción (la Torre del Fang, al final del trazado), se realizaron miles de inspecciones de los edificios contiguos antes de iniciar los trabajos, así como estudios hidrogeológicos y geotécnicos del terreno para prever lo mejor posible su comportamiento. Iniciada la perforación se desplegaron 7.450

dispositivos de auscultación, tanto en edificios de viviendas como en túneles de metro cercanos, en el propio túnel, en el terreno circundante y, especialmente, en los elementos protegidos del patrimonio arquitectónico. A todo ello hay que sumar la construcción de pantallas de hormigón como protección adicional de las obras de Gaudí y el sostenimiento especial en la Torre del Fang, ejecutados antes del paso de la tuneladora.

TEMPLO EXPIATORIO DE LA SAGRADA FAMILIA

Es uno de los símbolos más conocidos de Barcelona. Comenzó a construirse en 1882. El término 'expiatorio' responde a que su construcción, que continúa desde hace 129 años, se financia a partir de donativos.

>PANTALLA de 230 m de longitud formada por 104 pilotes de hormigón de 1,5 m de diámetro y 42 m de profundidad, unidos por un dado de hormigón con una sección de 3x3 m. 2.344 inyecciones de consolidación del terreno.

>APARATOS DE AUSCULTACIÓN

■ 4 estaciones de topografía robotizada: 2 en el interior del templo y las otras 2 en edificios

CASA MILÁ (LA PEDRERA)

Se edificó entre 1906 y 1910 por encargo del matrimonio barcelonés que dio nombre a la casa. Es uno de los ejemplos más representativos del modernismo catalán.

>PANTALLA formada por 33 pilotes de hormigón excavados, de 1,2 m de diámetro, colocados con una separación de 1,7 m entre sí y situados a una profundidad de 32 m.

>APARATOS DE AUSCULTACIÓN

■ 2 estaciones monitorizadas.
■ 44 prismas de control.
■ 27 hitos de nivelación.
■ 15 fisurómetros.

de la calle Mallorca para el control de fachadas exteriores.

- 146 prismas de control, tanto en el interior como en las fachadas.
- 3 estaciones de monitorización para el control de vibraciones, distribuidas en el entorno.
- 5 secciones de auscultación, integradas por 65 hitos de nivelación, 20 extensómetros, 11 micrómetros deslizantes, 17 inclinómetros, 15 células de presión en el terreno y 28 piezómetros.
- 9 acelerómetros en el interior para el control de vibraciones.
- 39 hitos de nivelación y 2 extensómetros de varilla adicionales en el eje del túnel, siguiendo la recomendación de la comisión de expertos.

TORRE DEL FANG

Masia del siglo XIV, modificada en el siglo XVIII. Es una construcción de tres plantas en forma de 'U', situada junto al puente de Espronceda.

>SOSTENIMIENTO ESPECIAL de la estructura del edificio mientras se ejecutaban las pantallas, pilotes y micropilotes, la construcción de la losa de la cubierta y la excavación.

>APARATOS DE AUSCULTACIÓN

41 dispositivos en total: prismas robotizados, clavos de nivelación, hitos de nivelación, piezómetros de cuerda vibrante, inclinómetros y extensómetros de varillas.



LÍNEA AV NORESTE

El tramo Madrid-Barcelona entra en servicio en 2008 y concluye en la estación de Sants. En diciembre de 2010 se inaugura la sección entre Figueres y Perpiñán. Tras el fin de los trabajos con tuneladora en Barcelona, Girona y Montcada, el tramo entre la Ciudad Condal y Figueres se completará en 2012.

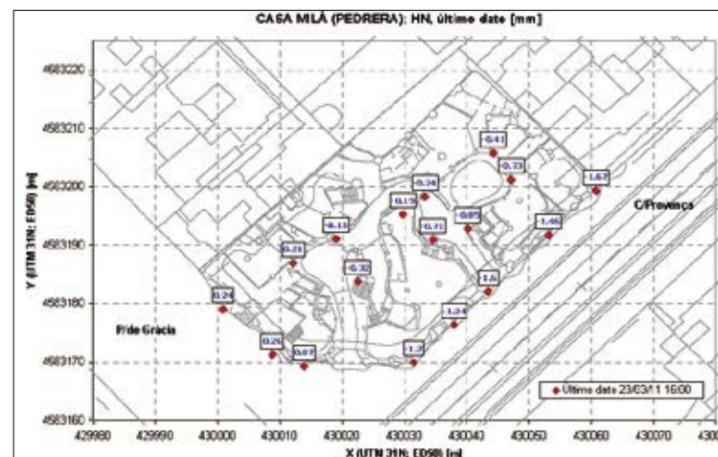
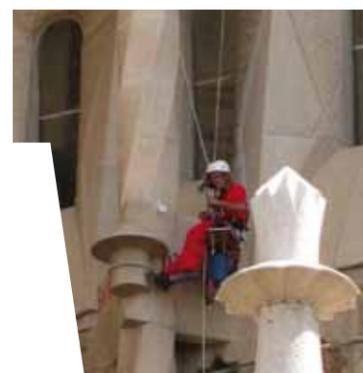
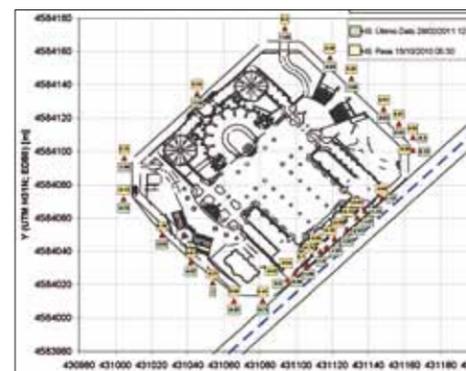
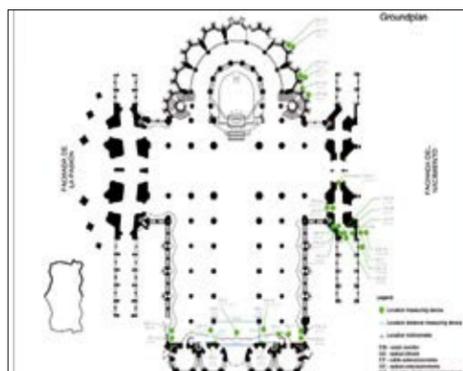


TORRE DEL FANG

Esta edificación medieval es la única bajo la que cruza el túnel. Está situada en un tramo con menor profundidad que el resto, por lo que se optó por protegerla con una estructura de sostenimiento especial mientras se construía la losa de cubierta del túnel, sobre la que descansa.

AUSCULTACIÓN: GARANTÍA DE SEGURIDAD

El avance de la tuneladora 'Barcino' se monitorizó constantemente, a lo que se sumó el despliegue de un exhaustivo sistema de instrumentación en el terreno, el túnel y las edificaciones colindantes, gestionado en tiempo real vía 'online', además de realizar mediciones previas al paso de la tuneladora. Se dividió el trazado en secciones de auscultación de 150 m (o menos en algunos puntos) y secciones de subsidencia cada 50 m para controlar las posibles deformaciones del terreno. Adif también estableció planes específicos de auscultación para los edificios monumentales.



Los planos que ilustran esta página muestran los resultados de las mediciones tras el paso de la tuneladora, que registraron asientos (desplazamientos) inapreciables. En la Sagrada Familia (arriba), algunos

de los dispositivos instalados tanto en el interior como en el exterior. En la imagen inferior, puntos de control en la fachada y cubierta de la Casa Milà.

TRABAJOS DE INECO PARA ADIF

Asistencia a la dirección de la línea Madrid-Barcelona-frontera francesa en materia administrativa, jurídica, de control de obra y relaciones con la Unesco.

DIRECCIÓN DE LÍNEA_A través del Gabinete Técnico de Dirección de Línea, Ineco ha realizado un seguimiento especial de los puntos singulares del túnel Sants-La Sagrera. Los trabajos comprenden desde el control a pie de obra, hasta la redacción de informes para la Audiencia Nacional y la Unesco.

DIRECCIÓN DE OBRA_Adif encargó a Ineco las direcciones facultativas del tramo Lleida-Figueres (entre ellas, la del túnel Sants-La Sagrera), que incluyen trabajos como la dirección de obra de la plataforma, el apoyo de especialistas en geotecnia, estructuras, maquinaria de excavación e instrumentación, supervisión de los proyectos y las obras en el entorno de La Sagrera-Nus de la Trinitat, expropiaciones y supervisión y vigilancia de las obras de plataforma finalizadas entre La Roca y Figueres.

DIRECCIÓN AMBIENTAL_Revisión y seguimiento de los trabajos para asegurar el cumplimiento de la DIA.

REDACCIÓN DE PROYECTOS_Proyectos constructivos de adecuación de las instalaciones de la línea y proyectos complementarios: proyecto de instrumentación del túnel, instalaciones de señalización y comunicaciones, estudios ambientales, apoyo en estructuras y colaboración en supervisión de estaciones. También se llevó a cabo la supervisión del proyecto constructivo del túnel y de los pozos ejecutados con tuneladora vertical.

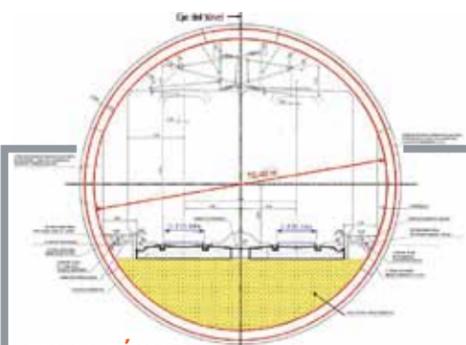
OFICINA DE INFORMACIÓN_Situada junto a La Sagrera, su misión es informar sobre la marcha de las obras a partir de los datos recopilados con el sistema informático SIOS, desarrollado por Ineco. La oficina recibe las visitas de las delegaciones extranjeras y acogió las reuniones del comité de la Unesco.

OTROS TRABAJOS_Dirección de obra y asistencia técnica de la nueva estación de Cercanías La Sagrera-Meridiana, inaugurada en febrero de 2011.

Ineco en otros grandes túneles* de alta velocidad excavados con tuneladora

TÚNEL	MEDIDAS		TERRENO	TBM	ESTADO		
	L (km)	Ø ex (m)			Tipo	Nº	
GUADARRAMA (Madrid-Segovia)	2 x 28	9,40	Roca dura	1.000	Doble escudo	4	En servicio 2007
ABDALAJÍS (Córdoba-Málaga)	2 x 7	10,00	Roca dura Roca blanda	400	Doble escudo	2	En servicio 2007
SAN PEDRO (Madrid-Segovia)	2 x 8'5	9,45	Roca muy fracturada	300	Abierta	2	En servicio 2007 Finalizado con método belga
PAJARES (León-Asturias)	2 x 25	9,90	Roca muy fracturada	990	Simple E Doble E	4 1	Finalizada la excavación
QUEJIGARES (Sevilla-Granada)	2 x 3,2	9,90	Suelo y roca fracturada	100	EPB	1	Finalizada la excavación
SORBAS (Murcia-Almería)	2 x 7	10,07	Roca fracturada	300	Doble escudo	1	En construcción
Atocha-Chamartín (Madrid)	6,8	11,50	Suelos	40	EPB	1	Finalizada la excavación
SUMA	174 km						

*De más de 7 km de longitud)



FICHA TÉCNICA

LONGITUD TOTAL. 5,78 km.

DIÁMETRO. De excavación: 11,4 m.
Interno: 10,40 m.

PROFUNDIDAD. Entre 9 y 28 m.

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

- > LOS TRAMOS INICIAL Y FINAL, en falso túnel entre pantallas de hormigón (321 y 365 m).
- > TUNELADORA EPB en el resto (5.095 m).

POZOS

- > 6 POZOS en total: 2 para introducción y extracción de la tuneladora (en las calles Biscaia y Entença, respectivamente) y 4 para ventilación y salida de emergencia (en las calles Trinxant, Padilla, Bruc y Enric Granados). Excepto este último, excavado con tuneladora vertical, el resto se han construido entre pantallas.

VÍA

- > DOBLE VÍA MONTADA EN PLACA, en ancho internacional (1.435 mm), con elementos elastoméricos para amortiguar el ruido y las vibraciones. Carril de 60 kg/m tipo UIC, traviesas de hormigón y aparatos de vía de última generación, catenaria de 2x25 Kv, 50 Hz y sistemas de seguridad en la circulación ERTMS y ASFA digital e instalaciones de control y de telecomunicaciones fijas y móviles.

ENTRADA EN SERVICIO. 2012 (previsión).

LÍNEA. Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa [línea de alta velocidad Noreste].

QUIÉN ES QUIÉN

- > PROMOTOR. Adif.
- > CONSTRUCTORAS. UTE Sacyr-Cavosa Obras y Proyectos-Scriner.
- > CONSULTORAS. Intecsa, Inarsa, Censa.



Túnel Sants – La Sagrera



Rafael Rodríguez en un momento de la entrevista realizada por José Mª Urgoiti.

Rafael Rodríguez Gutiérrez

Director de la Línea de Alta Velocidad Noreste

“La conexión UIC con Europa es un hito”

España es uno de los países más avanzados del mundo en materia de alta velocidad ferroviaria. En los últimos años se ha logrado unir algunas de las principales ciudades del país, pero quedaba una asignatura pendiente: la conexión intermodal con el resto del continente europeo.

La culminación de la Línea de Alta Velocidad Noreste supondrá un antes y un después en el movimiento de mercancías y viajeros entre la península y el resto de Europa. En breve, los viajeros podrán ir de París a Madrid o Barcelona sin cambiar de ancho de vía y en un tiempo récord, gracias a una infraestructura sin precedentes en nuestro país, que ha adaptado el ancho de vía a los estándares internacionales.

El responsable de gestionar esta iniciativa pionera es Rafael Rodríguez, quien desde un principio se ha hecho cargo de la dirección del proyecto. En esta entrevista reconoce que no han sido pocas las dificultades que se han

debido sortear, pero se muestra muy satisfecho con los resultados obtenidos.

Desde el punto de vista de un gestor, ¿qué implica dirigir la línea de alta velocidad más larga de España y una de las mayores del mundo?

Encabezar el equipo de profesionales que está materializando la conexión entre Madrid, Barcelona y la frontera francesa es un gran honor por la trascendencia que tienen estos trabajos, además de ser una alta responsabilidad por el manejo de los equipos humanos y económicos que se necesitan para llevarla a cabo. Por apuntar algún dato, la línea rondará

UNA VIDA DEDICADA AL SECTOR FERROVIARIO

La trayectoria profesional de Rafael Rodríguez está, en su mayoría, ligada al desarrollo de infraestructuras ferroviarias. Este ingeniero de Caminos, Canales y Puertos empezó desempeñando puestos de muy diversa índole, hasta que en 1995 se convirtió en funcionario de carrera del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Tres años más tarde comenzaría su andadura en el ámbito ferroviario con su ingreso en el Área de Construcción del GIF (Gestor de Infraestructuras Ferroviarias). Su incorporación a Adif se produce en 2005, como gerente de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Barcelona-Figueras. En 2007 se hizo cargo de la Dirección de Infraestructura en la Dirección de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Barcelona-Figueras, hasta su nombramiento actual como director de la Línea de Alta Velocidad Noreste.



FOTOS: LAGO DIGITAL

Rafael Rodríguez, a la izquierda, con José Mª Urgoiti, director general de Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento de Ineco. Al fondo, el puente Bac de Roda, próximo al área de La Sagrera.

los 12.000 millones de euros de inversión total una vez terminada. En 2011 han estado trabajando en ella unos 2.300 trabajadores. El año anterior se llegó incluso a los 3.000 trabajadores.

