itransporte

Revista de ingeniería y consultoría del transporte

ineco

www.ineco.es

47

ENERO 2013

ENTREVISTA

Pablo Vázquez, presidente de Ineco: **"Somos una ingeniería con vocación internacional"**

INSTALACIONES DE SEGURIDAD EN TÚNELES

Con sello de garantía

AEROPUERTO DE ODESA

Odesa, a escala internacional

LÍNEA MADRID-LEVANTE

Alicante, el próximo destino del AVE

AUTOVÍA DEL OLIVAR

Salvando el río Víboras

MARCA ESPAÑA

Biotecnología, más viva que nunca

AERONAUTICAL TECHNICAL TRAINING

A new e-learning challenge

CURSOS EN ABIERTO

Desarrollados con el fin de cubrir los conocimientos generales en el ámbito de la navegación aérea y/o entorno aeroportuario.

Los cursos en abierto ofrecidos son:

- Introducción al entorno ATM.
- Vigilancia ATC.
- Navegación aérea.
- Comunicaciones aeronáuticas.
- Procesamiento de datos aeronáuticos.

Estos cursos se basan en las principales recomendaciones internacionales para la formación en navegación aérea (OACI, Eurocontrol).

CURSOS A MEDIDA

Aeronautical Technical Training también realiza cursos atendiendo a las necesidades específicas del cliente. Para ello, se elabora el diseño gráfico personalizado y se desarrollan los contenidos formativos adaptados a cada cliente.

Los cursos multimedia resultantes cumplen el estándar SCORM 1.2 siendo, por tanto, compatibles con las principales plataformas de formación on-line.

- Ineco, ingeniería y consultoría en aeropuertos y navegación aérea, con más de 15 años de experiencia en el campo aeronáutico.
- Structuralia, escuela de formación especializada en Infraestructuras, Energía e Ingeniería, perteneciente a Kaplan, con más de 11 años de experiencia en e-learning.

Para más información:
info@aeronauticaltraining.eu
www.aeronauticaltraining.eu

ineco
www.ineco.com

structuralia
formación especializada
KAPLAN
Structuralia is part of Kaplan, a leading global provider of educational services
www.structuralia.com

Editorial

El reciente acuerdo de cooperación en transporte, logística e infraestructuras firmado por los Gobiernos de España y Brasil abre las puertas a una mayor participación de las ingenierías y constructoras españolas en la expansión y modernización de las redes portuarias, ferroviarias y de carreteras brasileñas. Es una excelente noticia que permitirá que sigamos contribuyendo al desarrollo económico y social de este gran país –cultural, geográfica y económicamente hablando– en el que Ineco lleva ya 22 años trabajando.

En el marco de este convenio nuestra compañía colaborará con la empresa estatal brasileña EPL, responsable de la planificación y logística de sus grandes infraestructuras. El acuerdo que hemos formalizado para la cooperación tecnológica, la transferencia de tecnología y la elaboración de estudios y proyectos conjuntos será la base de una prometedora asociación.

A esta colaboración se suman los acuerdos de cooperación económica firmados entre España y la India hace pocos meses; el acuerdo que Ineco ha suscrito con la Corporación Andina de Fomento (CAF) con el objetivo de apoyar el desarrollo sostenible de los países de América Latina, o el formalizado con Banobras en México para el desarrollo de sus carreteras.

En este número recogemos algunas de nuestras más recientes actividades, como la que ha propiciado nuestra colaboración en la línea de alta velocidad por el lado atlántico entre España y Francia. Reflejamos, además, otros trabajos fuera de nuestras fronteras como en Odesa, Kosovo y México. Trabajos y noticias que esperamos agraden e interesen a nuestros amigos lectores.

Javier de Cos

Director general de Desarrollo de Negocio

Exportamos ingeniería al mundo

En Ineco llevamos años desarrollando proyectos de ingeniería y consultoría de transporte con un único objetivo, mejorar la movilidad de los ciudadanos en cualquier lugar del mundo.

ineco
www.ineco.com

Soluciones integrales en transporte.
Aeronáutico - Ferroviario - Transporte urbano - Carreteras - Puertos

Sumario

30 | GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTO
En el corazón de los Balcanes
El aeropuerto de Pristina (Kosovo) necesita crecer para adaptarse a un tráfico aéreo cada vez más intenso. A finales de 2013 prevé estrenar terminal y torre de control.

06 | NOTICIAS
Acuerdos para cooperación en transportes en Brasil
Ineco presenta el Plan Estratégico de Movilidad al presidente de Ecuador

10 | INSTALACIONES DE SEGURIDAD
Con sello de garantía

16 | AEROPUERTO DE ODESA
Odesa, a escala internacional

20 | LÍNEA MADRID-LEVANTE
Alicante, el próximo destino del AVE

22 | PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO
A dos metros bajo tierra

24 | TÚNEL DE SORBAS
Horadar para proteger

26 | ENTREVISTA | PABLO VÁZQUEZ
Presidente de Ineco:
"Somos una ingeniería con vocación internacional"

28 | MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO
Las imágenes del sonido

32 | PROYECTOS DE INECO
Ideas en marcha

34 | INNOVACIÓN EN PUENTES
Con los pies en el suelo

36 | PUENTE FERROVIARIO EL SALADO
Un centenario que rejuvenece

38 | PROYECTOS FERROVIARIOS
Vitoria-Dax

42 | 'ATERRIZAJES VERDES'
Proyectos AIRE para mejorar el medio ambiente

44 | ESTACIÓN INTERMODAL
Cita de paso para Miranda

46 | AUTOVÍA DEL OLIVAR
Salvando el río Víboras

48 | MARCA ESPAÑA | BIOTECNOLOGÍA
Más viva que nunca

IMAGEN DE PORTADA: Túnel de alta velocidad de Pajares. Autor: Pablo Neustadt, 2009.

Edita INECO
Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid - Tel. 91 452 12 56
www.revistaitransporte.es
Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO (*barbara.jimenez@ineco.es*)
Redacción: LIDIA AMIGO (*lidia.amigo@ineco.es*)
Comité de redacción: MIGUEL BLANCO, FRANCISCO FRAILE, LOURDES GONZÁLEZ, VIOLETA LARRAD, BEATRIZ MILLÓN, PILAR MORÁN, FRANCISCO OLMEDO, RAÚL RUBIO
Diseño: ESPACIO28004 / Mariano Serrano, Juanjo Jiménez
Imprime: GRÁFICAS 82
Depósito Legal: M-26791-2007

©**Ineco**. Todos los derechos reservados 2013. Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

Noticias

Cumbre mundial de navegación aérea en Madrid

Ineco acude como expositor (*stand* 845), junto con Aena y Senasa, al Congreso Mundial de CANSO, la Organización Civil de Servicios de Navegación Aérea, que se celebra por primera vez en el recinto ferial de la capital de España del 12 al 14 de febrero. La ATCA (Asociación de Control de Tráfico Aéreo) organiza el Congreso junto con CANSO, a la que Ineco se asoció hace un año tras obtener las certificaciones como proveedor de servicios AFIS y ATC.

Más de 70 entidades públicas y privadas, responsables de controlar el 85% del tráfico aéreo mundial, están convocadas al evento. También participan grandes proveedores de la industria aérea, como Boeing o Airbus.