En lo que se refiere a aspectos técnicos, ¿cuáles cree que son los principales elementos distintivos de la línea respecto al resto de la red?

Esta línea fue la primera que, después de la Madrid-Sevilla, se empezó a ejecutar en la nueva etapa de la alta velocidad en España. Tiene dos características fundamentales: la primera es que conecta con Europa (no es una línea cerrada dentro de la península), y la segunda, que permite el tráfico mixto de viajeros y mercancías. Con esas dos particularidades, la conexión en ancho UIC con Europa es un hito dentro de los ferrocarriles españoles. Por primera vez se puede conectar en un mismo ancho la red española con la europea y se reducirán los tiempos de viaje.

Por otro lado, la línea fue la primera en la que se constituyó el sistema de comunicación ERTMS y también ha sido la primera en la que se pasa del Nivel 1 al Nivel 2, en un proceso que comenzó el 24 de octubre de 2011 para el tramo Madrid-Lleida, y para el Lleida-Barcelona desde el pasado diciembre.

¿Cómo cree que influirán estas características exclusivas de la línea en su evolución futura?

Una vez puesto en servicio el tramo Barcelona-Figueras, la evolución de la línea conllevará un gran beneficio económico y ambiental. En lo que se refiere a mercancías, el aumento del tráfico ferroviario supondrá una disminución del número de vehículos pesados en circulación, con la consiguiente descongestión



Tuvimos en cuenta hasta el último detalle... Hemos conseguido un comportamiento ejemplar en la gestión de la obra



COMITÉ DE LA UNESCO

El Ministerio de Fomento impulsó un comité de 21 expertos internacionales auspiciado por la Unesco, que desde junio de 2010 supervisó la excavación del túnel. Tras examinar los datos posteriores al paso de la tuneladora, el comité avaló la 'alta competencia' de los trabajos realizados.

→ de las carreteras aledañas. Además, en estos momentos tenemos el 50% de cuota de mercado en cuanto a viajeros respecto al Puente Aéreo de Iberia.

Una vez que se haya completado el tramo francés, entre Barcelona y París, también es muy probable que el tráfico internacional de viajeros –sobre todo el dedicado al turismo y a los viajes de negocios– se vea incrementado.

¿Qué supondrá operativamente la puesta en servicio de la conexión con Francia?

La conexión con la red europea da verdadero sentido a la interoperabilidad. Para finales de 2012, cuando tengamos toda la línea en ancho internacional UIC, los distintos operadores podrán ampliar su alcance; es decir, un operador francés que ahora llega hasta Figueras podrá conectar con Barcelona, mientras que un operador español podrá dar servicio dentro de Francia.

¿Cómo describiría la experiencia de tener tres tuneladoras trabajando a la vez en la línea?

Cuando alcanzamos esta etapa de las obras nos planteamos cuál debía ser nuestro comportamiento, qué debíamos hacer para que las tres tuneladoras tuviesen un rendimiento adecuado y cumpliesen los niveles de seguridad que nos habíamos planteado. Tuvimos en cuenta hasta el último detalle.

En primer lugar, las máquinas iban a funcionar en una ciudad, Barcelona, donde la sensibilidad de sus habitantes era muy importante respecto a los túneles por otros acontecimientos ocurridos en el pasado. Había que contar, además, con el paso junto a monumentos históricos, Patrimonio de la Humanidad, que exigían unos niveles de calidad realmente altos. Por otra parte, en

Rafael Rodríguez, en el centro de la imagen, con parte del equipo de Ineco: Jorge Laguna, María Alfonso, el director general José M^a Urgoiti, Luis Ubalde y Antoni Freixa.



LA APORTACIÓN DE INECO

Rafael Rodríguez valora la colaboración y actitud de Ineco desde el inicio de las obras de la línea, tanto en las labores de supervisión como en las de recopilación de datos o de ingeniería de cabecera. 'Entiendo que su labor no se limita a la infraestructura, sino que abarca toda la superestructura, todos los subsistemas', aclara. 'Esto es algo primordial, porque potencia la labor de Adif (...) Yo diría que la característica principal de Ineco es que se trata de la herramienta fundamental para exportar el 'know how' español de cómo se puede construir, mantener o explotar una línea de alta velocidad.'

la tuneladora de Girona, dada la estructura del tramo urbano, se hacía imposible trazar el túnel sin pasar por debajo de 44 edificios, lo que supuso tomar las medidas de seguridad adecuadas para este caso. Por último, la tercera tuneladora, en Montcada, aunque no pasaba por debajo de edificios, estaba totalmente pegada a una línea de Cercanías, lo que podía provocar interferencias no deseadas en el tráfico ferroviario. Teniendo en cuenta todos estos factores, tanto profesionales de Adif como de Ineco, ingenierías independientes y los propios contratistas conseguimos ofrecer niveles de calidad que han estado claramente por encima de las expectativas.

En lo que se refiere a la sección de Barcelona, la obra ha contado con componentes exteriores que la han hecho aún más compleja. Desde un principio ha estado bajo la supervisión de organismos internacionales, debido a la cercanía a la Sagrada Familia y la Casa Milá. El paso junto al templo de Gaudí se realizó bajo supervisión judicial. Este elemento adicional ha generado tanto intranquilidad como ganas de hacer bien las cosas, por la gran responsabilidad que teníamos. Es, por tanto, una satisfacción liderar un equipo que ha conseguido el índice de prestaciones logrado con las tres tuneladoras.

¿Cómo transformará el transporte de Barcelona la estación intermodal de La Sagrera, el mayor edificio de la ciudad?

La Sagrera será un centro neurálgico ferroviario para Catalunya. Supondrá la conexión de las líneas de alta velocidad con las de Cercanías y regionales, además de dos líneas de metro, autobuses, taxis... Es decir, será el núcleo fundamental del transporte para la ciudad y permitirá una mejora del transporte público. Gracias a la construcción del túnel Sants-La

Sagrera se logrará también descongestionar el tráfico regional de la red de Cercanías.

¿Qué hitos destacaría en el resto de integraciones urbanas, como las de Girona, Montmeló o El Prat de Llobregat?

Con el desarrollo de la línea, en algunas poblaciones se ha planeado –y en algunos casos ya se ha ejecutado– el soterramiento de la línea de alta velocidad junto con las otras redes ferroviarias que atravesaban la población. Esto supone un antes y un después para la población, ya que el territorio que ocupaba el ferrocarril ahora se urbaniza, se devuelve al ciudadano y, por consiguiente, las condiciones de habitabilidad mejoran notablemente, así como las de seguridad, gracias a la supresión de pasos a nivel.

"La conexión con la red europea da verdadero sentido a la interoperabilidad"

¿Cuáles cree que han sido las principales novedades que ha aportado esta línea?

Como ya he comentado con anterioridad, esta línea fue la primera en desarrollar el ERTMS, un sistema de seguridad que se ha ido transmitiendo al resto de líneas como señalización prioritaria en su Nivel 1. Pero yo destacaría como principal novedad el control de las subsidencias que se han ejecutado con la tuneladora y la supervisión de todo el equipo técnico, formado por ingenierías, contratistas, Ineco, Adif, etc. Todo se ha conjuntado de tal manera que hemos conseguido un comportamiento ejemplar en la gestión de la obra. Este proceso de seguimiento se ha realizado en tiempo real y se ha logrado gracias al trabajo conjunto y al unísono de todos los organismos y empresas implicadas. ■



Con el nuevo túnel 'se logrará también descongestionar la red de Cercanías'.



Un organismo global e integrador El mismo cielo para todos

Desde su nacimiento en 1944, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) se ha convertido en un organismo indispensable para el transporte aéreo. Ineco mantiene en los últimos años una estrecha relación con este organismo a través del Programa de Cooperación Técnica.

Por Manuel Sauca (Consultoría Aeronáutica).

Año 2030: 5.000 millones de pasajeros a bordo de más de 50 millones de aeronaves circulando por autovías aéreas y despegando de más de 10.000 aeropuertos repartidos por todo el mundo... No es una escena de *Blade Runner* de Ridley Scott. Son las previsiones de los organismos internacionales. Son datos que no surgen de la imaginación de ningún escritor de ciencia ficción, ni de ningún guionista de películas apocalípticas, sino de escenarios probables en un futuro más bien cercano.

Nadie puede predecir el futuro. Se pueden hacer conjeturas, pero no es necesario ser un experto en pronóstico de tráfico para aventurar que la situación descrita, ni es fruto de la febril imaginación de algún iluminado, ni resulta descabellado pensar que puedan convertirse en realidad. Las operaciones efectuadas a lo largo de 2009 sobrepasaron los 26 millones. Se produjeron entre 185 países con diferencias ideológicas, idiomáticas, tecnológicas y económicas, con marcos normativos y legales dispares.

El sistema que soporta el transporte aéreo no es local, endogámico, ni aislado. Todo lo contrario. Necesita de la globalidad y de la apertura de los mercados. Su desarrollo y supervivencia requieren la comunicación e

interrelación de todos los países que forman una red global. Esta convivencia, nada fácil pero imprescindible, hace obligado el establecimiento de normas básicas, así como la constitución de un órgano independiente que la garantice, salvaguarde y defienda, y que, al mismo tiempo, preserve los intereses comunes de las naciones que lo constituyan.

Un poco de historia

Esta necesidad empezó a detectarse en los albores del siglo XX, en la Convención de París de 1919. Pero sería después de la II Guerra Mundial, con la celebración del Convenio de Chicago, cuando se tomó conciencia de que era imprescindible. La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) fue constituida en este Convenio, en 1944, como una agencia de la ONU con el propósito de fomentar, estimular y apoyar el transporte aéreo mundial mediante un desarrollo armónico, unificado y coherente de todos los instrumentos que en él participan: aeropuertos y navegación, compañías aéreas, proveedores de servicios aeronáuticos... garantizando su seguridad y eficiencia, así como la equidad entre todos sus Estados contratantes.

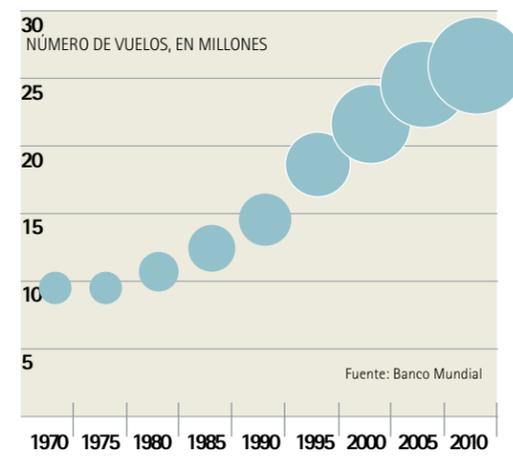
Mucho camino se ha recorrido desde aquel noviembre de 1944, en el que delegados de 52

países se reunieron con este objetivo. Mucho queda todavía por andar. Pero la senda está marcada y se deben procurar los medios adecuados para que los que por ella circulan sigan la ruta fijada. También es cierto que mientras que unos navegan con sofisticados GPS, otros lo hacen con modestas brújulas.

Los pasos que se van dando para acortar estas diferencias y sentar las bases del complejo sector del transporte aéreo son lentos a causa de las enormes diferencias existentes, pero seguros y firmes, siendo la OACI, a través de su Asamblea, su Consejo y las diversas Comisiones en ella constituidas, la que marca el ritmo y define la dirección en la que se deben dar, siempre en aras de la consecución de una aviación unida en torno a la seguridad, la equidad, la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente.

La labor desempeñada por la OACI, imprescindible en todos los sentidos, no se circunscribe al ámbito normativo y regulador, sino

TRÁFICO AÉREO MUNDIAL



¿REALIDAD O FICCIÓN? Para el año 2030 está previsto que circulen más de 50 millones de aeronaves por el mundo. El futuro podría no ser muy diferente de lo que nos contaban los autores clásicos de la literatura de ciencia ficción, como el legendario Philip K. Dick.

que se complementa con el apoyo y asesoramiento técnico a todo aquel miembro que solicite su asistencia para solventar cualquier necesidad surgida en el mantenimiento de las instalaciones o infraestructuras ligadas a la aviación, al cumplimiento de las normas y reglamentos emanados de la propia organización o ante posibles eventualidades en el sistema de transporte.

Respuesta ante las dificultades

Así, en esta línea, la OACI tiene, año a año, un Programa de Cooperación Técnica que trata de dar respuesta puntual a las dificultades técnicas que puedan plantearse a cualquiera de sus Estados miembros. En 2010, dentro de este Programa de Cooperación Técnica, se acometieron un total de 197 proyectos en 95 países: estudios que van desde la mejora de la seguridad operacional de transporte aéreo, hasta la explotación eficiente y sostenible, tanto económica como medioambientalmente del sistema que soporta la aviación en el mundo, pasando por planes estratégicos, evaluaciones de estructuras organizativas, asesoramientos para la preparación de auditorías de seguridad, certificación de aeropuertos, etc.

Para la elaboración de los diferentes estudios, la OACI cuenta, además de con equipo propio, con la asistencia de numerosos expertos y empresas consultoras especialistas en el mundo de la aviación y las infraestructuras aeroportuarias y de navegación. El valor añadido de estas colaboraciones no es pequeño, tanto para la propia OACI como para los países receptores de la colaboración y para las propias empresas y expertos contratados, ya que se garantiza de este modo la solvencia técnica de la solución propuesta y el cumplimiento de las relaciones contractuales por cada una de las partes. ■



PRESENCIA EN COSTA RICA

El Juan Santamaría es uno de los cuatro aeropuertos internacionales de Costa Rica. En 2010, Ineco llevó a cabo el Plan Integral de Modernización de Aeropuertos del país. El proyecto se enmarca dentro del Programa de Colaboración Técnica de OACI, que busca dar respuesta a problemas puntuales.

INECO Y LA OACI



Ineco ha sido adjudicatario en los últimos dos años de tres contratos dentro del Programa de Colaboración Técnica de OACI. Se trata de proyectos que han resultado altamente interesantes y se han resuelto satisfactoriamente para todos.

Plan integral para la modernización de la Red Nacional de Aeródromos de Costa Rica

>Desarrollado a lo largo de 2010, identifica y evalúa las necesidades de modernización y posibles ampliaciones del sistema de aeropuertos y aeródromos de Costa Rica. Se analizan las necesidades de construcción de nuevos aeropuertos, redefine las posibles estrategias de especialización de acuerdo a los usos potenciales (pasajeros, carga, turismo, aviación general), estudia fórmulas de participación del sector privado y suministra una herramienta de planificación de políticas de infraestructuras aeroportuarias. El proyecto se complementa con un estudio de alternativas de emplazamiento para un nuevo aeropuerto internacional.

Plan estratégico para el desarrollo aeroportuario de Panamá

>Establece las directrices o propuestas de actuación para desarrollar los aeropuertos de Panamá y prepararlos para aprovechar las oportunidades que representa el transporte aéreo en Panamá y América en su conjunto. Se establecen las líneas estratégicas de actuación encaminadas a fortalecer la Administración Aeronáutica, desarrollar un Sistema Aeroportuario impulsor del turismo y de la economía de Panamá, garantizar un Sistema de Aeropuertos seguro y eficaz, optimizar el modelo de explotación y establecer los mecanismos para la disponibilidad de recursos económicos para el sector.

Airport Safeguarding – Airport Vicinity Protection Area Study (AVPA) para Omán

>Ineco colabora en la actualidad con la Autoridad Aeronáutica Civil de Omán (CAA) en el desarrollo de los planes que permitirán garantizar la compatibilidad entre los aeropuertos y su entorno. Estos planes, conocidos como Airport Vicinity Protection Area (AVPA) Plans, tienen como objetivo garantizar la seguridad y regularidad de la operación de cada uno de los aeropuertos, de manera que el desarrollo del entorno aeroportuario no afecte a su proceso de certificación ni a su crecimiento futuro. Para ello se debe hacer especial hincapié en el control de los obstáculos (Anexo 14 de la OACI), así como en la protección de las instalaciones y ayudas a la navegación, y facilitar la integración del aeropuerto con su entorno, mejorando el bienestar de las personas que viven en las proximidades

(mediante el control del impacto acústico de las operaciones) y reduciendo los daños a personas y bienes en el caso de que se produzca un accidente aéreo (mediante la coordinación y adecuada gestión de los usos del suelo).

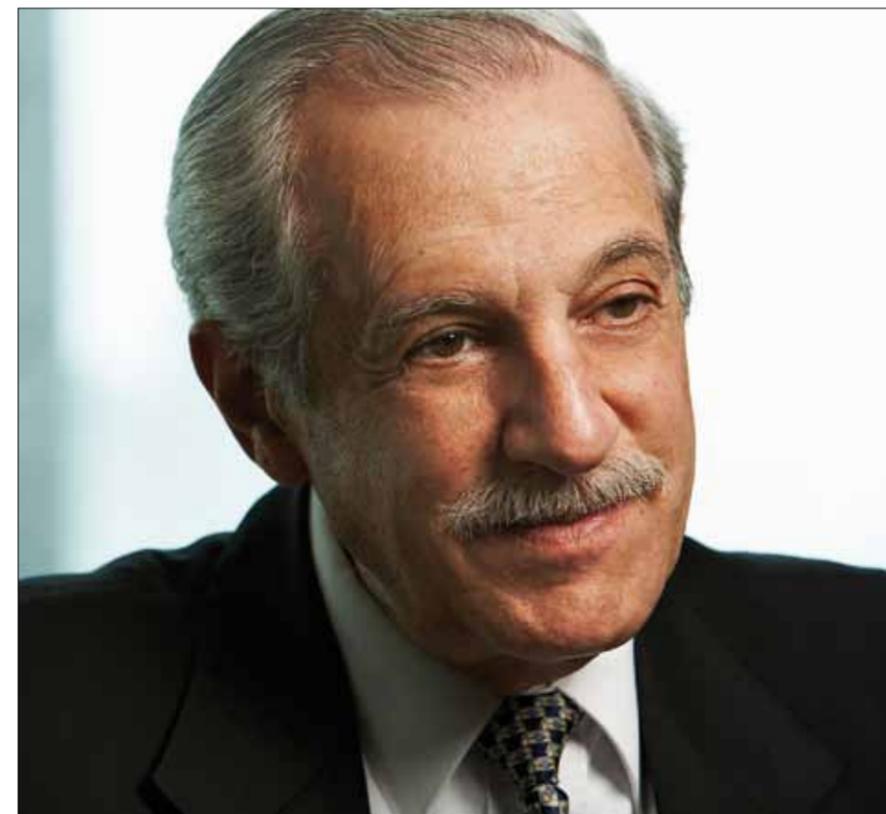
✦ Para alcanzar los objetivos previstos ha sido imprescindible la coordinación con otras administraciones y agencias estatales del país, así como la revisión de la legislación del país, tanto aeronáutica como de otra índole. Adicionalmente, se ha desarrollado una herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica) que permite a la CAA dar respuesta rápida a las necesidades de ciudadanos y autoridades responsables del planeamiento urbanístico.



Roberto Kobeh González

Presidente del Consejo de la OACI

“La seguridad operativa es nuestro primer objetivo estratégico”



Roberto Kobeh, nacido en la localidad mexicana de Huixtla (Chiapas) en 1943, fue elegido presidente del Consejo de la ICAO por vez primera en 2006, puesto que ocupa desde entonces. A lo largo de su vida profesional ha desempeñado diversos cargos en la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México.

Con una sede central en Canadá, la OACI cuenta con siete oficinas regionales repartidas por el resto del planeta. La entidad organiza numerosos seminarios, reuniones y conferencias en diferentes países, cuyo objetivo es una gestión de los espacios aéreos más segura y eficaz. El mexicano Roberto Kobeh, ingeniero en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, es el presidente del Consejo de este órgano especializado de la ONU y ha sido galardonado con los más prestigiosos premios de las instituciones aeronáuticas, incluyendo el de doctor *honoris causa* por la Universidad Aeroespacial de Corea del Sur.

Dentro de los objetivos de su organización, ¿qué lugar considera que ocupa la seguridad operativa?

La seguridad operativa es el primer objetivo estratégico de la OACI, seguida de la protección de la aviación, el medio ambiente y el desarrollo sostenible del transporte aéreo global. Nuestros programas y actividades establecen estándares globales en estas áreas y muchos de ellos están pensados también para ayudar a los Estados miembros en su implementación. Respecto a la seguridad, nuestras iniciativas más recientes están relacionadas con la seguridad en las pistas de aterrizaje y despegue (los accidentes que se producen en ellas son





UNA CITA DE GRAN NIVEL

El seminario organizado por la OACI y el COPAC, celebrado en Madrid en marzo de 2011, contó con la participación de IATA, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), EUROCONTROL y la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Aéreos (CIAIAC), entre otras instituciones.



la causa número uno de víctimas mortales en aviación), la gestión de riesgos derivados de la fatiga (cada vez más asociada con los accidentes de avión) y la formación para la próxima generación de profesionales de la aviación (pilotos, controladores aéreos y mecánicos).

“Lo importante es que todo el mundo cumpla con una normativa reconocida internacionalmente”

¿Qué tipo de colaboración necesitan de sus Estados miembros para garantizar la seguridad?

Para el progreso de la aviación civil internacional son esenciales el compromiso y la cooperación de nuestros miembros a la hora de implementar las normas y prácticas recomendadas (SARP) por la OACI. También es necesaria la cooperación entre los Estados miembros, y de estos con todos los componentes de la comunidad aeronáutica (aerolíneas, aeropuertos, fabricantes, proveedores de servicios de navegación aérea y otros sectores con intereses en la industria) que contribuyen a fomentar la integridad del sistema de transporte aéreo global. Incluiría también a los organismos gubernamentales y organizaciones financieras que contribuyen positivamente a fomentar la sostenibilidad general de la aviación civil internacional.

En una sociedad global y compleja como esta en la que vivimos, nuestros desafíos son comunes y multidisciplinarios, así que necesitaremos recursos colectivos y la experiencia de todos los elementos implicados.

Su organización no ha apoyado la propuesta de la Comisión Europea de crear

una 'lista negra' mundial donde figuren las compañías que no cumplan los requisitos de la OACI. ¿Por qué no?

El compromiso de la OACI es muy claro: garantizar el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional para el beneficio de todos sus miembros y sus ciudadanos. Nuestro objetivo es ayudar a los países a que sus sistemas de aviación cumplan las normas de la OACI. Seguimos avanzando en esa dirección y estoy convencido de que, a la larga, este enfoque reportará resultados que beneficiarán a todo el mundo.

¿Cuáles piensa que son las acciones globales más apropiadas para mejorar la seguridad aérea?

En el entorno globalizado de hoy en día, cada vez más personas viajan a más destinos de todo el mundo, y esperan el mismo nivel de seguridad dondequiera que viajen. Ésa es precisamente nuestra obligación: asegurarnos de que nuestros miembros tengan los recursos y conocimientos necesarios para implementar las normas y directivas de la OACI, que están diseñadas para ofrecer unos niveles de seguridad constantes y uniformes en todo el mundo.

Las acciones concretas variarán según el país, la región y las circunstancias locales. Uno de los mecanismos que estamos promoviendo entre los países con una actividad de aviación relativamente reducida es la creación de Organizaciones Regionales de Supervisión de la Seguridad (RSOO). Lo importante es que todo el mundo cumpla con una normativa reconocida internacionalmente.

Dadas las grandes diferencias en infraestructura, instalaciones, sistemas y recursos que existen entre sus miembros, ¿es viable pensar en adoptar medidas globales?

Sí, claro, sin duda alguna... Un avión requiere las mismas instalaciones de navegación aérea y sistemas estándar en cualquier parte del mundo donde se utilice. Por eso, para garantizar la seguridad y la eficacia del sistema de transporte aéreo global, resulta esencial contar con una normativa globalmente armonizada. Aunque pueda haber diferencias en las instalaciones y los servicios que se ofrezcan, siempre debe cumplirse.

¿Cómo calificaría los avances en la unificación del espacio aéreo o 'Single Sky', con iniciativas como NextGen en Estados Unidos o el programa SESAR en Europa?

Se están consiguiendo importantes avances. La OACI celebró el pasado septiembre el simposio mundial sobre la industria de la navegación aérea, en el que se repasaron los problemas técnicos y políticos que entraña diseñar e implementar un sistema de aviación globalmente interoperable.

En los próximos 10 años se invertirán más de 120.000 millones de dólares en todo el mundo para transformar el sistema y es fundamental que aunemos esfuerzos para hacer realidad este proyecto global. Tienen que implicarse los países, los aeropuertos, los proveedores de servicios de navegación aérea, las aerolíneas y los fabricantes. Una de las funciones de la OACI es ayudar a la comunidad de la aviación a sincronizar dichas inversiones.

Tomando como base las aportaciones de los participantes en el simposio, la OACI elaborará un plan global que se presentará el próximo mes de noviembre, durante el XII Congreso sobre Navegación Aérea. Será un gran paso adelante para el concepto "Single Sky".

La OACI anunciaba recientemente que va a preparar nuevas medidas de protección

medioambiental. ¿Qué avances se han producido en este sentido?

También en este ámbito se han logrado grandes avances. En la Asamblea de la OACI celebrada en 2010 se aprobó una resolución histórica que convirtió a la aviación internacional en el primer sector con metas y aspiraciones globales de mejorar la eficacia del combustible el 2% anual y de estabilizar sus emisiones glo-

bales de dióxido de carbono (CO₂) a niveles de 2020. Dicha resolución incluye el desarrollo de una norma de certificación de emisiones de CO₂ para aviones, con 2013 como fecha límite para su culminación, el desarrollo de medidas basadas en el mercado (MBM) para la aviación civil internacional y el desarrollo e implementación permanente de combustibles alternativos y sostenibles para la aviación.



LA SEGURIDAD AERONÁUTICA, A DEBATE EN MADRID

En marzo de 2011 se celebró en el Congreso de los Diputados de Madrid el seminario 'Información de Seguridad: Cooperación entre Autoridades Aeronáuticas y Judiciales', organizado por la propia OACI y el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (COPAC). En la imagen, Roberto Kobeh (derecha), junto a Manuel Bautista, gerente del Aula Carlos Roa de Ineco, durante una pausa entre conferencias.

De particular importancia son los planes de acción que permitirán a los países identificar tanto las medidas que deseen adoptar para frenar el cambio climático como la ayuda que puedan necesitar. La OACI ya ha preparado material de orientación y una web interactiva para apoyarles en su esfuerzo.

Sus previsiones para 2030 muestran un aumento significativo en el tráfico aéreo mundial. ¿En qué regiones y en qué tipos de tráfico se esperan mayores cambios?

Nuestra previsión es que se produzca un crecimiento medio anual del 4,5% en todo el mundo entre 2011 y 2030. Esa cifra está en línea con las proyecciones económicas para dicho período. Los mayores aumentos se producirán en la región Asia-Pacífico, seguida por Oriente Próximo y América Latina.

La OACI, a través de su División de Cooperación Técnica, ha entrado en el campo de la ingeniería y la consultoría como observador garante de la transparencia y la solvencia técnica en estudios y proyectos para el desarrollo de infraestructuras aeroportuarias y de transporte aéreo. ¿Qué posibilidades ve de cooperar en el futuro con los países miembros de la organización?

La Oficina de Cooperación Técnica (TCB) de la OACI tiene un largo historial de neutralidad, transparencia y objetividad. Los clientes confían en la integridad y responsabilidad de los expertos de la TCB. La OACI hace todo lo posible por ampliar sus servicios con el fin de responder a las necesidades de sus miembros en tres áreas concretas: consultas en áreas técnicas y operativas fundamentales, obtención de equipamiento y programas de formación. La cooperación con las organizaciones especializadas en este campo es esencial. ■



ÁVILA MINGORRÍA

RENOVACIÓN DE POSTES

Entre las obras se ha contemplado la sustitución de los postes por otros nuevos. Las imágenes muestran, a la izquierda, el poste antiguo fuera de gálibo y, a su derecha, el nuevo poste de seccionamiento.

Cambio de postes por otros nuevos dentro de gálibo.

Actuaciones de mejora de líneas ferroviarias convencionales

Puesta al día

Ineco ha redactado los proyectos y ha realizado la asistencia técnica en obra para el mantenimiento de varios tramos de líneas ferroviarias convencionales, mejorando catenarias donde éstas eran deficientes.

Con la colaboración de Ángel Montero y Sergio Díaz (Instalaciones y Sistemas Ferroviarios).

Modernizar las catenarias y adaptar la infraestructura para que éstas permitan alcanzar velocidades de hasta 160 km/h son algunos de los objetivos de las obras de mejora en varios tramos de diferentes líneas convencionales.

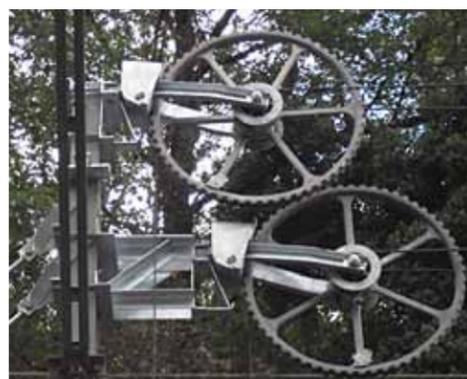
Ineco ha realizado para Adif la asistencia técnica en obra desde 2007 en tres tramos, así como la redacción de los proyectos de dos de ellos. El primero fue el proyecto de modernización del tramo comprendido entre Ávila y Mingorría, en la línea Madrid-Hendaya, concluida en 1864. Tres meses más tarde se sumaron otros dos: el de mejora del tramo que conecta los pueblos guipuzcoanos de Brinkola y Zegama (también en la línea Madrid-Hendaya), y un tercero que une las localidades de Gallur (Zaragoza) y Castejón (La Rioja), del cual sólo se realiza la asistencia técnica en obra. Las nuevas instalaciones de electrificación optimizarán las condiciones de la explotación ferroviaria y proporcionan una mayor fiabilidad y regularidad.

Ineco ha liderado desde su creación este sector, participando en el desarrollo de nuevas líneas y en el mantenimiento de las existentes. ■

ZEGAMA BRINKOLA



Dispositivo anti sabotaje (bloqueo de dientes de las poleas).



Cambio de tirantes de ménsula fijos por otros giratorios.



Nuevos postes sobre macizos aprovechables.



Instalación de carcasas de seguridad y sustitución de postes tipo P.



Cambio de grapas para la suspensión del cable de guarda.

Sustitución del pendolado.



GALLUR CASTEJÓN

RENOVACIÓN CONTINUA

Adif realiza continuamente actuaciones de mejora y renovación en los más de 11.000 km de red convencional que gestiona en la actualidad, algo crucial para garantizar la seguridad y calidad del servicio. Además de la modernización y renovación de la catenaria, como en este caso, las actuaciones pueden consistir en renovaciones de vía, supresión o mejoras de pasos a nivel, construcción, modernización o rehabilitación de subestaciones eléctricas de tracción, supresión de bloqueos telefónicos, implantación del sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC) o instalación de enclavamientos electrónicos, entre otras intervenciones.