World ATM Congress 2013
Operated by CANSO in association with ATCA

España | Andalucía

Inaugurado un tramo de la autovía A-32

La ministra de Fomento, Ana Pastor, inauguró el pasado 5 de diciembre el tramo de 15 kilómetros entre las localidades de Ibros y Úbeda, en Jaén. Forma parte de la Autovía A-32, de 225 kilómetros, y es uno de los de mayor intensidad de tráfico del trazado: en torno a 10.500 vehículos al día, particularmente durante la campaña agrícola del olivar. (ver *itransporte 21*).

Ineco ha prestado asistencia técnica de control y vigilancia de las obras, que han incluido, además de la construcción de la vía, con dos calzadas de dos carriles por sentido, un viaducto de 168 metros de longitud, dos enlaces, la ejecución de más de 70 obras de drenaje y la reposición de 52 servicios afectados, sobre todo de suministro eléctrico y riegos del olivar.«

En la imagen, de izqda. a dcha., el equipo de Ineco: Francisco Gimeno, José Mª Carrasco, José Isidro Díaz y Rafael Aguilar.

Ecuador

El presidente de Ecuador, Rafael Correa (centro) con el equipo de Ineco encargado del Plan: de izqda. a dcha., Óscar Díaz-Pinés, Ángel Galán y Javier Gómez.

PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD

Ineco presenta el PEM al presidente de Ecuador

Se ha presentado al presidente de Ecuador, Rafael Correa, el documento final del Plan Estratégico de Movilidad (PEM) del país que ha estado elaborando desde 2011. El plan recoge propuestas en materia de puertos, aeropuertos, ferrocarriles, carreteras y transportes públicos y sus conexiones intermodales. Contiene también un estudio de financiación y el presupuesto del Plan. El objetivo es planificar un sistema de transportes integral que interconecte todo el territorio y determinar cómo aprovechar los cauces naturales de comunicación como las rutas fluviales en la Amazonia o las marítimas en el Pacífico. El presidente Correa dio a conocer a los ciudadanos el documento elaborado por Ineco a través de su programa semanal en directo, emitido el 15 de diciembre.«

Formación en carreteras para técnicos de transportes

Ineco ha impartido en Quito dos jornadas de capacitación técnica al personal del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del país. La transferencia de tecnología y *know-how* es parte del contrato de la concesión vial entre Santo Domingo y Esmeraldas, que está llevando a cabo la compañía (ver *itransporte 46*). La formación se dividió en dos bloques, uno sobre modelos económico-financieros y otro sobre diseño, conservación y explotación de vías de alta capacidad.

Brasil

COMPROMISO DE COLABORACIÓN GUBERNAMENTAL

Acuerdos para cooperación en transportes

Ineco ha firmado un acuerdo de cooperación técnica con la empresa brasileña EPL (Empresa de Planificación y Logística), en el marco de un compromiso conjunto de colaboración suscrito entre los Ministerios de Fomento de ambos países.

Ineco y EPL desarrollarán una estrategia general de implantación de alta velocidad, que arrancará con la línea Río de Janeiro-São Paulo-Campinas (510 kilómetros), que el Gobierno brasileño prevé adjudicar por concurso a finales de 2013.

El acuerdo incluye el intercambio de información, capacitación de personal y elaboración de proyectos y estudios conjuntos, así como de estrategias de promoción de las infraestructuras y los diferentes modos de transporte.«

Panamá

Ana Pastor se entrevista con el presidente Martinelli

Acompañada del presidente de Ineco, Pablo Vázquez, y el embajador español, Jesús Silva, la ministra de Fomento, Ana Pastor, se entrevistó con el presidente panameño, Ricardo Martinelli. Durante el encuentro, la ministra le ofreció la colaboración y experiencia de las empresas españolas para los proyectos de infraestructuras y transporte que se están llevando a cabo en el país.

Ana Pastor visitó también las obras de ampliación del Canal de Panamá y la línea 1 del metro de la capital, en los que participan grandes compañías españolas.«

El Salvador

El aeropuerto planifica su estrategia comercial para incrementar sus ingresos

Ineco está elaborando desde noviembre la política de espacios comerciales del aeropuerto internacional de la capital salvadoreña, por el que pasan cada año 1,8 millones de pasajeros. El proyecto incluye una propuesta de rediseño de las áreas y locales comerciales, productos, adjudicación de explotaciones etc.

El objetivo fundamental es maximizar los ingresos comerciales, tanto en las áreas de pasajeros y carga como en las zonas adyacentes al aeropuerto, gestionado por el organismo estatal CEPA (Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma de El Salvador).«

Noticias

El tranvía de Tenerife activa el pago con tarjeta bancaria

El nuevo servicio permite adquirir los billetes en las máquinas expendedoras instaladas en todas las estaciones usando tarjetas de débito o crédito. Los viajeros ganarán así en "comodidad y rapidez", como señala la empresa Metropolitano de Tenerife (MTSA). Ineco, junto con otras dos empresas, participa en su accionariado a través de la sociedad Tenemetro, que posee el 14%. El resto corresponde al Cabildo de Tenerife (80%) y Caja Canarias (6%).

España | Francia

Inaugurado el AVE Barcelona-Figueras

Con la puesta en servicio de estos 132 kilómetros finaliza la conexión directa de alta velocidad para viajeros entre España y Francia. Gracias a este enlace, en cuya ejecución ha participado Ineco, los tiempos de viaje entre Barcelona y Girona se puede realizar en 37 minutos y desde Madrid, en 3 horas y 32 minutos. A partir de esta primavera, entrarán en funcionamiento los trayectos directos hasta París. Ineco ha venido colaborando con Adif desde 2001 en la ejecución de este tramo.«

Navegación por satélite

Ineco colaborará en la implantación, en los próximos tres años, del sistema de navegación por satélite en países del norte de África a través del proyecto EUROMED GNSS II. Con esta iniciativa, la Comisión Europea quiere extender los usos del sistema en Marruecos, Argelia, Túnez, Libia y Egipto, así como en Jordania, Israel, Palestina, Siria y Líbano.

Kuwait

FOTO: OFICINA DE PRENSA DEL AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS

ACUDIERON AL MINISTERIO DE FOMENTO, A INECO Y AL ICEX

Visita del Ministerio de Obras Públicas y de la Aviación Civil de Kuwait

La ministra de Fomento, Ana Pastor, recibió en diciembre a una delegación del Ministerio de Obras Públicas kuwaití, encabezada por el subsecretario Abdulaziz A. Alkhulaib (segundo por la izqda. de la foto inferior). La delegación acudió acompañada por otra de la Dirección General de Aviación Civil (DGCA) de este país, liderada por el director general adjunto de Planificación y Proyectos, Khaled Al-Shayji, y por Adel Al-Qaoud, presidente del comité encargado de la construcción de la nueva terminal del Aeropuerto Internacional de Kuwait, en la que participa Ineco.

Ambos grupos visitaron la sede de la compañía y el ICEX (Instituto de Comercio Exterior). La delegación de la DGCA, por su parte, recorrió los aeropuertos de Madrid y Barcelona, acompañada por representantes de ambos, así como de Ineco (en la imagen). Por otro lado, la delegación de Obras Públicas mantuvo un encuentro en SEOPAN, la patronal española de la construcción.«

Trabajos de Ineco en Kuwait

Ineco tiene a su cargo la gestión integral del proyecto de ampliación del aeropuerto de Kuwait (KIA), así como la elaboración del Plan Director, junto con la consultoría Kuwait United Development (KUD). También está prestando consultoría y asistencia técnica para la construcción de la zona industrial de Shadadiya.