>LAS ACTUACIONES EN DETALLE

- 1 El tramo Ávila-Mingorría necesitaba ser modernizado por el deficiente estado de los equipos. Los trabajos consistieron en el montaje de nuevas catenarias con péndolas equipotenciales, la compensación independiente de las catenarias para todas las vías, la independización de las catenarias mediante equipos instalados en poste o pórtico rígido, el montaje de agujas tangenciales, la renovación del sistema de alimentación a la línea de contacto, así como la instalación de protecciones.
- 2 El tramo entre Zegama y Brinkola (Guipúzcoa) supuso una mayor dificultad debido a la abrupta

orografía de la zona, en la que son abundantes los túneles. Las principales reformas consistieron en sustituir compensaciones conjuntas por compensaciones independientes, además de cambiar elementos de catenaria que estuvieran fuera de norma.

3 En cuanto a la línea aérea de contacto entre las estaciones de Gallur y Castejón, que forman parte de la línea Zaragoza-Altsasu, la infraestructura se encontraba deteriorada, con algunos equipos de catenarias en desuso, los cuales fueron sustituidos. También se eliminaron pórticos funiculares para colocar en su lugar pórticos rígidos de celosía.



LOS MÁS HABITUALES

Los pasos a nivel más utilizados en la actualidad son los de clase 'B', 'C' y 'F'. Junto a los de clase 'A', todos incluyen señales fijas de carretera, como 'precaución, paso a nivel' con o sin barreras, 'firme irregular', 'situación de paso a nivel', semáforo y balizas de proximidad, aproximación y cercanía al paso a nivel.

Ineco colabora con Adif para controlar a distancia los pasos a nivel

Ojo al paso

Un nuevo sistema elimina la necesidad de recoger 'in situ' los datos de control de los equipos automatizados que protegen los pasos, lo que facilita el mantenimiento y, por tanto, incrementa la seguridad.

Por M^a Teresa González (Instalaciones y Sistemas Ferroviarios).

A partir de la implantación de las semi-barreras automáticas en los pasos a nivel (SBA) en 1987, Adif comienza a instalar progresivamente un sistema local de supervisión de funcionamiento, denominado registrador de eventos. A semejanza de las cajas negras de las aeronaves, éste graba permanentemente todo lo que ocurre en la instalación. El equipo, instalado en la caseta del paso a nivel, dispone de tres niveles de registro:

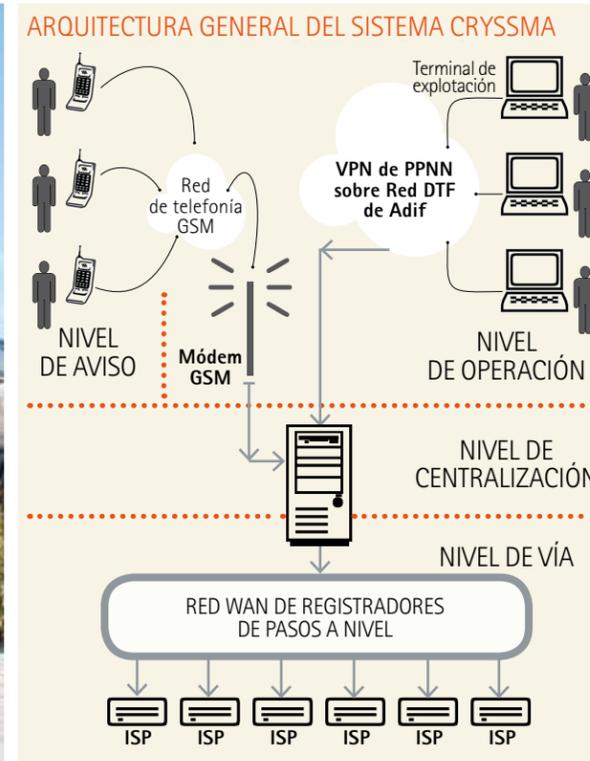
- El nivel "0" recoge todas las señales de entrada previstas durante un tiempo por determinar, dependiendo del tipo de instalación.
- El nivel "1" graba aquellas incidencias que, sin ser de seguridad, sean consideradas técnicas.
- El nivel "2" registra todas las incidencias que afecten a la seguridad.

El sistema, sin embargo, sólo permitía recoger datos en el propio paso a nivel, descargándolos en un ordenador mediante un programa informático específico. Con el tiempo se comprobó que esta necesidad de consultar los registros *in situ* creaba un problema al personal de mantenimiento, ya que no era posible conocer la avería con antelación. Por ello surge la idea de acceder a la información por ordenador, a distancia y en tiempo real, para facilitar el mantenimiento, consiguiendo una mejora de la seguridad, tanto para los trenes como para los vehículos que atraviesan los pasos, al reducir el tiempo necesario para la reparación.

Así, en el año 2009, Adif encarga a Ineco la asistencia técnica para la concentración de registradores y supervisión de seguridad en 263 pasos a nivel situados en diferentes líneas de la Red Ferroviaria de Interés General. La compañía se hace entonces cargo de los trabajos de replanteo, control de la instalación de equipos y pruebas y puesta en servicio. El sistema, denominado CRYSSMA, se estructura en tres niveles:

- "Concentración", compuesto por todo equipo instalado en vía para obtener la información de un número ilimitado de pasos a nivel.
- "Centralización", formado por el equipamiento necesario para disponer en uno o varios puestos de centralización de la información de los registradores de un número ilimitado de pasos a nivel.
- "Explotación", constituido por los elementos necesarios para la representación y proceso de las informaciones en los puestos centrales.

Gracias a esta estructura se logra acceder a cada uno de los registradores desde un puesto terminal y descargar los registros sin necesidad de desplazamientos. El sistema recopila la información, la almacena para su posterior explotación y la analiza para detectar posibles incidencias. Además, si se detecta alguna, permite enviar alarmas mediante SMS a teléfonos móviles, creando así un cuarto nivel, conocido como "nivel de aviso". ■



OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL SISTEMA CRYSSMA

- Registrar y almacenar cualquier cambio de estado en los elementos vitales supervisados de una instalación de protección de pasos a nivel.
- Detectar posibles averías o incidencias.
- Informar inmediatamente de dicha incidencia y, si es posible, de su naturaleza en los terminales de usuario del sistema, así como por SMS.
- Facilitar la consulta de la información almacenada para su análisis.



INECO Y LA PROTECCIÓN DE LOS PASOS A NIVEL

Ineco colabora con la Dirección de Pasos a Nivel de Adif desde 1998, con labores de asistencia técnica a la dirección de obra. Hasta la fecha ha participado en más de 70 proyectos de instalaciones de protección de pasos a nivel, como semibarreras automáticas (SBA), señalización luminosa y acústica (SLA) y sistemas de protección peatonal (SEP). Paralelamente, colabora desde 2007 en trabajos de renovación de instalaciones existentes, tanto para adaptarlas a la normativa vigente como sustituyendo los equipos que han alcanzado su vida útil, unos 25 años, plazo tras el cual se estima que quedan tecnológicamente obsoletos.

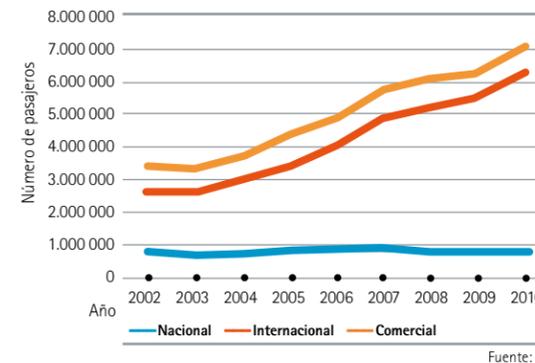


DESCARGA DE REGISTROS. El sistema permite descargar los datos del registrador 'in situ' (en la imagen) o a distancia, desde un puesto terminal.

CLASIFICACIÓN DE LOS PASOS A NIVEL

Los pasos a nivel se clasifican según los sistemas de protección de que dispongan. Los de clase 'A' sólo cuentan con señales fijas. Los de clase 'B' disponen de señales luminosas y acústicas (SLA) –son los más frecuentes por la eficacia que han demostrado y por la ventaja de reducir el tiempo de cierre del paso al no contar con barreras–. Los de clase 'C' están protegidos con semibarreras, dobles semibarreras o barreras, automáticas o enclavadas (SBE, SBA o SBE/SBA) y se reservan para puntos de tránsito elevado. Se denominan de clase 'D' los que tienen régimen de consigna (cadenas o barreras o semibarreras manuales). Los de clase

'E' cuentan con guardería a pie de paso. Finalmente, los de clase 'F' son los exclusivos para peatones y/o ganado. A la hora de instalar una protección, la elección entre una clase 'B' o 'C' se determina según la visibilidad del paso y un indicador estadístico conocido como 'momento de circulación' (AxT), resultado del producto de la intensidad media diaria de circulación de vehículos y del número de circulaciones diarias de trenes: si es igual o superior a 1.500, el paso debe suprimirse. Otro elemento de protección en los pasos de tipo 'B', 'C' y 'F' es la 'señal ferroviaria', que indica al maquinista el estado del paso.



UN ELEVADO CRECIMIENTO

El aeropuerto ha experimentado en los últimos años unas tasas de crecimiento muy elevadas y desde 2002 se ha duplicado el número de pasajeros. Como consecuencia de este aumento del tráfico, las actuales instalaciones no serán suficientes para atender la demanda futura de pasajeros y aeronaves.

Estudio de mejora del Aeropuerto Internacional de Casablanca

La puerta del Magreb

El aeropuerto Mohammed V ha experimentado un crecimiento espectacular en la última década. A comienzos de 2011, Ineco fue contratada por la Office National Des Aéroports (ONDA) para realizar el estudio de ampliación.

Por Carlos González y Julio Resino (Consultoría Aeronáutica), y María Luisa Guillamot (Arquitectura, Estructuras e Instrumentación).

Con sus casi seis millones de habitantes, Casablanca es la ciudad más poblada de Marruecos. En ella se concentra más del 50% de la actividad industrial del país, lo que hace que sea considerada como la capital financiera. El aeropuerto Mohammed V constituye un factor clave para esta actividad eco-

nómica. Sus más de siete millones de pasajeros anuales lo convierten en el más importante del Magreb. El 90% de su tráfico es internacional, con rutas a Oriente Próximo, América del Norte, África y la práctica totalidad de las capitales de Europa. Las rutas con más pasajeros son París y Madrid. Es importante destacar el elevado

número de usuarios que utilizan el aeropuerto para realizar una conexión, principalmente entre Europa o América y África.

Para atender a los pasajeros se dispone de tres edificios. El Terminal 1 (T1) tiene 66.000 m², aunque la mayor parte se encuentra cerrada temporalmente por obras de ampliación. El Ter-

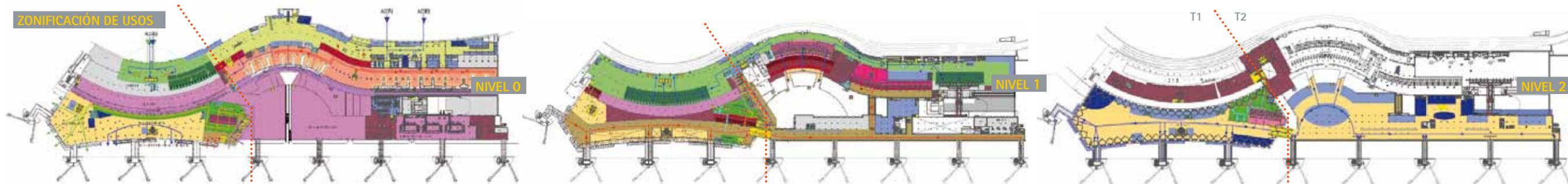
minal 2 (T2) tiene 40.000 m², con 36 mostradores de facturación, 26 controles de pasaporte en salidas y 28 en llegadas, 9 cintas de recogida de equipajes y una sala de embarque. El Terminal 3 (T3) tiene 4.000 m² y se ha utilizado para atender el tráfico de pasajeros en los períodos de peregrinación a La Meca.

A comienzos de 2011, la Office National Des Aéroports (ONDA), organismo que gestiona los aeropuertos y los servicios de navegación aérea en Marruecos, lanzó un concurso público para licitar un estudio que identificase la problemática actual del aeropuerto y definiese el dimensionamiento y el diseño de las infraestructuras necesarias para atender el tráfico en el futuro, que fue adjudicado a Ineco.



PERSPECTIVA DEL PROYECTO. Cuando finalicen las actuaciones, el aeropuerto pasará a tener unas instalaciones acordes a la demanda futura.

FASES DEL ESTUDIO REALIZADO POR INECO



FASE I

Análisis de la situación y diagnóstico

Se llevó a cabo un análisis de las infraestructuras, tanto las destinadas al pasajero como a los equipajes, compañías aéreas, zonas comerciales, administrativas y técnicas. También se realizó una caracterización del tráfico de pasajeros y aeronaves. Durante varias jornadas se efectuaron mediciones de los tiempos de procesos de pasajeros en la facturación, controles de seguridad y pasaportes, conexiones, así como en la salida y llegada de equipajes. A partir de la información anterior se realizó un diagnóstico de las instalaciones y de la operativa, identificando los flujos y procesos susceptibles de mejora. Asimismo, se realizó un diagnóstico arquitectónico de los edificios, tanto desde el punto de vista estructural como de la calidad ambiental proporcionada a los usuarios.

FASE II

Determinación de necesidades

A partir de la demanda futura de pasajeros se realizó el cálculo de las necesidades de las infraestructuras. Para ello se definieron los parámetros de diseño que garantizasen un elevado nivel de servicio.

FASE III

Generación y selección de alternativas

En esta fase se tuvieron en cuenta diversas especificaciones que debía recoger el diseño de las soluciones:

- Se debe facilitar la integración funcional y arquitectónica de los edificios terminales, de forma que el resultado final sea un único edificio. Se minimizan así los costes operativos y se gana flexibilidad.

- El nuevo desarrollo debe posibilitar que los pasajeros y su equipaje realicen las conexiones entre vuelos de forma rápida y sencilla.
- Las nuevas instalaciones deberán permitir instalar un sistema automático de tratamiento de equipajes (SATE).
- La solución arquitectónica debe dotar al edificio de zonas para el pasajero con un alto nivel de confort, cuidando especialmente las alturas y la iluminación.
- La ubicación de las zonas comerciales se optimizará, de forma que se adapten a los flujos de pasajeros, sin interferir en su operativa.

Para seleccionar la mejor alternativa de desarrollo se primó la eficiencia, entendida como la óptima relación entre el cumplimiento de objetivos y su coste.

FASE IV

Impacto en otros proyectos

En paralelo con la generación y selección de alternativas se analizaron los proyectos en curso y se determinó el impacto que tendría en ellos el nuevo desarrollo propuesto, con especial hincapié en el proyecto de ampliación de la T1, donde se habían comenzado a ejecutar las obras. En el momento de realización del estudio, estas obras estaban suspendidas temporalmente, a la espera de obtener la solución propuesta por Ineco. Tras la conclusión del estudio y su presentación a ONDA y al Ministerio de Transportes marroquí, Ineco ha sido contratada para que se haga cargo de la Oficina Técnica de Soporte a la Ingeniería de las ampliaciones de la T1 y T2. En este contrato intervendrán las direcciones de Consultoría Aeronáutica, Proyectos Aeroportuarios y de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación de Ineco.

Herramientas Cover

Un mundo en cobertura

En 2005 comenzó a tomar forma CoverNav, un proyecto de I+D+i de Ineco que permite realizar, con una alta precisión, simulaciones para la navegación aérea. Actualmente, este conjunto de herramientas se conocen internacionalmente, se utilizan en grandes proyectos y se encuentran en continua evolución.