El mundo del ATM se da cita en Madrid.

No te quedes atrás.

Ineco presente en el *stand* 845

World ATM Congress 2013

Operated by CANSO in association with ATCA

12–14 febrero 2013 Madrid, España www.worldatmcongress.org

Regístrate en www.worldatmcongress.org/Register

Con sello de garantía

Amplia experiencia de Ineco en seguridad en túneles

Por **Alberto Rodríguez**, ingeniero industrial (Dirección de Material y Tecnología)

Ineco lleva 14 años trabajando en la mejora de la seguridad en los túneles. La compañía desarrolla todo tipo de proyectos y estudios relacionados con las instalaciones de seguridad, tanto en túneles carreteros como ferroviarios.

Los accidentes en túneles resultan especialmente críticos desde el punto de vista de la seguridad, independientemente de las circunstancias del incidente, debido a su naturaleza de recinto cerrado. Un ejemplo de esto es el siniestro ocurrido el pasado 27 de octubre, en el que un ingeniero y un técnico de mantenimiento fallecieron a causa de un incendio, que se produjo en una de las galerías *by pass* que conectan los dos túneles de la M-30 de Madrid.

El fuego se produjo en la sala donde se encuentran las baterías del sistema de respaldo para la iluminación de los túneles. Un exceso de energía durante el proceso de carga o un simple defecto en su carcasa, pudieron provocar la liberación de hidrógeno procedente de la reacción química producida al elevarse la temperatura. Este gas, altamente inflamable, junto con la proporción adecuada de oxígeno y una chispa, pudieron ser el motivo del trágico accidente.

Disponer de sistemas de detección de gases (hidrógeno en este caso) y prever una correcta aireación del recinto puede ser suficiente para minimizar este tipo de accidentes, advirtiendo, en cualquier caso, en la misma puerta de entrada de la sala donde se encuentra la bancada de baterías, de la posible presencia del gas inflamable.»

SIMULACRO DE INCENDIO
Un equipo de bomberos se encarga de las labores de simulacro de un incendio en el interior de un túnel.

En el túnel de Guadarrama se instalaron los sistemas de protección más modernos y fiables hasta la fecha. Todo un referente en cuanto a túnel seguro.

Informes sobre deficiencias

El *European Tunnel Assessment Programme* (Eurotap) estableció, tras un amplio trabajo de inspección en 26 túneles de toda Europa que, en 2009, el 40% de esas construcciones presentaba deficiencias en el suministro de oxígeno. El informe, elaborado junto con el RACE, denunciaba que un elevado porcentaje de las instalaciones no estaban equipadas con los suficientes equipos de respiración autónoma ni botellas de oxígeno necesarias en caso de incendio. El mismo estudio revela un dato sorprendente: los conductores no saben cómo actuar en caso de emergencia. El factor humano resulta decisivo y, en este sentido, la información previa de los viajeros, el adiestramiento del personal de a bordo en el caso de túneles ferroviarios o la existencia de sistemas de megafonía resultan fundamentales.

Requisitos de la legislación europea

A escala europea, en los últimos años se ha despertado una gran sensibilidad al respecto de la seguridad en los túneles, tanto carreteros, como ferroviarios. La concienciación generalizada de la sociedad ha motivado que se esté revisando internacionalmente esta cuestión. En relación con los túneles ferroviarios, en España, Adif exige el cumplimiento de los requisitos de seguridad solicitados por la Especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI), así como aquellos incluidos en su Guía Técnica de Autoprotección, en general, más exigente que la propia ETI. Además, el Real Decreto 393/2007 establece que los túneles ferroviarios de longitudes superiores a 1.000 metros deben contar con un Plan de Autoprotección, un documento que Ineco elabora en los túneles construidos en las nuevas líneas »

Debido a la elevada casuística de incidentes que se pueden presentar, minimizar todo lo posible los errores humanos, incrementará la seguridad ante una eventual evacuación

Pruebas del sistema de presurización en el túnel de Guadarrama.

Inspecciones en la fase de instalación de los centros de transformación de Guadarrama.

de alta velocidad. Respecto a los túneles carreteros, tanto la Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo, como el Real Decreto 635/2006, establecen las medidas de seguridad necesarias de protección en túneles de la red de carreteras.

Cada nuevo túnel que se construye tiene sus propias características. Adaptar las normativas en materia de seguridad a los túneles requiere de un proceso de estudio en el cual se determinan qué instalaciones son necesarias para garantizar la seguridad. El primer paso consiste en realizar un análisis de riesgos y determinar las posibles causas que pueden generar amenazas para la seguridad, considerando las particularidades del túnel analizado (constructivas y de explotación). Entre los riesgos analizados, se encuentran los choques, descarrilamientos, incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos y la evacuación espontánea por avería en el vehículo. Una vez identificados los riesgos, se diseñan las estrategias de prevención y mitigación, así como las medidas de rescate y evacuación.

Entre los riesgos analizados, se encuentran los choques, incendios, explosiones, descarrilamientos, emisión de gases tóxicos y averías

Posteriormente al análisis de riesgos, se establecen las instalaciones de seguridad necesarias para reducirlos en la medida de lo posible. Cada una de las instalaciones de seguridad tiene sus funciones y, aunque a primera vista puede parecer que son sistemas independientes, deben de funcionar de forma coordinada para mejorar la seguridad global del túnel.«

Salida del túnel de Pajares en Buiza, León.

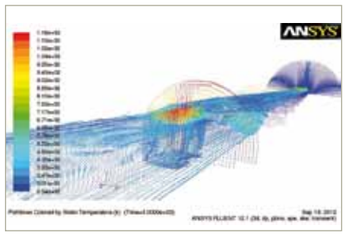
Señal interior en túnel de la Sagrera, Barcelona.

Simulacro de emergencia.

Túnel de Atocha-Chamartín, Madrid.

Las principales instalaciones de seguridad

➔SISTEMA DE VENTILACIÓN
Se emplea en situaciones de emergencia por incendio o en caso de ventilación sanitaria para mantener las condiciones de salubridad. Se usan las herramientas de simulación basadas en CFD (*Computational Fluid Dynamics*) para dimensionar y estudiar el comportamiento de las corrientes de aire y del humo en el interior de un túnel.



➔DETECCIÓN DE INCENDIOS
Es el sistema encargado de captar los incrementos rápidos de temperatura. Funciona mediante un cable de detección a lo largo de todo el túnel y controla, a su vez, el sistema de ventilación. También se instalan en las salas técnicas.

➔SISTEMA DE ILUMINACIÓN
En caso de emergencia o evacuación, facilita la salida hacia las zonas seguras: conductos que llevan a otro túnel donde no existe riesgo, o al exterior.

➔SISTEMA DE VÍDEO VIGILANCIA
Son circuitos cerrados de televisión para ver lo que ocurre en el interior.

➔SISTEMAS DE RADIO COMUNICACIONES DE EMERGENCIA
Son redes de comunicaciones de alta disponibilidad que facilitan la coordinación entre el personal de emergencias –bomberos y protección civil– a la hora de intervenir ante una eventualidad.

➔SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
Instalaciones destinadas a mitigar los efectos del fuego en el interior. Los hidrantes, las bocas de incendio y los sistemas de extinción de cuartos técnicos forman parte de este sistema de protección.