Por Juan Carlos García Ballesteros y Juan Pablo Salazar (Aeronáutica).

Los procedimientos RNAV de navegación aérea se evalúan y validan comprobando las prestaciones (coberturas línea de vista, exactitud, etc.) proporcionadas por los sistemas de navegación (DME y VOR) que están instalados por todo el territorio español.

La validación de la adecuación de esta infraestructura terrestre para soportar las prestaciones requeridas por estos procedimientos no se puede realizar sólo con vuelos de calibración, porque además de resultar excesivamente costosos, no es posible hacer una comprobación exhaustiva en cualquier condición. Por este motivo son necesarias herramientas de cálculo potentes que permitan hacer simulaciones de las coberturas, la exactitud y la continuidad de los servicios proporcionados. En base a esta idea, en 2005 se elaboró una propuesta para desarrollar un proyecto de innovación dentro de Ineco con el que cubrir estas necesidades de la navegación aérea.

Un equipo de desarrollo y diseño planteó las premisas de un algoritmo de cálculo de línea de vista rápido y eficiente, como ningún otro hasta la fecha, para simular las coberturas de las radioayudas de estos sistemas. Rápidamente, la herramienta cobró interés y se inició una línea de trabajo novedosa dentro de la Dirección Ejecutiva de Sistemas y Navegación Aérea. Esta herramienta se planteó como herramienta de escritorio respaldada por un sistema de información geográfica (GIS).

Este primer proyecto de innovación, desarrollado por Ineco en base al conocimiento atesorado durante años de estrecha colaboración con Aena, fue muy bien recibido por nuestro cliente, que validó los resultados proporcionados por la herramienta comparándolos con los datos que disponen registrados en los vuelos de calibración.

Interés generado

En los años sucesivos, CoverNAV alcanza renombre en el mundo de la navegación, a la vez que otras necesidades iban apareciendo y eran cubiertas por nuevas herramientas Cover. Dado el interés generado en Aena con esta primera herramienta y mientras se mejoraban las funcionalidades y las capacidades gráficas de CoverNAV, se aprovecha el conocimiento adquirido en este proyectos para iniciar nuevos trabajos.

Para incluir los sistemas de comunicaciones radio se completa el algoritmo de línea de vista con un algoritmo de propagación radioeléctrica, mediante el que calcular las pérdidas en potencia asociadas a las comunicaciones por voz mantenidas entre el piloto y la torre de control. Con esta idea, tras incluir varias funcionalidades, se añade un nuevo miembro a la familia: CoverCOM. Al mismo tiempo, otro proyecto de innovación puso su mirada en las estrellas. La constelación GPS está considerada como el sistema de navegación del futuro, por

UBICAR



Estas herramientas permiten realizar simulaciones con una gran exactitud.

HERRAMIENTAS

Coverage assessments by an Electromagnetic Wave Propagation Model

Constant Level Flight through Threshold

Circular Sector

Vertical Profiles / Approach Paths

TMA

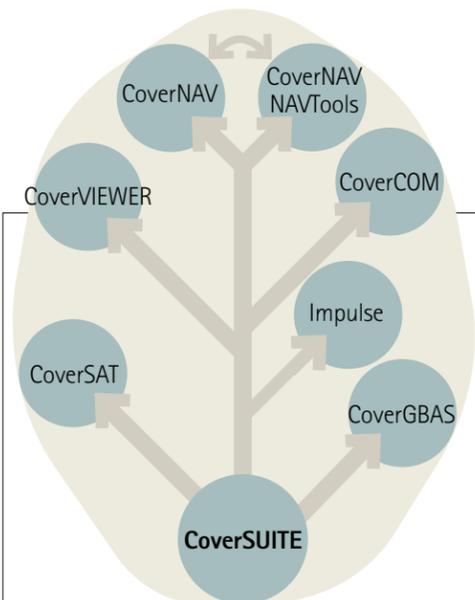
Las herramientas Cover desarrollan Interfaces abiertas e intuitivas, de fácil comprensión para los usuarios.

GIS: cómo ubicar cada cosa en su sitio

Las herramientas Cover se sustentan en un sistema de información geográfica (GIS). Estas aplicaciones contienen los datos geográficos, el 'hardware' y el 'software' diseñados para facilitar la manipulación, despliegue y análisis de la información geográficamente

referenciada. Además, optimizan el acceso a los datos geográficos, muy utilizados hoy en día por la sociedad, que cada vez más demanda una referencia espacial en su trabajo y vida diaria.





En continuo crecimiento

Las herramientas Cover forman una familia cada día más grande. En este proceso se mantiene una visión global de cada uno de los objetivos que se fijan. La comunicación dentro del equipo de desarrollo y la coordinación con los diferentes expertos hace posible que se puedan desarrollar herramientas cada vez más compactas y evolucionadas.

> **CoverNAV**_Estudios de cobertura línea de vista para la optimización de la infraestructura terrestre de ayudas a la navegación aérea. Se utiliza en los estudios de procedimientos RNAV, exactitud y continuidad.

> **CoverCOM**_Estudios de cobertura radioeléctrica para equipos de comunicaciones voz. Estudios focalizados en bloques de espacio aéreo y sectores proporcionando niveles mínimos de vuelo y coberturas por potencia.

> **CoverSAT**_Estudios de disponibilidad y continuidad GPS e integridad basados en RAIM.

> **CoverVIEWER**_Comparación de resultados entre los sistemas de navegación aérea.

> **CoverGBAS**_Estudios de emplazamiento de estaciones transmisoras VHF integradas en los sistemas por satélite GBAS.

> **Impulse**_Estudios de predicción de la afección de nuevos obstáculos a la calidad de las señales de sistemas pulsados.



lo que se planteó simular las características de disponibilidad y continuidad del sistema, denominándolo CoverSAT.

CoverGBAS nace tras una nueva ola de interés en Aena e Ineco de la familia de herramientas Cover, se mejoran y el sistema GBAS se une a las simulaciones de cobertura. Desde Aena se plantea ampliar los algoritmos y se decide incluir uno capaz de buscar el emplazamiento óptimo de las antenas de los sistemas CNS en base a las restricciones que se deseen fijar.

En el último año se crea Impulse, un nuevo proyecto de innovación que ha revolucionado las premisas y el alcance de las herramientas Cover. Por un lado, los sistemas simulados se han ampliado con nuevos sistemas de señales pulsadas y, por otro, se ha innovado un grupo de algoritmos de análisis de la problemática asociada a diversos fenómenos. ■

FUNCIONALIDADES DEDICADAS Y GLOBALES

Las herramientas Cover adaptan tanto los datos como los resultados convenientemente al uso que se requiera de ellas en cada entorno. En todas ellas se desarrollan interfaces de fácil comprensión para los usuarios especializados, considerando en cada momento las peculiaridades de cada sistema a simular y sin perder de vista la posibilidad de ampliarlos con nuevos sistemas. Siguiendo este método de especialización y optimización de recursos, actualmente se dispone de algoritmos diseñados íntegramente en Ineco y que potencian el valor y reconocimiento de las herramientas Cover. Uno de los objetivos es conseguir la total modularidad de los algoritmos, de manera que se puedan obtener resultados para sistemas que no estén definidos dentro de esta familia de herramientas.

El límite no es el cielo

Desde sus comienzos, todas las herramientas Cover han sido presentadas internacionalmente en varios congresos.

De manera continua han estado presentes en ATC Global y han suscitado el interés del público y de otras empresas del sector. Destaca el interés y colaboración de la DGAC de Francia con la herramienta CoverNAV: en 2007 adquirieron las licencias necesarias para incorporarla en su trabajo de evaluación y validación de los procedimientos de navegación aérea. El factor innovador de Ineco y el interés de los usuarios de las herramientas Cover han conseguido que incorporen nuevos módulos y soluciones.

Su uso sirve para la realización de numerosos estudios y ofrece a los clientes un resultado diferenciado del resto por su calidad. Algunos de los trabajos en los que se utilizan las herramientas son:

■ Se generan informes mensuales de coberturas y de prestaciones de navegación para evaluar y validar procedimientos RNAV.

■ Se lleva a cabo un informe de toda España verificando las coberturas radio de las estaciones de comunicaciones emplazadas.

■ Aena ha instalado el primer sistema GBAS en Málaga. Para validar el emplazamiento se utilizaron las herramientas Cover.

■ Continuamente se están verificando los algoritmos de sistemas pulsados por medio de simulaciones que evalúan las afecciones de nuevos obstáculos en la calidad de las señales de dichos sistemas.

En un futuro se plantea internacionalizar las herramientas para que estén disponibles en diferentes idiomas. Además, se investiga para reforzar el GIS con una representación más avanzada, que abarque un mayor número de resultados para el usuario, sin perder la facilidad visual que caracteriza a la familia.



SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

TECNOLOGÍA / AGUA / PARTICIPACIÓN / TIC / VOLUNTARIADO / ENERGÍA / AGRO / SOCIOS

Tfno.: (+34) 91 590 01 90
info@ongawa.org
www.ongawa.org

Antes:



ONGAWA es una asociación declarada de Utilidad Pública. Las cuentas de ONGAWA son auditadas anualmente por BDO Audiberia. ONGAWA cumple todos los Principios de Transparencia y Buenas Prácticas de la Fundación Lealtad. ONGAWA recibió, en 2005, la certificación ante la AECID como ONGD Calificada en el sector Tecnología.

Tratamiento de un terraplén sobre suelos blandos Pilares en la tierra

La actuación sobre un terraplén defectuoso para devolverle la estabilidad y permitir sostener una nueva plataforma de vía es un claro ejemplo de las soluciones que los estudios geológicos-geotécnicos aportan a las obras civiles. Expertos de Ineco han buscado la solución más idónea para lograr su correcta cimentación.

Por José Luis Rodríguez y Alberto Fuentes (Medio Ambiente e Ingeniería del Terreno), y Juan Antonio Villaronte, director de obra de Adif.

El terraplén PK 5 de la variante ferroviaria de Alpera está ubicado en el tramo Villar de Chinchilla-Alpera-Almansa de la línea convencional Madrid-Albacete-Alicante, en la que Ineco se encarga de los controles de la ejecución de la plataforma, además del control de montaje de vías, montaje de catenaria e

instalaciones eléctricas, así como de las instalaciones de seguridad y comunicaciones. En funcionamiento desde hace ya algunos años, el terraplén presentaba unas estrictas condiciones de cimentación al estar apoyado sobre unos depósitos cuaternarios muy blandos y en una zona deprimida de deficiente drenaje,

lo que ocasionaba socavones y blandones en el cuerpo del relleno. Con el objetivo de analizar esta problemática y buscar soluciones constructivas, Adif encargó a Ineco la realización de estudio de mejora del terreno: la respuesta ha consistido en la ejecución de un refuerzo empleando columnas de grava que asegura el buen comportamiento del relleno bajo la nueva plataforma.

El primer paso del estudio fue la realización de una campaña geológico-geotécnica que detectó un cauce de agua cortado por el terraplén, lo que producía un importante efecto barrera y favorecía el embalse aguas arriba. Como parte del estudio se caracterizaron los diferentes horizontes litológicos asociados a la llanura de inundación del cauce. ■

MÉTODO

Descripción del tratamiento adoptado

ESTUDIO DEL PROBLEMA

El estudio comenzó con un perfil geológico. Una vez caracterizado tanto el relleno como las capas de cimiento, se comprobó mediante un cálculo de estabilidad en equilibrio límite que el coeficiente de seguridad ante el deslizamiento profundo era muy estricto (1.05), es decir, cercano a la posibilidad de fallo del conjunto relleno-cimiento. Asimismo, se comprobó que la nueva carga de tierras que se debían colocar para alcanzar la cota de plataforma definitiva podía originar patologías en el relleno por la deformación de las capas superiores del cimiento, muy compresibles y saturadas en agua. Por estos motivos se decidió ejecutar un tratamiento del cimiento y del propio relleno que permitiese tanto mejorar los parámetros resistentes del conjunto como el drenaje del agua asociada al cauce detectado.

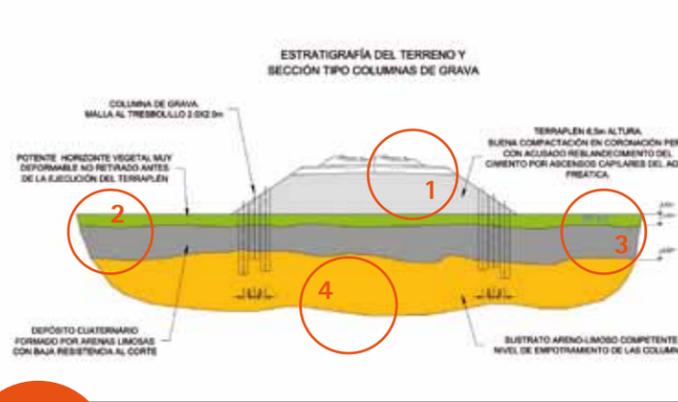
Para la elección del método de refuerzo que se ejecutaría se barajaron varias posibilidades, que se analizaron desde aspectos técnicos, de plazo y económicos. El refuerzo mediante columnas de grava fue la solución óptima, pues permite el refuerzo del material del cimiento, impide la aparición de fenómenos de deslizamiento profundo y su ejecución no exige excavaciones ni descalses del relleno existente.

El empleo de columnas de grava (vibrodensificación) consiste en ejecutar unas perforaciones mediante la introducción de un vibrador en el terreno por peso propio y ayudado de aire a presión. Una vez alcanzado el

sustrato competente finaliza la perforación y, al tiempo que asciende el vibrador, aporta grava por un tubo hueco instalado en su interior. Se logra así rellenar la perforación desde la base y se obtiene una correcta densificación de la grava.

El objetivo del diseño de las mallas de columnas de grava era doble: por un lado establecer la densidad de columnas necesaria para garantizar un factor de seguridad ante el deslizamiento mínimo de 1,5, y, por otro, reducir las deformaciones del terreno de apoyo. El resultado de los cálculos de estabilidad fue una malla de columnas 2 x 2 m al tresbolillo dispuesta al pie de los derrames del relleno.

Perfil geológico



PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

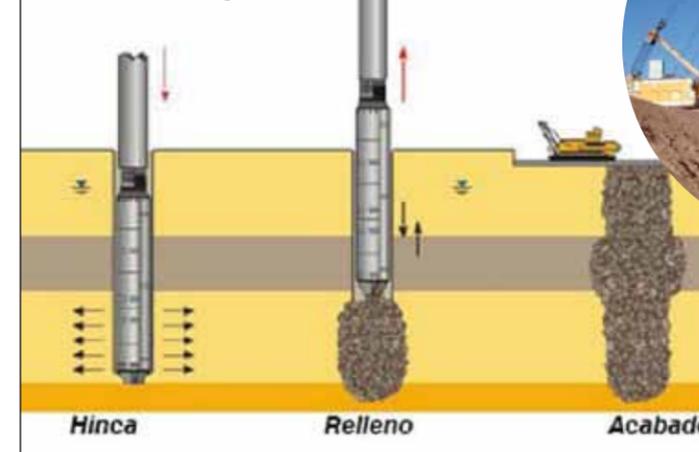
- 1_Relleno tipo Terraplén de 6,5 m de altura máxima. Se comprueba que el grado de compactación del relleno desciende con la profundidad, desde valores del índice de penetración estándar normales para un relleno de calidad ($N_{SPT} > 10$) en el primer metro, a golpes muy bajos ($N_{SPT} = 5$) en las tongadas más profundas, en contacto con los depósitos de llanura de inundación, lo que indica un reblandecimiento de estos materiales debido al efecto del agua embalsada.
- 2_Antiguo suelo vegetal muy deformable ($N_{SPT} = 2$) con una potencia de 1,0 m que no se sanó al ejecutar el terraplén existente.
- 3_Depósitos cuaternarios aluviales, compuestos por arenas limosas de baja compacidad ($N_{SPT} = 4$) y un espesor del orden de 3,0 a 4,0 m.
- 4_Sustrato terciario, con mejores características geotécnicas que en los niveles superiores.

SITUACIÓN



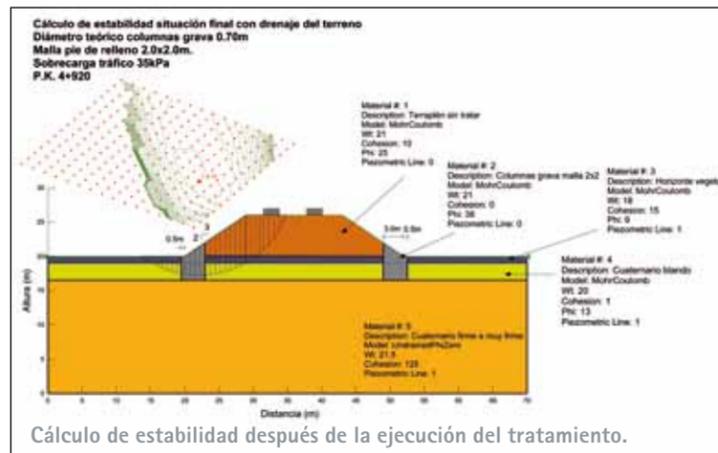
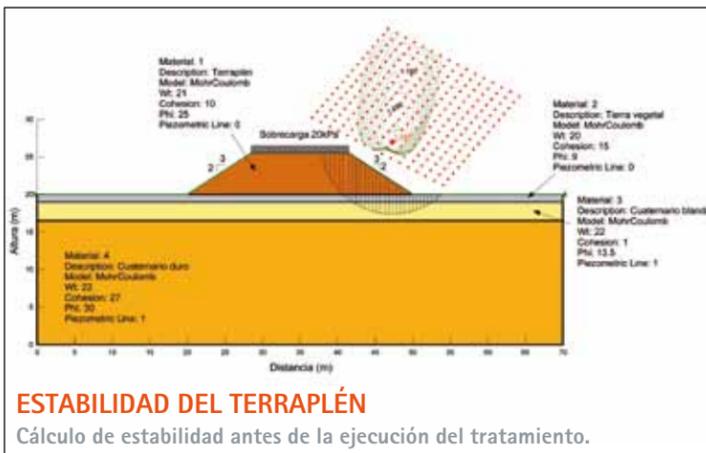
TRABAJOS DE CAMPO. Foto aérea que delimita el tratamiento, la zona embalsada y los reconocimientos realizados.

Procedimiento constructivo de las columnas de grava



Para ejecutar las perforaciones se introduce un vibrador en el terreno por peso propio, ayudado de aire a presión.

Con esto se produce un "efecto pantalla" sobre el terraplén, creando una zona de suelo mejorado en la base del relleno que dificulta la generación de círculos de rotura. Para producir un efecto "armado" del cuerpo del relleno se planteó una malla de columnas 3 x 3 m cubriendo toda su coronación. Para reducir los asientos se planteó una precarga de 2 m de tierras situada en coronación del relleno, cuyo cometido era drenar el agua freática a través de las columnas, además de someter al terreno a tensiones mayores que las futuras de vía en servicio, evitando así asientos no deseables durante la vida útil del terraplén. La ejecución del tratamiento tuvo lugar durante el mes de septiembre de 2011 y fue llevado a

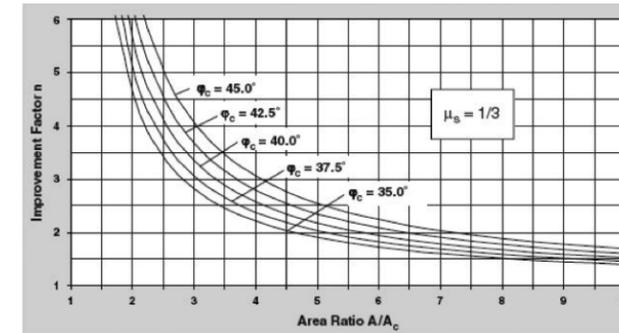


MEJORA DE LA RESISTENCIA AL CORTE

Se estiman los parámetros equivalentes del suelo tratado (C_{eq} , ϕ_{eq}), que son en función de los parámetros del terreno original (c, ϕ), de los de la columna y de la relación de suelo tratado/suelo sin tratar (a_s).

$$\tan(\phi_{eq}) = n \times a_s \times \tan(\phi)$$

$$C_{eq} = (1 - a_s) \times c$$



REDUCCIÓN DE ASIENTOS

La reducción de las deformaciones se evalúa a través del Método de Priebe, que considera el asiento del suelo tratado como una fracción del asiento del suelo sin mejorar. Con malla propuesta se obtuvo un Factor de Mejora de 2,2 (reducción del 45% respecto a los asientos bajo el terraplén sin tratamiento).

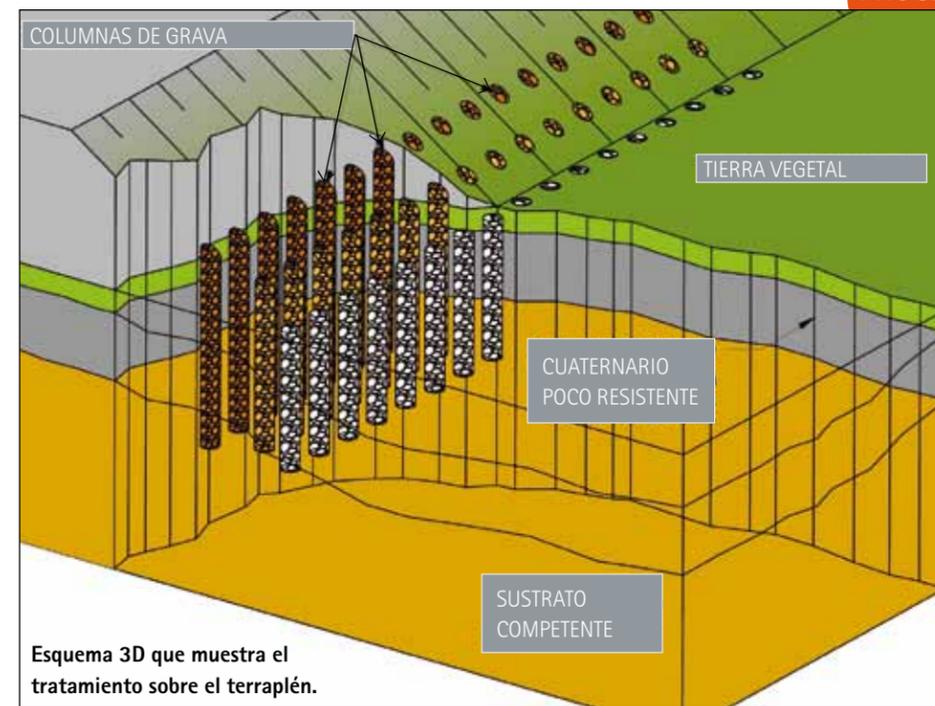
→ cabo por parte de Geocisa, contratada por Vías y Construcciones, responsable de las obras. Durante la fase de pruebas se constató cómo la resistencia del terraplén obligaba a realizar las columnas de coronación aplicando una gran intensidad de vibrado y un caudal de aire a presión superior al previsto, con lo que el tratamiento se transformó en más agresivo de lo habitual: se ejercía una influencia negativa en la integridad del cuerpo del relleno, provocando movimientos verticales y agrietamientos en coronación del terraplén en cada ciclo de empuje de la maquinaria. Esta resistencia a la penetración no se detectó en la campaña geotécnica realizada, donde se obtuvieron golpes N_{SPT} muy bajos, incompatibles con la dificultad de ejecución de las columnas constatada en obra, lo que llevó a replantearse la necesidad de tratamiento del cuerpo del relleno y optando finalmente por prescindir de las columnas de coronación y la precarga asociada a esta zona del tratamiento.



Grietas en coronación del terraplén (izda.).

Al prescindir del tratamiento en coronación se limitaba la reducción de asientos inicialmente prevista, por lo que se propuso realizar una auscultación del relleno para controlar estas deformaciones y comprobar que los valores obtenidos son admisibles para la infraestructura. Esta auscultación

se está llevando a cabo mediante nivelación topográfica de las vías con lecturas cada 5 m, y mediante la nivelación de la coronación del relleno controlando asientos en los postes de la catenaria y en unos hitos topográficos instalados entre postes. Por otra parte, el tratamiento a los pies del relleno se ejecutó sin contratiempos.



PROCESO

RESULTADOS Y DATOS PRÁCTICOS

El control del procedimiento es fundamental durante la ejecución de cualquier tratamiento del refuerzo del terreno, ya que es la única manera de comprobar la bondad del mismo. En este caso, los parámetros medidos durante la ejecución de las columnas fueron los siguientes:

- >Longitud de columna para comprobar que se alcanza el sustrato resistente previsto.
- >Intensidad de vibración, que se relaciona directamente con la resistencia del terreno.
- >Consumo de árido a fin de obtener el diámetro real de la columna.

En este caso se efectuaron columnas con un promedio de longitud igual a 4,3 m, con máximos de 8,5 m, y se mejoraron largos tramos con un espesor de suelos blandos próximo a 6 m. Estos datos 'in situ' corroboraban la existencia de un horizonte que precisaba de refuerzo para garantizar la estabilidad del terraplén a largo plazo. El total de longitud tratada se aproximó a 2.650 m, repartidos en 623 columnas.

EJECUCIÓN

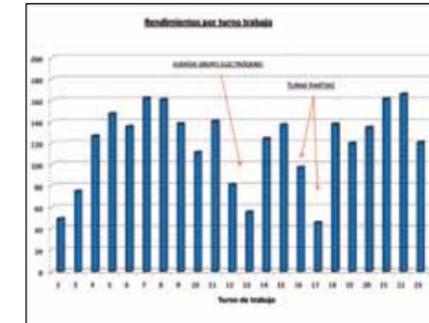


TRABAJOS Y MÁQUINAS A PIE DE OBRA
Una vez definido el diseño óptimo era necesario ajustar el emplazamiento de las columnas al pie del terraplén sin afectar ni al límite de la expropiación, próximo al extremo del derrame, ni a la zona de protección de especies vegetales. Dado que la coronación



del terraplén ofrecía una buena plataforma de trabajo, amplia y estable para el tránsito de maquinaria pesada, estos aspectos se solucionaron movilizándolo un equipo de vibración que pudiera suspenderse del brazo de una grúa de grandes dimensiones para alcanzar la zona a tratar al pie del talud.

CIFRAS



RENDIMIENTOS TIEMPO

Los rendimientos obtenidos estuvieron en torno a los 150 ml de columna por turno de 12 horas cuando estos transcurrían libres de incidencias, lo que llevo a conseguir durante el tratamiento una producción media de 125 ml/turno.

DATOS TÉCNICOS DEL TRATAMIENTO

LONGITUD TOTAL PERFORACIÓN	2.650 m
MATERIAL DE RELLENO	Grava exenta de finos y tamaño máximo 60/80 mm.
LONGITUD DE COLUMNA	La necesaria para un empotramiento de 1,0-1,5 m en el sustrato competente, con valores máximos de hasta 8,5 m y medios de 4,3 m.
DIÁMETRO MEDIO DE PERFORACIÓN	0,9 m
INTENSIDAD DE VIBRACIÓN	120-150 amperios en avance. El rechazo se estableció en 200 amperios.
RENDIMIENTOS	150 ml columna/turno de trabajo sin incidencias.



UNA VISIÓN PRECISA

Según Felipe Navío, decano del Colegio de Ingenieros Aeronáuticos, el artículo premiado ofrece una visión técnica y precisa sobre el tema, que ayudará a trabajar de forma conjunta a todas las partes implicadas del sector para encontrar soluciones consensuadas a un problema sobre el que existe muy poca documentación.

Premio Ineco al mejor artículo en el sector aeronáutico 2010



FOTOS DE GABRIEL LAGO

ENTREGA DEL PREMIO EN MADRID. Ignasi Nieto, presidente de Ineco, hace entrega del galardón a Alberto García Pérez, en presencia del decano del colegio de Ingenieros Aeronáuticos (COIAE), Felipe Navío (izda.), y Manuel Bautista, gerente del Aula Carlos Roa.



El objetivo del galardón es reconocer la labor de divulgación de las revistas del sector.



Ignasi Nieto (en el centro) recalzó el apoyo de Ineco a este tipo de investigaciones y anunció la convocatoria del tercer premio para el mejor artículo aeronáutico en 2011.



De izda. a dcha., Manuel Bautista, gerente del Aula Carlos Roa, junto a Juan Torrejón (de espaldas), ex presidente de Ineco; Manuel Ameijeiras, director general de Aviación Civil; Jesús Miranda Hita, subsecretario del Ministerio de Fomento, e Ignasi Nieto.

Análisis sobre el impacto de las nubes volcánicas en la aviación

Ineco, a través del Aula Carlos Roa, entregaba el pasado noviembre al ingeniero y periodista Alberto García Pérez el premio al mejor artículo en el sector aeronáutico 2010 por su artículo 'El efecto de las cenizas volcánicas en la aeronave', publicado en el número 258 de la revista especializada 'Airline 92'. Ignasi Nieto, presidente de Ineco, fue el encargado de entregar el galardón.

El artículo premiado analiza en profundidad el efecto abrasivo de las nubes volcánicas en los motores de las aeronaves y añade como otro gran problema la falta de detección de estas pequeñas partículas por parte del radar meteorológico, que pueden llegar a provocar retrasos, cancelaciones y pérdidas cuantiosas para las aerolíneas.

El acto, celebrado en noviembre de 2011 en el Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos

Madrid, fue presidido por Ignasi Nieto, presidente de Ineco, a quien acompañaron Manuel Bautista, gerente del Aula Carlos Roa; Felipe Navío, decano del Colegio de Ingenieros Aeronáuticos, y el propio Alberto García Pérez, ganador del premio. El evento también contó con la asistencia de Manuel Ameijeiras, direc-

tor general de Aviación Civil; Jesús Miranda Hita, subsecretario del Ministerio de Fomento, y Jesús Mendiluce, director de Infraestructuras de Aena, entre otros.

El principal objetivo de este galardón anual, dotado con un único premio de 4.000 euros, es promover y reconocer la labor de las revistas

especializadas del sector en la divulgación de trabajos técnico-científicos relacionadas con el ámbito del transporte, la navegación aérea y sus infraestructuras, y se enmarca dentro de las numerosas iniciativas que el Aula Carlos Roa viene desarrollando desde su creación en 2006. ■

El artículo completo se puede encontrar en la siguiente dirección de Internet: aulacarlosroa.ineco.es/aulacarlosroa/premios/articulos/

→ Alberto García Pérez

Ingeniero aeronáutico

"Los encuentros con cenizas volcánicas son poco frecuentes"

Alberto García Pérez es ingeniero aeronáutico, pero también periodista especializado en aviación y consultor para grandes empresas del sector. En los últimos años ha escrito diversos libros sobre la materia y sus artículos han sido publicados en numerosas revistas temáticas, además de en periódicos de difusión nacional.