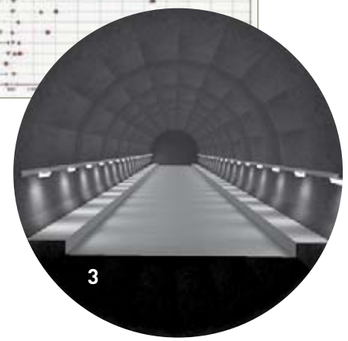
➔SISTEMA DE MEDICIÓN DE CALIDAD DEL AIRE
Sensores de gases estratégicamente repartidos por el túnel que monitorizan en tiempo real las condiciones del aire. Se detectan gases nocivos procedentes de los motores de combustión interna, partículas en suspensión y CO (monóxido de carbono). Estos sensores también se emplean para activar los modos de ventilación sanitaria y de renovación interior de aire.

➔SUMINISTRO DE ENERGÍA
Todas las instalaciones de seguridad necesitan de un suministro eléctrico para su funcionamiento. Al tratarse de sistemas de seguridad, es preceptivo que existan también sistemas de respaldo para garantizar su funcionamiento en casos de fallo eléctrico o aumentar la disponibilidad en casos de emergencia.

Para mejorar la seguridad, Ineco optimiza la metodología, los diseños de las instalaciones y el funcionamiento coordinado de todos los sistemas

1

2


3

Puesta en servicio de las instalaciones de aireación para el túnel de Guadarrama.

TÚNELES DE ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA

Tipología de los trabajos de Ineco

Diseño de las instalaciones de túnel
Realización de los proyectos de las instalaciones de seguridad en túneles ferroviarios y carreteros.
Estudios de ventilación (foto 1)
Optimización del sistema mediante simulaciones, ahorro de costes de implantación y de consumos energéticos. Realización de estudios de pérdidas de carga en pozos de ventilación y mejora del diseño; establecimiento del correcto funcionamiento de los ventiladores; diseño de estrategias de ventilación considerando los factores ambientales y las condiciones externas. Cálculo del tiempo disponible para una evacuación segura.
Estudios de evacuación (foto 2)
Realización del modelado de los trenes y de los túneles, simulando por ordenador el tiempo necesario para que todos los viajeros salgan del tren y alcancen una zona segura. Las evacuaciones se simulan considerando las condiciones ambientales arrojadas por los análisis CFD: temperatura, visibilidad y calidad del aire. El sistema de ventilación debe garantizar este tiempo mínimo en condiciones ambientales aceptables para el ser humano.
Estudios lumínicos (foto 3)
Determinación del mejor sistema de iluminación, desde el punto de vista de la seguridad y de la eficiencia energética.
Diseño de los puestos de control
Todas las instalaciones de seguridad se supervisan desde centros de control dedicados a la seguridad y la protección civil. Estas aplicaciones informáticas, que se diseñan para controlar todas las instalaciones de manera sincronizada, implementan algoritmos y automatismos importantes para la seguridad.
Diseño de los sistemas de control distribuido
Todos los sistemas de túnel disponen de multitud de señales de control repartidas por las salas técnicas y edificios. Este sistema se encarga de recoger y centralizar toda la información necesaria.
Asistencia técnica en la instalación y puesta en servicio
Realización de trabajos de asistencia técnica durante la instalación en campo, pruebas parciales y puesta en marcha al final de cada instalación y de su conjunto.«

Trabajos más destacados de Ineco

- **Pajares (Asturias)**
  Doble túnel de 25 km
- **Guadarrama (Madrid)**
  Doble túnel de 29 km
- **San Pedro (Segovia)**
  Doble túnel de 8,5 km
- **Atocha-Chamartín (Madrid capital)**
  Monotubo doble vía de 7 km
- **Sants-Sagrera (Barcelona capital)**
  Monotubo doble vía de 5,6 km
- **Girona (Girona)**
  Monotubo doble vía de 6, 6 km
- **Abdalajís (Málaga)**
  Doble túnel de 7 km
- **La Cabrera (Valencia)**
  Doble túnel de 7,2 km
- **Regajal (Madrid-Toledo)**
  Doble túnel de 2,4 km
- **Cabrejas (Cuenca)**
  Monotubo doble vía de 2 km
- **Hoya de la Roda (Cuenca)**
  Monotubo doble vía de 1,9 km
- **Novelle (Pontevedra)**
  Monotubo doble vía de 1,2 km
- **Redondela (Pontevedra)**
  Monotubo doble vía de 2,4 km
- **San Amaro (Pontevedra)**
  Monotubo doble vía de 1,9 km
- **Quinteiro (Pontevedra)**
  Monotubo doble vía de 1,9 km
- **Valicobas (Pontevedra)**
  Monotubo doble vía de 1,3 km
- **Bustelo (A Coruña)**
  Monotubo doble vía de 1,3 km
- **Barrancadas (Alicante)**
  Monotubo doble vía de 2,8 km
- **Sierra de las Águilas (Alicante)**
  Monotubo doble vía de 1,2 km
- **Túnel de entrada a Alicante**
  Monotubo doble vía de 1 km
- **Peña Rayada (Valladolid)**
  Monotubo doble vía de 2 km
- **El Almendro (Burgos)**
  Monotubo doble vía de 840 m
- **Calbezadas (Burgos)**
  Monotubo doble vía de 904 m

Tipos de instalaciones proyectadas:

- **Alumbrado de dependencias anejas (salidas de emergencia y salas técnicas)**
- **Análisis de ventilación en túnel**
- **Balizamiento foto luminiscente de emergencia**
- **Circuito cerrado de televisión**
- **Columna seca**
- **Detección de intrusión**
- **Equipos de puesta a tierra de la línea aérea**
- **Extintores en galerías**
- **Integración de sistemas en CPS**
- **Pasamanos**
- **Puertas de evacuación**
- **Red de comunicaciones de seguridad**
- **Sala para la ayuda externa**
- **Señalización de emergencia**
- **Sistemas**
  - **__de bombeo**
  - **__de detección de gases**
  - **__de detección y extinción de incendios en salidas de emergencia y salas técnicas**
  - **__de radiocomunicaciones**
  - **__de ventilación**
  - **__de protección física perimetral**
- **Suministro eléctrico**
- **Supervisión y control de instalaciones de Protección Civil**
- **Tomas de corriente**
- **Ventilación de salidas de emergencia y de salas técnicas**

Aspecto del futuro túnel que OHL está construyendo bajo la rotonda de Reforma, en México D.F.

PROYECTOS INTERNACIONALES

Ineco ha trabajado en distintos proyectos relacionados con las instalaciones de seguridad y electromecánicas de túneles fuera de España. Recientemente, ha estado colaborando en el proyecto Hs2 de alta velocidad entre Londres y Birmingham (High Speed 2 London) y en la supervisión de las instalaciones electromecánicas y el proyecto de instalaciones de señalización y seguridad del túnel de Reforma que está construyendo la constructora española OHL en México D.F.«

Túnel urbano de la Glorieta de Reforma en México D.F.

Con 700 metros de longitud, el futuro túnel urbano de la Glorieta de Reforma que está construyendo la empresa española OHL contará con más de 3 carriles por sentido y doble altura. La finalidad de este túnel es la preservación ambiental de la zona del Bosque de Chapultepec. El túnel forma parte de la nueva autopista urbana Norte, de 9 kilómetros, la sexta del Grupo OHL en México. Se trata de una importante actuación de OHL para la ciudad de México ya que reforma una autovía elevada de 6 carriles por la que circulan 300.000 vehículos diarios.«

Ineco ha llevado a cabo para este túnel los estudios de:
→ Sistemas de ventilación
→ Sistema de protección anti-incendios
→ Sistema de alumbrado
→ Sistema de señalización variable

Odesa, a escala internacional

Diseño del nuevo edificio terminal

Con la colaboración de **Roberto Serrano** (jefe de Edificación Aeroportuaria) y **Rafael Rúa** (jefe de Edificios Aeroportuarios), ingenieros aeronáuticos

Zona de facturación.

Ineco ha proyectado el nuevo edificio terminal que se está construyendo en este importante núcleo industrial, comercial y turístico conocido como "la perla del Mar Negro". Una cubierta ondulada y espacios amplios y luminosos son los rasgos distintivos del edificio, que triplicará su capacidad actual.

Odesa cuenta con un aeropuerto internacional situado a 7,5 kilómetros del centro urbano. En 2011 registró 824.300 pasajeros y más de 7.355 vuelos diarios, lo que representa un crecimiento superior al 7% respecto al año anterior, según datos de Eurocontrol. Ese mismo año, el Ayuntamiento de la ciudad y el gestor del aeropuerto constituyeron la sociedad Odessa Airport Development, que impulsa la ampliación de las instalaciones, que actualmente ocupan 570 hectáreas. En julio de 2011, Ineco resultó adjudicataria del concurso para diseñar un nuevo edificio, más grande, luminoso y funcional, y equipado con las últimas tecnologías. El diseño presentado, además, incide en la idea general de modernidad que se busca ofrecer al visitante.«

El mercado aéreo en Ucrania

El tráfico aéreo en Ucrania sufrió una fuerte contracción durante la década de los 90, tras el desmembramiento de la Unión Soviética, que conllevó el cierre de numerosos aeropuertos regionales. Sin embargo, a partir de 2002, el mercado aéreo experimentó un fuerte incremento en el país, que llegó a alcanzar una media del 20% anual. La celebración de la Eurocopa de fútbol en 2012 impulsó la reforma y ampliación de los principales aeropuertos ucranianos, así como de otras infraestructuras de transporte.
Ucrania cuenta con 30 aeropuertos de uso civil, de los que 24 son internacionales, la mayoría construidos entre 1960 y 1980. El más importante es el de capital, Kiev, que concentra el 60% del tráfico total de pasajeros. El aeropuerto de Odesa se inauguró en 1961. De propiedad municipal, ocupa el tercer lugar en el *ranking* nacional, y cerca del 70% de su tráfico es internacional. Las actuaciones de mejora se han dividido en dos fases e incluyen la construcción de un nuevo edificio terminal y la remodelación del campo de vuelos.
El país, que se independizó de la Unión Soviética en 1991, está modernizando también su legislación aeronáutica y aeroportuaria para adaptarla a los estándares internacionales.
En este contexto, el Ministerio de Fomento español, en consorcio con el proveedor de sistemas de navegación aérea sueco Luftfartsverket (LFV) y la Agencia Estatal de Aviación ucraniana, está desarrollando desde 2011 un proyecto de *twinning* o hermanamiento europeo. El objetivo es armonizar la normativa del país de acuerdo a los procedimientos y recomendaciones de la OACI en materia de aeropuertos, aeródromos, gestión del tráfico y navegación aérea. Se prevé que el proyecto, financiado con 1,7 millones de euros por la Unión Europea, concluya a finales de junio de 2013.«

NUEVO EDIFICIO TERMINAL DE ODESA
El edificio terminal que ha proyectado Ineco triplicará su capacidad actual. Una cubierta ondulada y espacios amplios y luminosos constituyen los rasgos más distintivos del edificio.

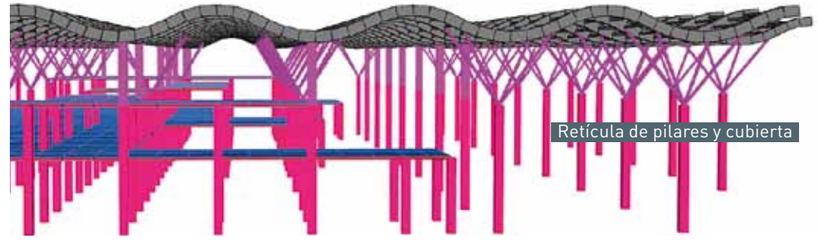
Para la elección de materiales, se ha tenido en cuenta la severidad del clima y la proximidad al mar, buscando al mismo tiempo una imagen moderna y singular, y espacios amplios y funcionales

Así será el nuevo edificio terminal

El edificio se ubica en una parcela situada al norte de la terminal existente, paralelo a la actual vía de acceso al aeropuerto y a la pista de vuelo. Tiene planta rectangular y ocupa una superficie de 11.000 m^2, bajo una cubierta ondulada que se extiende más allá del perímetro de las fachadas para cubrir los viales de acceso.

El edificio se apoya en dos retículas de pilares: una de 18x18 metros para sostener la cubierta, y otra de 9x9, que soporta los forjados de hormigón armado de las diferentes plantas, de sección cuadrada y con dimensiones variables según su posición. Los pilares que sostienen la cubierta, formada por vigas de acero de forma ondulada, terminan en unos dinteles de acero con cuatro apoyos que se abren en forma de aspa. Todo el conjunto ofrece así una apariencia singular que constituye el elemento más representativo del edificio. La construcción cuenta con dos tipos de fachadas. Por una parte, las situadas al este y al oeste, que corresponden a los lados tierra y aire: son acristaladas y miden 144 metros de longitud cada una, permitiendo la visión tanto del exterior como del interior. Por otra parte, el edificio cuenta con dos volúmenes laterales, de menor altura, que se corresponden con las fachadas norte y sur. Cada una mide 77 metros y son opacas, donde la apertura de huecos responde a necesidades estrictamente funcionales. Esta concepción volumétrica responde a criterios funcionales y al mismo tiempo, a la idea de dotar de grandes espacios, abiertos y acristalados, a las zonas de uso público, mientras que las zonas privadas se conciben en áreas opacas y más reducidas.

En consonancia con este planteamiento, el *hall* de acceso desde el lado tierra se proyecta como un gran espacio con toda la altura del edificio. El resto de las plantas se "vuelcan" en él, y ofrece una perspectiva global de la volumetría, así como de la cubierta desde el interior. Este mismo concepto es el que rige la zona de embarque, concebida también como un gran espacio con continuidad visual.«


Retícula de pilares y cubierta

Aspecto que presentará el nuevo *hall* de llegadas.

La cubierta ondulada del edificio se extiende más allá del perímetro de las fachadas.