A parte de haber obtenido recientemente la distinción del jurado del Aula Carlos Roa de Ineco, la buena labor de Alberto García Pérez también ha sido reconocida por otros organismos e instituciones, como el premio de periodismo William Boeing o el premio Aena al mejor periodista de aviación en 2008.

En su artículo hace referencia directa a daños provocados por cenizas volcánicas desde hace más de 25 años ¿Son muchos los casos registrados?

En realidad no han sido muchos. En toda la historia de la aviación comercial y hasta 1995 apenas se han registrado 84 encuentros con cenizas volcánicas.

La erupción del Eyjafjallajökull en Islandia en 2010 tuvo grandes repercusiones en los vuelos comerciales... ¿Cuál fue la causa principal en la diferencia de impacto respecto a otras erupciones?

En primer lugar, su erupción se produjo justo cuando un anticiclón estaba situado en el norte de Europa, lo que ocurre en muy raras ocasiones. Esto produjo que las cenizas fueran empujadas hacia el continente. Además, la erupción se produjo en la zona más congestionada de tráfico aéreo del mundo: Centroeuropa. Hasta entonces, todas las erupciones habían tenido lugar en zonas remotas, con escaso tráfico aéreo, por lo que los "daños" fueron significativamente menores. Por último, el modelo que

predecía cómo se propaga dicha nube por la atmósfera apenas tenía validación y era muy poco fiable, lo que dio lugar al cierre del espacio aéreo en zonas donde se verificó posteriormente que no existían concentraciones de cenizas peligrosas. También se produjo el caso contrario, donde zonas en principio libres de cenizas, no lo estaban en realidad.

Este hecho alertó a la opinión pública sobre un problema que no era nuevo. ¿Cómo han cambiado las cosas desde entonces?

El principal problema identificado fue el absoluto desconocimiento del impacto de las cenizas en los motores y en la no existencia de modelos meteorológicos capaces de predecir

APAGADO EN VUELO DE LOS MOTORES

'Sólo en ocho ocasiones, en miles de millones de horas de vuelo acumuladas en la historia de la aviación, se produjo el apagado en vuelo de los motores', asegura el periodista (ver tabla de la derecha). 'Pero en todos los casos se pudieron reencender y aterrizar sin que se tuvieran que lamentar víctimas mortales. Por tanto, podemos concluir que es un evento poco frecuente y muy poco conocido, pues apenas se han recopilado datos que nos ayuden a comprender mejor su efecto en las aeronaves y en los motores.'



LOS MAYORES 'DAÑOS'

La erupción del Eyjafjallajökull en Islandia en abril de 2010 (en la imagen) provocó probablemente los mayores 'daños' hasta la fecha a la industria aeronáutica, reconoce Alberto García Pérez. Las pérdidas de las aerolíneas superaron los 2.500 millones de euros por los retrasos y se cancelaron más de 28.000 vuelos.



FOTO DE GABRIEL LAGO

con precisión la propagación de cenizas en la atmósfera. Para resolverlo, las autoridades aeronáuticas están dialogando con los fabricantes de motores para que sea necesario realizar un ensayo de ingestión de cenizas como parte de la certificación de los mismos. También se está trabajando en el análisis de los datos obtenidos durante un evento para calibrar mejor los

modelos meteorológicos. Todos estos pasos son preliminares y se tardará todavía varios años en resolver el problema.

¿Existe un protocolo de actuación? ¿Cómo se gestiona el intercambio de información entre las agencias de navegación aérea y las de seguimiento de la actividad volcánica?

Desde las primeras erupciones volcánicas ya se resaltó la necesidad de coordinar ambas agencias y, de hecho, hoy ya existen protocolos de colaboración. Cada año se simulan erupciones volcánicas para mejorar dichos protocolos en colaboración con aquellas aerolíneas que estén interesadas. Precisamente, un ejercicio de simulación de erupción se realizó en 2011 sobre otro volcán islandés que tuvo una erupción real unos meses más tarde. El impacto en esta ocasión fue mucho menor, gracias en parte a estos ejercicios de coordinación... y al factor suerte.

¿Cuentan los sistemas de observación o los aviones con sistemas de detección de nubes de cenizas?

Los aviones no poseen sistemas dedicados a la detección de nubes de cenizas, pues, como ya hemos comentado, se trata de fenómenos muy poco frecuentes y daría lugar a la instalación de equipos que seguramente nunca se utilizaran en toda la vida operativa del avión. Sin embargo, existen proyectos de I+D, como el que está realizando la aerolínea easyJet, para instalar cámaras de infrarrojos que trabajen en un ancho de banda similar al de la ceniza volcánica, lo que permitiría a sus aviones esquivar una posible nube de cenizas que se cruzara en su trayectoria. Pero este tipo de dispositivos se encuentra todavía en fase de validación. ■

INCIDENTES DE AERONAVES CON NUBES DE CENIZAS VOLCÁNICAS

Fecha	Volcán	Altura encuentro (en pies)	Duración (en minutos)	Aeronave	Número de motores perdidos	Daños de la aeronave (exterior)
25/05/1980	St. Helens	15.000	4	C-130 Hércules	2	Sí
24/06/1982	Galunggung	37.000	13	747-200B	2	Sí
24/06/1982	Galunggung	35.000	-	747-200B	3	Sí
13/07/1982	Galunggung	35.000	-	747-200B	3	Sí
15/12/1989	Redoubt	25.000	8	747-400	2	Sí
17/06/1991	Pinatubo	37.000	2	747-200B	2	-
17/06/1991	Pinatubo	-	-	DC-10	3	-
27/06/1991	Unzen	37.000	-	DC-10	1	-

GRADOS DE SEVERIDAD Y NÚMERO TOTAL DE ENCUENTROS CON NUBES VOLCÁNICAS

Severidad	Encuentros	Efecto en la aeronave
0	13	Sin daño significativo tanto en el interior como en el exterior. Olor amargo en cabina. Cargas electrostáticas en parabrisas, radomo y motores.
1	3	Ligero polvo en el interior de la cabina, pero sin necesidad de usar mascarillas de oxígeno. Fluctuaciones transitorias en la temperatura del motor (EGT), pero retornando finalmente a su valor normal.
2	43	Alto nivel de polvo en el interior de la cabina, hasta el punto de impedir la visibilidad. Necesidad de emplear mascarillas de oxígeno. Daños por abrasión en bordes de ataque, tomas del motor y álabes del 'fan'. Rotura de ventanillas debido al impacto de la ceniza. Depositiones en las sondas Pitot, pero no suficientes como para alterar la medida.
3	10	Altas vibraciones en los motores con apagado por inestabilidad del compresor. Daños al propulsor. Medición incorrecta de las sondas Pitot. Contaminación del sistema de aceite del motor y del sistema eléctrico de la aeronave.
4	8	Fallo temporal del motor, requiriéndose el reencendido en vuelo.
5	0	Fallo completo de los motores o cualquier otro daño que lleve a un accidente.
AOG	5	Daños en aeronaves situadas en tierra.



PENSANDO EN EL FUTURO CÁDIZ SE RENEVA

Cádiz ha experimentado una completa reforma para ser la sede de los numerosos actos que se van a celebrar durante el 'Bicentenario'. Para empezar, se han rehabilitado edificios históricos para convertirlos en espacios emblemáticos, como la Cárcel Real (ahora Casa de Iberoamérica), el Museo del Títere en las Bóvedas de Santa Elena o el Centro de Arte Contemporáneo en el antiguo Cuartel de Artillería.

También se ha ampliado el puerto y se trabaja para finalizar las obras del AVE a Cádiz, aunque todo parece indicar que no llegará a tiempo para las celebraciones. Sí está previsto inaugurar el próximo septiembre el nuevo Parador de Cádiz (en la imagen), un moderno edificio con vistas al mar donde se alojarán los visitantes que acudan a los actos de conmemoración del 'Bicentenario'.

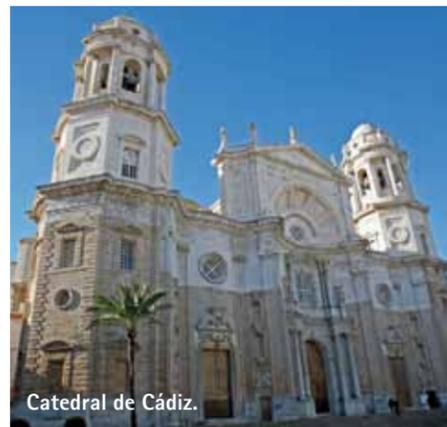
Bicentenario del constitucionalismo español

Cádiz se mete de lleno en la celebración del bicentenario de 'La Pepa', que en 1812 estableció en España los principios de la división de poderes y la soberanía popular frente al absolutismo monárquico.

El Bicentenario de Cádiz conmemora los 200 años de la primera Constitución española, promulgada el 19 de marzo de 1812. Aquel acontecimiento supuso una revolución en los derechos de los españoles en un momento en el que la monarquía absoluta de Fernando VII se tambaleaba por la invasión francesa: las tropas de Napoleón ocupaban todo el país. En esas circunstancias, con una resistencia coordinada a través de las Juntas, se planteó la convocatoria de unas Cortes con el fin de redactar una Constitución. Los trabajos comenzaron en 1810 en la Iglesia Oratorio de San Felipe Neri y dos años después se promulgaba el texto de la que se conocería popularmente como *La Pepa*.

La Constitución de Cádiz estableció la soberanía popular, la división de poderes, la libertad de expresión y la libertad de imprenta, derechos que se tradujeron en la abolición de instituciones obsoletas como el régimen señorial de la propiedad de la tierra, la Inquisición y las pruebas de nobleza. Es el inicio de una nueva era para España y los Estados americanos que habían adoptado los fundamentos constitucionales tras su independencia.

Cádiz se convirtió en un reducto de pensadores liberales, con una gran actividad cultural y debates de ideas en el Café de las Cadenas o el León de Oro. Pero todo ese avance quedó truncado con el regreso de Fernando VII. La retirada de los franceses



Catedral de Cádiz.

en 1814 llevó a Madrid a los constitucionalistas de Cádiz para continuar con su labor. Sin embargo, Fernando VII dictó un decreto que dejaba sin efecto la Constitución y disolvía a los diputados. El constitucionalismo apenas había durado dos años. ■



Monumento en Cádiz a la Constitución de 1812.

Política, cultura y deporte durante el 'Bicentenario'

A lo largo de 2012, Cádiz será escenario y sede de numerosos encuentros de talla internacional, como la XXII Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y Cultura. También se convertirá en Capital Iberoamericana de la Cultura (como referente del constitucionalismo internacional) y Capital de la Liga de Ciudades Cananeas, Fenicias y Púnicas. En su puerto se celebrará la Regata de Grandes Veleros (26 a 29 de julio). El número de actos culturales es notable: desde el estreno de un *Te Deum* (19 de marzo) como homenaje a los diputados de la Constitución de 1812, hasta la *Carmen* de Bizet (con Ainhoa Arteta) o el espectáculo de flamenco *Suite Gades*, de Paco Cepero (18 de mayo). La lista se completa con ciclos de música clásica en San Felipe Neri, conciertos y festivales de teatro.

Placa conmemorativa del primer centenario de 'La Pepa' en el Oratorio de San Felipe Neri.



Infografía del puente de 'La Pepa', que podría estar finalizado en 2014.

INFRAESTRUCTURAS PARA EL SIGLO XXI

'La Pepa' será el mayor puente del país

El nuevo puente de la Bahía de Cádiz, bautizado como *La Pepa*, será el mayor de España y el tercero de Europa. Con 3.150 m de longitud, consta de una sección atirantada de 1.180 m, con 176 tirantes apoyados sobre dos torres de 180 m de altura y un vano central sobre el canal de navegación del puerto de 540 m, lo que representa un récord en España. Una segunda sección, consistente en un puente desmontable metálico de 150 m de longitud, permitirá el paso de embarcaciones con gálibo superior a 69 m. El objetivo es descongestionar el acceso a Cádiz, que hasta ahora se realiza a través del puente de Carranza y la carretera CA-33 desde San Fernando, permitiendo llegar al centro y al puerto sin tener que atravesar la ciudad. Se calcula que unos 150.000 vehículos utilizarán el puente a diario, capacidad que triplica a la del puente de Carranza.

La Pepa ha sido proyectado por el ingeniero navarro Javier Manterola, que en 2010 recibió, junto a Miguel Aguiló, el Premio Mejor Artículo de la *Revista de Obras Públicas* del Aula Carlos Roa de Ineco (ver el número 31 de *itransporte*).



Galeón 'La Pepa'.



El galeón 'La Pepa' lleva meses recorriendo los puertos españoles para promocionar los actos del 'Bicentenario'.



ESPAÑA Y SU PATRIMONIO INMATERIAL EL FLAMENCO, LA PATUM, LA DIETA MEDITERRÁNEA...

El Misterio de Elche, los Castells catalanes, la fiesta de la Patum de Berga, el Cant de la Sibil·la de Mallorca, la cetrería, el flamenco y la dieta mediterránea forman parte del patrimonio cultural inmaterial en España. La última incorporación al listado ha sido la fiesta de la Mare de Déu de la Salut, que se celebra los días 7 y 8 de septiembre

de cada año en el municipio valenciano de Algemés, donde unas 1.400 personas disfrutan de representaciones teatrales, conciertos y espectáculos de danza. El comité de expertos de la Unesco ha reconocido la dimensión ritual, festiva y de participación comunitaria de esta fiesta, cuyo origen se remonta al siglo XIII.

El patrimonio cultural de los **cafés** de Viena



Café Savoy.



Café Sperl.



Café Central.



Café Diglas.



Café Hawelka.

EL FADO

Alma de Portugal



La Unesco también acaba de inscribir en la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial de la humanidad al fado, canto popular urbano de Portugal. Los portugueses dicen que esta forma de expresión es eterna, que sobrevive a los vaivenes de la historia. Como comentara el mítico Fernando Pessoa en 1929: "El fado no es alegre ni triste (...). Lo formó el alma portuguesa cuando no existía y deseaba todo sin tener fuerza para deseárselo. El fado es la fatiga de un alma curtidada, la mirada de desprecio de Portugal hacia ese Dios en que creyó y que también le ha abandonado".

El fado nació de un cruce de culturas, de engaños, de lamentos profundos que han alimentado durante décadas el acervo popular luso. Existen unos 200 tipos de fados, cada uno con su nombre y una estructura musical distinta, distinciones sólo al alcance de los más entendidos. Pero cualquiera puede sentir y emocionarse con el fado, cantado genuinamente en los barrios populares de Lisboa, como Alfama o Bairro Alto.

Los cafés de Viena, centros de la vida intelectual, artística y social austriaca, fueron incluidos el pasado noviembre en la lista de 'patrimonio cultural inmaterial' por la Unesco.

El Comité Intergubernamental para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Unesco se reúne cada año para evaluar las candidaturas propuestas por los Estados miembros. El patrimonio cultural comprende tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativas a la naturaleza y el universo, así como sabe-

res y técnicas vinculados a la artesanía tradicional. La importancia del patrimonio cultural inmaterial no estriba en la manifestación cultural en sí, sino en el acervo de conocimientos y técnicas que se transmiten de generación en generación. Su comprensión contribuye al diálogo entre culturas y promueve el respeto hacia otros modos de vida.

El primer café abrió en Viena tras la derrota de los turcos en 1683, aunque no sería hasta finales del siglo XIX cuando comienza la época dorada de estos populares establecimientos al llenarse cada mañana de músicos, políticos y otros intelectuales, junto al ciudadano de a pie. El café vienés se ha convertido en un centro

de reunión social. En ellos se puede leer, comer algún bocadillo o tentempié y, dependiendo de las instalaciones, jugar una partida de *bridge*, ajedrez o billar.