Odesa, una ciudad en auge

Con más de un millón de habitantes, es la quinta ciudad más poblada de Ucrania, que suma en total 45,5 millones. Situada al suroeste, a orillas del Mar Negro, es el centro de la *oblast* o región más extensa del país y el más importante de los siete puertos repartidos por sus 300 kilómetros de costa. Junto con los de las ciudades próximas de Yuzhny e Ilyichevsk, acapara tres cuartas partes de la capacidad portuaria de Ucrania; y está en marcha un plan de ampliación para una nueva terminal de carga. En cuanto a su actividad económica, la ganadería y la agricultura industrial –sobre todo cereales– son los pilares básicos en toda la región, junto con las industrias petrolera, química y metalúrgica. En los últimos años, además, el turismo ha empezado a desarrollarse con fuerza: la región recibe cada año más de un millón de visitantes de los que la mitad son extranjeros.«

Inicio de las obras

Un asistente al acto de inicio de las obras, el 8 de junio de 2012, observa los planos del nuevo edificio elaborados por Ineco.

Primera piedra

Acto simbólico de puesta de la primera piedra. A la izqda., Andrey Shkatiuk, de Odessa International Airport.

Distribución de los espacios

■ **El edificio tiene una altura total de 19 metros. Se divide en cuatro plantas y un sótano de instalaciones, sobre una superficie construida de 26.500 m^2. La morfología y distribución de espacios permite adaptar los flujos de pasajeros y equipajes a los requisitos de seguridad exigidos para un aeropuerto de esta categoría.**

→*HALL* DE ACCESO

La primera planta se encuentra al nivel de la calle, y ocupa la totalidad de la superficie en planta del edificio, donde se ubica el *hall* de facturación y llegadas, la zona de tratamiento y recogida de equipajes y el área VIP.

→INSTALACIONES DE PERSONAL

La segunda planta se eleva a la cota +3,45 m, ocupando una superficie de 4.200 m^2. Alberga principalmente instalaciones para el personal del aeropuerto.

→ZONA DE EMBARQUE

En la planta tercera, a cota +6,90 m, se encuentra la zona de embarque, nacional e internacional, con un total de 8.000 m^2.

→PLANTA TÉCNICA

En la cota +11,25 m, se proyecta una planta técnica, con una superficie de 2.500 m^2, en la que se sitúan las principales instalaciones.

Equipamientos de última generación

Además de las instalaciones del edificio, el nuevo aeropuerto estará dotado de las últimas tecnologías y sistemas en materia aeroportuaria, monitorizadas y centralizadas en dos puestos de control redundantes.

■ **Cabe destacar los elementos de seguridad empleados tanto para el procesamiento de personas en filtros de seguridad (escáner corporal, detectores de metales) como de equipajes. El sistema de tratamiento de equipajes será capaz de gestionar el flujo proveniente de los 21 mostradores de facturación con ayuda de tres máquinas EDS en línea para equipajes normales y dos Rx para equipajes fuera de formato. Para el embarque de pasajeros se instalarán cuatro pasarelas que conectarán con la plataforma anexa, tres de ellas para aviones tipo C y una para tipo D.**

■ **La AODB (*Airport Operational Data Base*) integrará todos los sistemas necesarios para la operación normal del aeropuerto, como pueden ser: megafonía, sistemas de información al público, CUTE...**

Alicante, el próximo destino del AVE

Tramo de alta velocidad desde la capital del país

Con la colaboración de las Direcciones de Proyectos, Obras y Mantenimiento Ferroviario e Instalaciones y Sistemas Ferroviarios

La línea que une Madrid con la costa levantina estrenará esta primavera 164 kilómetros que unirán Albacete y Alicante. Ineco, ligada a la alta velocidad en España desde sus comienzos, ha participado en todas sus fases.

Desde diciembre de 2010 está operativa la línea de alta velocidad que une Madrid con Albacete, al sur y Valencia capital, al este. En pocos meses, se pondrá en servicio el tramo que llegará hasta Alicante. En total, 164 kilómetros nuevos que se suman a los 438 ya inaugurados. Esta línea de alta velocidad conectará con el futuro Corredor Mediterráneo, que abarca toda la costa este española desde Barcelona hasta el puerto de Algeciras, el más importante del país, y que servirá tanto para transporte de pasajeros como de mercancías.

La línea está diseñada para velocidades de entre 220 y 350 km/h, en doble vía de ancho internacional (1.435 mm), dotada de los más avanzados sistemas de control de tráfico (ERTMS nivel 2), señalización y electrificación. En algunos de los tramos, la vía en ancho ibérico se ha adaptado con traviesas polivalentes para alta velocidad, mientras que otros son de nueva construcción y discurren paralelos o muy próximos a la vía convencional.

La experiencia de Ineco en alta velocidad se remonta a los comienzos de su implantación en España, con la primera línea Madrid-Sevilla (ver *itransporte10*) y se extiende a todas las fases de trabajos: proyecto, ejecución y mantenimiento. Posteriormente, ha continuado desarrollándose a lo largo de dos décadas en todas las líneas de una red, que suma ya más de 2.800 kilómetros.«

La línea está diseñada para velocidades de entre 220 y 350 km/h y cuenta con los más avanzados sistemas de control de tráfico, señalización y electrificación

Tramo Albacete-Almansa, encaje de bolillos

Un conjunto de complejas pero exitosas actuaciones de las direcciones de instalaciones y obras de Ineco ha resultado clave para la llegada del AVE a Alicante. Mientras se recuperaban y adaptaban para la plataforma de alta velocidad las antiguas variantes de Chinchilla y Alpera –en desuso desde 2006–,se realizaron simultáneamente los desvíos y las obras de cambio de ancho sin afectar al paso de los trenes. Para ello se llevó a cabo un minucioso plan de puestas en servicio parciales –un total de cinco– además de otras actuaciones a lo largo de los 74 kilómetros ejecutados: 24 puntos de enlaces de doble vía electrificada, tres estaciones con 35 desvíos, dos subestaciones eléctricas y las instalaciones de seguridad necesarias para la alta velocidad. Todo un alarde de ingeniería, dado que todas ellas se llevaron a cabo sin interrumpir en ningún momento el tráfico ferroviario.«

Trabajos de Ineco

→REDACCIÓN DE PROYECTOS CONSTRUCTIVOS

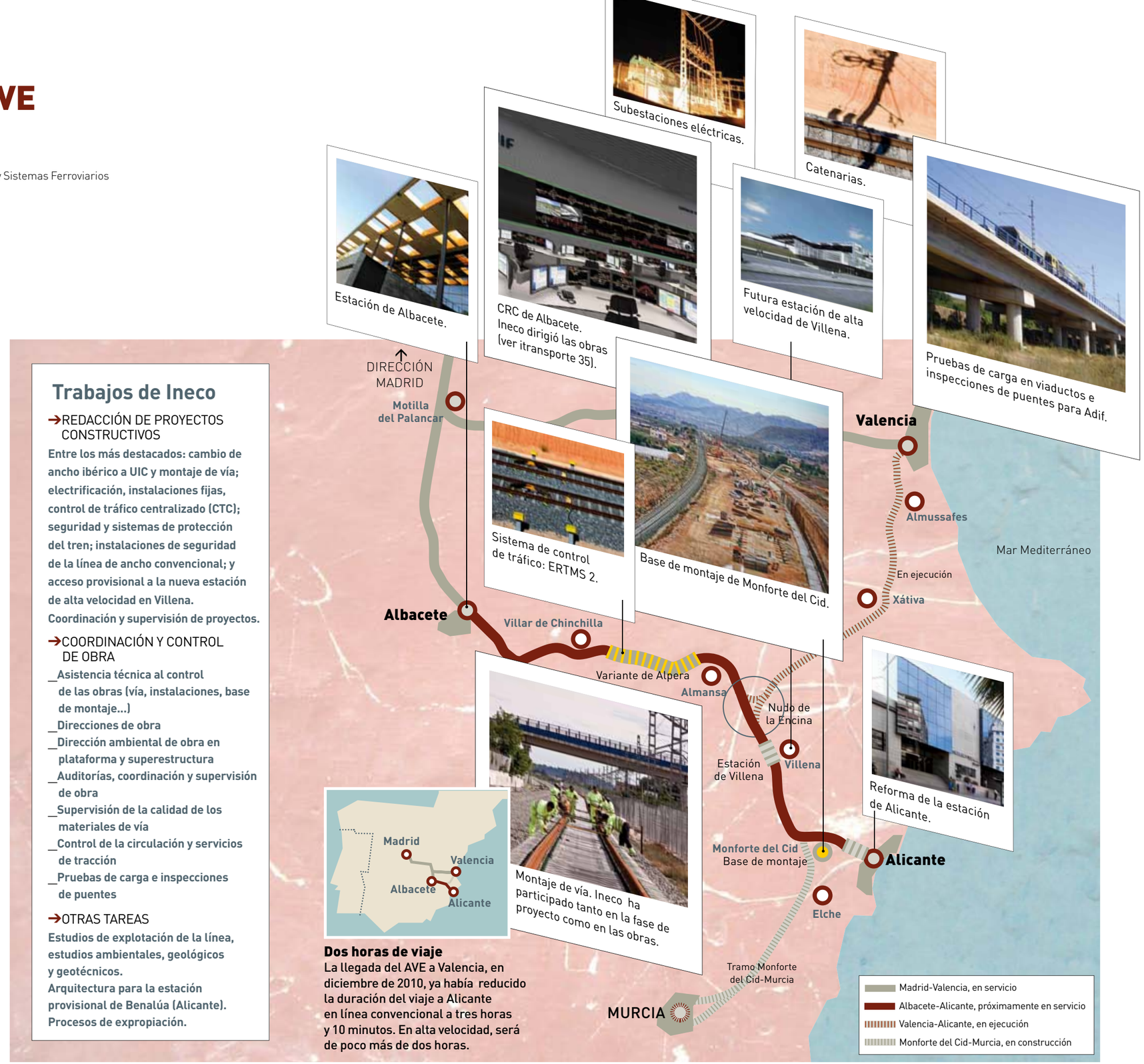
Entre los más destacados: cambio de ancho ibérico a UIC y montaje de vía; electrificación, instalaciones fijas, control de tráfico centralizado (CTC); seguridad y sistemas de protección del tren; instalaciones de seguridad de la línea de ancho convencional; y acceso provisional a la nueva estación de alta velocidad en Villena.
Coordinación y supervisión de proyectos.

→COORDINACIÓN Y CONTROL DE OBRA

_Asistencia técnica al control de las obras (vía, instalaciones, base de montaje...)
_Direcciones de obra
_Dirección ambiental de obra en plataforma y superestructura
_Auditorías, coordinación y supervisión de obra
_Supervisión de la calidad de los materiales de vía
_Control de la circulación y servicios de tracción
_Pruebas de carga e inspecciones de puentes

→OTRAS TAREAS

Estudios de explotación de la línea, estudios ambientales, geológicos y geotécnicos.
Arquitectura para la estación provisional de Benalúa (Alicante).
Procesos de expropiación.



Dos horas de viaje
La llegada del AVE a Valencia, en diciembre de 2010, ya había reducido la duración del viaje a Alicante en línea convencional a tres horas y 10 minutos. En alta velocidad, será de poco más de dos horas.

A dos metros bajo tierra

Una década protegiendo el patrimonio en las infraestructuras de alta velocidad

Por **Emilia de Aragón**, arqueóloga (Dirección de Medio Ambiente e Ingeniería del Terreno)

Una importante actividad de Ineco es la de preservar y proteger el patrimonio cultural en las obras de alta velocidad ferroviaria. Una larga experiencia en España que se aplica ya en todo el mundo.

En la construcción de estas infraestructuras surge la necesidad de adoptar medidas que anulen o minimicen las afecciones al patrimonio cultural, cumpliendo la legislación.

Este reto se viene realizando en la última década en la construcción de todas las líneas de alta velocidad españolas. Bajo la promoción de Adif, los especialistas de Ineco llevan a cabo el control y la vigilancia de las actuaciones para la preservación del patrimonio histórico. Muchos bienes afectados se definen en el proyecto constructivo, por lo que antes de comenzar las obras, se aplican las medidas correctoras. Otros elementos se encuentran en el subsuelo y solo cuando comienza el movimiento de tierras, será cuando verán la luz. Para proteger el patrimonio se valoran, durante la elaboración de los proyectos constructivos, los elementos culturales y se proponen las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias para su protección y documentación. Una vez en la fase de obras, se planifican las tareas arqueológicas a ejecutar, y se lleva a cabo el control y seguimiento de los trabajos prescritos por los organismos correspondientes. Asimismo, se coordinan con las obras las actuaciones arqueológicas, paleontológicas o etnológicas.

La labor que Ineco realiza es, sin duda, un ejemplo de respeto por el patrimonio que nos ha sido legado y del que somos responsables. La compañía pone en marcha todos los mecanismos que la investigación y la tecnología permiten para compaginar la construcción de las grandes infraestructuras con la protección, investigación y recuperación de los bienes histórico-culturales que se encuentran en el entorno. Así, en cualquier país del mundo en el que se trabaja, se emplea un método y una experiencia que hacen posible cualquier intervención relacionada con él, sin que esto suponga el retraso o la paralización de la construcción de la infraestructura proyectada.«

Ineco ha coordinado la excavación y la recuperación de Lo Hueco, el mayor yacimiento paleontológico encontrado en Europa

1
YACIMIENTO CORNELIUS
(L´Énova, Valencia)
Villa romana.
Excavación arqueológica
y publicación de memoria.

2
YACIMIENTO LO HUECO
(Fuentes, Cuenca)
Yacimiento paleontológico
en el que se han
recuperado 8.000 fósiles de
hace 80 millones de años,
entre ellos, 23 dinosaurios.

3
QUINTA ESCLUSA DEL REAL
CANAL DEL MANZANARES
(Madrid)
Conducción hidráulica
del siglo XVIII.
Excavación arqueológica
y publicación de memoria.

5
FOSA NEOLÍTICA
DE LA SAGRERA
(Barcelona)
Túnel urbano. Excavación
y traslado para su estudio.

6
YACIMIENTO 1,
MAUSOLEO ROMANO (s. I d. C.)
(Montijo, Badajoz)
Obras doble vía. Excavación
y documentación en 3D.

4
YACIMIENTO VILLALTA
(Bobadilla, Málaga)
Alfar romano del siglo I d. C.
Excavación y proceso
de traslado al Museo
de Antequera.