Se entiende por tradición cultural de los cafés de Viena la posibilidad de que sus clientes habituales puedan recibir en ellos su correspondencia, como si fuera su propio domicilio, o que cualquiera se pueda quedar horas enteras con la misma bebida, sin obligación de consumir más.

Los clásicos como el Landtmann o el Central, el elegante Bräunerhof o el bucólico Hawelka, entre otros, son, según la Unesco, "lugares donde el tiempo y el espacio se consume, pero sólo aparece el café en la cuenta". ■



Café Gloriette.

Los más populares

CAFÉ DEL HOTEL SACHER

Famoso en el mundo por su Sachertorte, una tarta de chocolate que endulza paladares ininterrumpidamente desde que fuera "inventada" en 1832.

CAFÉ SPERL

Inaugurado en 1880, su aspecto fue renovado por completo en 1983. Su interior ha servido de escenario en muchas producciones cinematográficas.

CAFÉ MOZART

Inaugurado en 1794. Ganó fama después de aparecer en la famosa película británica *El tercer hombre* (1949).

CAFÉ FRAUENHUBER

Está considerado el más antiguo de la ciudad. Sus dueños aseguran que Mozart tocó en el establecimiento, por última vez en público, el 4 de marzo de 1791.

CAFÉ LANDTMANN

Inaugurado en 1873. Era el favorito de Sigmund Freud. Hoy pertenece a una cadena que incluye el Café Mozart.

PRÉSTAMO DE 230 MILLONES DE EUROS LUZ VERDE PARA MARRUECOS

El Banco Mundial anunció en noviembre que apoyará, mediante un préstamo inicial de 230 millones de euros, la propuesta marroquí de construir en los alrededores de Uarzazat una de las mayores plantas termosolares del mundo. Su potencial de 500 MW servirá para abastecer a unas de 90.000 viviendas. La previsión es tenerla lista para 2014.



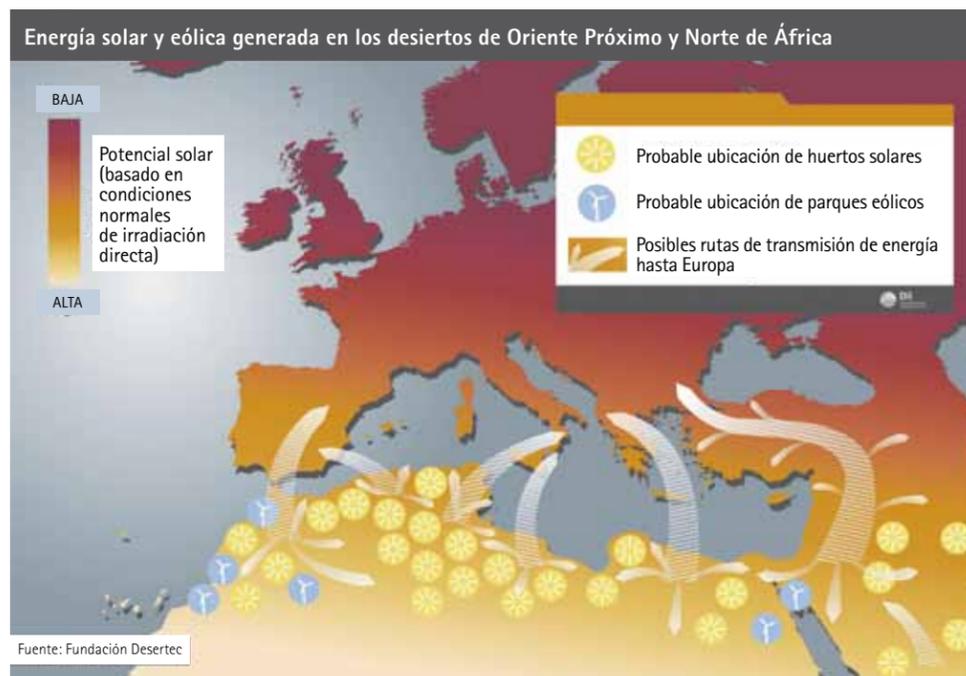
Renace el viejo sueño de Desertec

La tragedia de Fukushima y la 'primavera árabe' han dado un nuevo impulso a un viejo proyecto europeo que muchos consideraban una mera utopía.

Alemania ha reiterado en repetidas ocasiones su intención de prescindir de la energía nuclear en 2022 y, por otro lado, considera que los movimientos revolucionarios en los países árabes, a pesar de la incertidumbre que hoy generan, podrían dar lugar en el futuro a un marco político más estable en la región. Este panorama, sumado a la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, han precipitado la puesta en marcha de planes alternativos para abastecer de energía al Viejo Continente.

Hace ya algunos años que los científicos europeos buscan sacar provecho del sol del Sahara. Uno de los primeros en proponerlo fue el físico alemán Gerhard Knies en 1986. Su principal argumento teórico se convirtió con el tiempo en una auténtica declaración de intenciones: "En apenas seis horas los desiertos de todo el mundo reciben más energía solar que la que consume toda la humanidad en un año". Puede haber llegado el momento de ponerlo en práctica.

El consorcio privado Desertec Industrial Initiative (Dii), participado por los gigantes alemanes Siemens, Deutsche Bank, E.ON y ABB, se hacía realidad en Múnich en 2009. El objetivo era promover la producción de energía renovable en las vastas regiones desérticas del norte de África y Oriente Próximo. Dii pretende cubrir para el año 2050 hasta el 15% del consumo de electricidad en Europa. Entre los involucrados figuran también las españolas Red Eléctrica



de España y Abengoa Solar. Todos ellos advirtieron en su día de que la inversión necesaria para alcanzar las metas previstas asciende a 400.000 millones de euros.

La faraónica propuesta –que prevé la construcción de decenas de huertos solares y parques eólicos desde Marruecos hasta la península Arábiga, así como el transporte a Europa de la energía generada mediante ca-



bles de alta tensión especiales (HVDC)– ha tenido que sortear infinidad de obstáculos desde su nacimiento. El apoyo requerido no lo encontró hasta 2011, cuando los socios alemanes decidieron lanzarse definitivamente a la aventura del desierto.

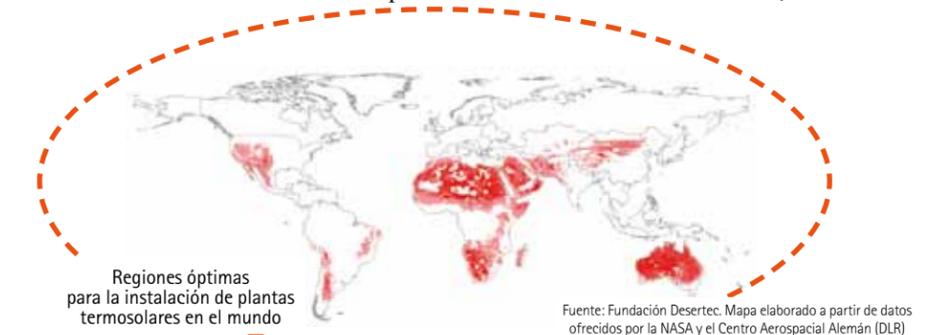
El pasado noviembre anunciaban la puesta en marcha de la primera fase. Marruecos ha sido elegido como punto de partida: se ha firmado un contrato con la Moroccan Agency for Solar Energy (MASSEN) para crear el huerto solar que servirá de referente para el resto. Poco después se firmaba otro acuerdo con Sonelgaz, proveedor argelino de gas y electricidad. La utopía ya va camino de convertirse en realidad. Las incógnitas sobre la viabilidad de Desertec son numerosas. Pero sus responsables prefieren ir despejando el camino paso a paso. ■

AUGE DE LA ENERGÍA SOLAR

Un sector volátil, pero con enorme proyección

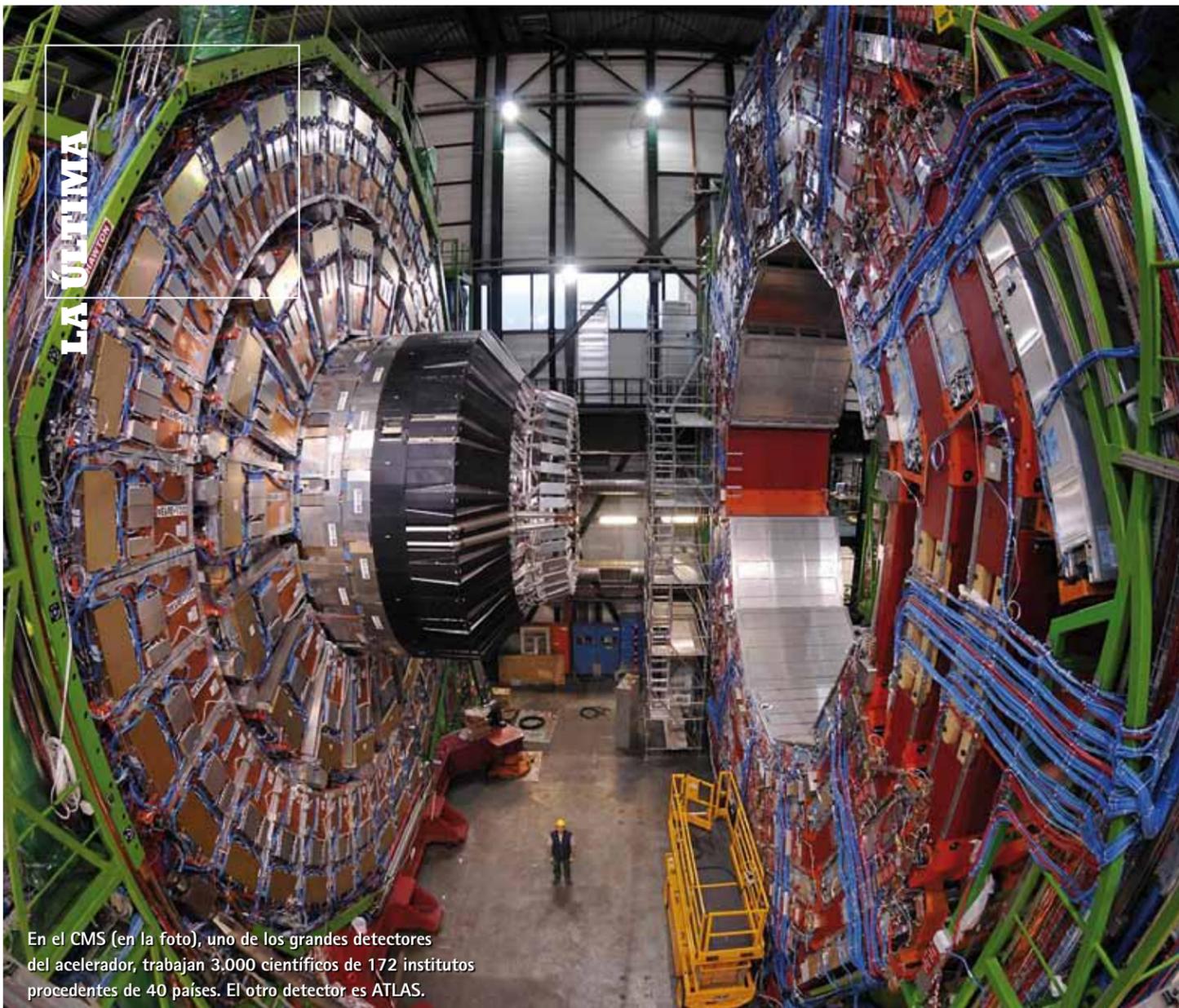
El auge experimentado por la energía solar termoeléctrica se consolida. Todos los estudios e informes presentados en los últimos meses auguran buenas perspectivas para el sector a escala mundial. La crisis económica y la incertidumbre que se cierne sobre el porvenir de muchos países de Occidente provocará, en cualquier caso, un giro radical en el panorama termosolar global. El crecimiento desmedido de los últimos años se ha detenido en España y Estados Unidos, hasta ahora las mayores potencias en cuanto a número de plantas y capacidad instalada. El protagonismo ha empezado a pasar a los países emergentes, según el "Informe de Mercados Termosolares 2011-2012" elaborado recientemente por

la firma británica CSP Today. Nuevos mercados se están subiendo al tren de la termosolar para alcanzar sus objetivos en materia de energías renovables, especialmente en las regiones de Oriente Próximo y norte de África. Argelia y Emiratos Árabes Unidos han sido de las primeras en anunciar la puesta en marcha de proyectos termosolares. India es otra que ha hecho una apuesta clara por esta tecnología: ha proyectado la construcción de cinco plantas repartidas por todo el país, con una capacidad de 550 megavatios (MW). El informe de CSP Today asegura que el potencial del conjunto de las plantas proyectadas en la actualidad en el mundo supera los 2.600 MW (la capacidad de las plantas en funcionamiento apenas alcanza hoy los 1.700 MW a escala mundial).



Por otro lado, la consultoría Pike Research advertía en diciembre de que el sector deberá sortear la alta volatilidad del mercado en la próxima década, aunque las previsiones son realmente óptimas a medio y largo plazo. El crecimiento continuará hasta 2013, año

en el que el sector moverá unos 3.900 millones de euros. Posteriormente se producirá un ajuste, pero se regresará con fuerza a la senda del crecimiento en 2020. Para entonces, el potencial de las plantas termosolares en el mundo podría alcanzar los 35.000 MW.



LA ÚLTIMA

En el CMS (en la foto), uno de los grandes detectores del acelerador, trabajan 3.000 científicos de 172 institutos procedentes de 40 países. El otro detector es ATLAS.

A la búsqueda del Santo Grial

Los físicos del Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) presentaron el pasado diciembre los datos obtenidos en el acelerador LHC en los últimos meses. La expectación era máxima. Aunque no se ha podido demostrar ni descartar la existencia del mítico bosón de Higgs, los resultados apuntan a que el descubrimiento está cada vez más cerca.

TEXTO: Irene Donaire (ingeniera industrial) y Gemma Caballero (ingeniera de Caminos), de Ineco.

Billones de colisiones de partículas han permitido a los científicos del CERN encontrar indicios de la existencia del bosón de Higgs (también conocido como la *partícula de Dios*). La ironía surge al plantearse cómo los misterios del universo se encierran en algo tan insignificamente pequeño y, sin embargo, su demostración requiere el acelerador de partículas más colosal

y poderoso jamás construido: el Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Se trata de un hallazgo vital para la comunidad científica internacional al dar un paso más hacia la comprobación del Modelo Estándar de la física de partículas. Con él, la evolución de las teorías actuales que desarrollan las leyes físicas que

rigen el universo, y explican su origen, parecen seguir por buen camino. Confirmar la existencia del escurridizo bosón de Higgs (el físico escocés Peter Higgs lo propuso hace ya más de 40 años) cerraría un capítulo de la física de partículas y abriría definitivamente la puerta a un nuevo ciclo.

Más información en la web oficial del CERN: www.cern.ch

WWW.
politicaexternior.com

- Artículos
- Editoriales
- Libros
- Mapas
- Últimos números
- Archivo desde 1987
- Boletín electrónico mensual
- Tienda on-line



Actualidad y debate sobre política y economía internacional



Síguenos en Facebook y Twitter



Suscripciones:
Estudios de Política Exterior. C/ Núñez de Balboa, 49. 28001 - Madrid (UE-España).
Telf.: + 34 91 431 2711 Fax: + 34 91 435 4027 revista@politicaexternior.com



*Puntualmente.
Renfe.*

renfe

Con un 98,50% de puntualidad, los servicios de Alta Velocidad de Renfe son el medio más fiable y seguro para llegar siempre a tiempo a tu destino.