ALGUNOS YACIMIENTOS
EN ESPAÑA ILUSTRADOS
EN EL REPORTAJE

PROYECTOS DESARROLLADOS

10 años de trabajo e investigación

- Dirección y coordinación de la recuperación de importantes partes de la historia de España en todas las líneas de alta velocidad.
- Coordinación de la excavación arqueológica de yacimientos: **Lo Hueco**, Fuentes, Cuenca; **Fossa Neolítica,** La Sagrera, Barcelona; **Mausoleo romano**, Montijo, Badajoz; **Quinta esclusa del Real Canal del Manzanares,** Madrid; **Senovilla**, Olmedo, Valladolid; **Castro de Bendoiro**, Orense; **Mayorga**, Antequera, Málaga; **Villa de Cadima**, Almería, etc.
- Documentación de piezas relevantes del patrimonio etnológico con influencia en la historia de los territorios atravesados. Tal es el caso de la investigación realizada sobre los yesares y su influencia económica y social en la zona de Villena, Alicante, o la investigación llevada a cabo del regadío en la huerta valenciana y su parcelario desde los romanos.
- Control del traslado de elementos culturales como la Torre de les Aigües de Can Marferrer en Montornés del Vallés, Barcelona; o el horno romano del yacimiento Alfar de Villalta en Bobadilla, trasladado al Museo de la ciudad de Antequera.
- Dirección de la puesta en valor de patrimonios como la torre de defensa de la granja almohade en L´Énova, Valencia; o del yacimiento ibérico-romano de Can Suari en Llinars del Vallés, Barcelona.
- Coordinación de diversas publicaciones, entre ellas, las memorias de las excavaciones arqueológicas realizadas para la línea Madrid-Levante como la de *La Villa de Cornelius*, o las de *Las Aguas del Rey* y *Los Canónigos*.
- Diseño y puesta en valor de los yacimientos más importantes investigados en la línea de alta velocidad Madrid–Levante, expuestos en el Museo de Las Ciencias de Cuenca.«

Algunas cifras

- **Ineco ha dirigido la excavación y documentación científica de 272 yacimientos arqueológicos:**
  Paleolítico: 14 | Neolítico/Calcolítico: 27 | Bronce: 39 | Hierro: 49 | Romano: 58 | Medieval: 36 | Moderno: 22 | Contemporáneo: 27
- **La gestión de 38 intervenciones paleontológicas, 191 documentaciones de elementos etnológicos, estudios de 24 caminos históricos y la dirección de 4 estudios de paisajes históricos.**

Horadar para proteger

Dirección de las obras en el túnel más largo de Andalucía

Con la colaboración de **Diego Martínez**, ingeniero de caminos (Dirección de Obras, Vía y Explotación) y **Noelia Alonso**, ingeniera de caminos (Medio Ambiente e Ingeniería del Terreno)

Ejecución de las galerías de interconexión.

Construcción de los falsos túneles.

Con 7,5 kilómetros de longitud, el túnel de Sorbas es el sexto túnel de alta velocidad más largo de España y el más largo de Andalucía, superando al túnel de Abdalajís de la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga, en el que también ha trabajado Ineco.

El túnel se encuentra en la provincia de Almería, en el tramo Sorbas-Barranco de los Gafarillos, y pertenece a la línea de alta velocidad que unirá, con 184 kilómetros, las ciudades de Murcia y Almería. Desde 2009, Ineco está llevando a cabo la dirección de las obras de este túnel para Adif, que ha implicado la perforación de dos tubos con una extensión aproximada de 7,5 kilómetros, además de 19 galerías de interconexión, situadas cada 400 metros. Para ello, se contó con la misma tuneladora que batió siete veces el récord mundial de avance durante la perforación del túnel de La Cabrera, bautizada como La Alcazaba. Por otro lado, los especialistas de geotecnia y túneles de Ineco han dado apoyo técnico a la dirección de obra, un trabajo complejo ya que el túnel atraviesa un terreno de geología complicada con diversas zonas de falla. La alternancia de materiales a excavar definió un particular sistema constructivo en el que se combinó la tuneladora con métodos convencionales. Una vez completada la perforación de los dos tubos, se inició la construcción en el exterior de cuatro falsos túneles que completarán la longitud total del subterráneo (dos por cada tubo), además de finalizar los 0,3 kilómetros de plataforma restante del tramo que permitirán conectarlo con el anterior y posterior.

El túnel atraviesa un terreno de geología complicada con diversas zonas de falla

La línea de alta velocidad Murcia-Almería está cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder) a través del Programa Operativo Cohesión-Feder 2007-2013 y del Programa Operativo de Murcia 2007-2013. También participa el Banco Europeo de Inversiones (BEI).«

Vista del emboquille del túnel bitubo.

El túnel de Sorbas en cifras

- **7.528 m de longitud en el tubo I y 7.520 m en el tubo II**
- **4 falsos túneles de entrada y salida de 96 m de longitud cada uno**
- **2 tubos paralelos dotados con vía única electrificada y 2 andenes**
- **52 m² de sección libre en cada tubo**
- **26 m de separación media entre tubos**
- **12,5 ‰ de pendiente longitudinal máxima**
- **3 km de tramo central en recta**
- **2 curvas de entrada y salida de amplios radios**
- **19 galerías de interconexión, una cada 400 m**
- **Tuneladora TBM de doble escudo para roca con una fuerza de empuje total de 8.500 Tm, un diámetro de cabeza de corte de 10 m y un peso total de 1.500 Tm**

Cabeza de la tuneladora.

Construcción de la solera.

Un largo y minucioso proceso constructivo

La instalación de la infraestructura que acompaña a una tuneladora de roca de doble escudo supuso la realización de unos trabajos previos de desbroce y explanación de tierras, que tuvieron lugar en el paraje de La Herrería a mediados de 2009. El 9 de julio de 2010 se puso en funcionamiento La Alcazaba, cuya cabeza de corte comenzó a perforar con decisión los primeros metros del interior de la sierra almeriense de Cabrera, seguida del larguísimo *back up* o tren de apoyo, con una longitud total de 200 metros. A 7,5 kilómetros de este punto, en la boca sur del futuro túnel, justo antes del cruce del barranco de los Gafarillos, se habían iniciado previamente las primeras voladuras correspondientes al ataque al macizo rocoso por métodos convencionales.

Transcurridos algo más de ocho meses desde el inicio de la perforación, estos trabajos concluyeron mejorando las previsiones iniciales de rendimientos. La tuneladora ejecutó los 6.606 metros que tenía previsto perforar en este primer tubo, revistiendo ese trayecto con anillos de dovelas prefabricadas de hormigón armado. En ese mismo tubo, aunque desde la boca sur, los trabajos por medios convencionales completaron los 826 metros de la excavación en avance y destroza, rematándose posteriormente con los procesos de impermeabilización y revestimiento.

En el segundo tubo (de 7.520 metros), los trabajos con tuneladora se iniciaron tras su desmontaje, traslado, reparación y ensamblaje, para iniciar la perforación en sentido norte-sur. Previamente, finalizaron los trabajos realizados por medios convencionales desde la boca sur, en longitud similar al primer tubo.

Finalmente, la fase de obra civil en el interior de ambos tubos se centra en acondicionarlos con la construcción de soleras, andenes y aceras como paso previo a la instalación de la vía en placa, el revestimiento de las galerías de interconexión intermedias y el montaje de otras instalaciones ferroviarias.«

Objetivo: salvar a la tortuga mora

La excelencia ambiental es un objetivo primordial para Adif e Ineco a la hora de ejecutar las infraestructuras de alta velocidad. En este caso, además ha sido prioritario garantizar la sostenibilidad en estas frágiles tierras semiáridas, dotadas de, raros y a la vez valiosos, recursos naturales y paisajísticos únicos en el continente europeo, ampliamente reconocidos a nivel regional, nacional e internacional.

La nueva infraestructura permite minimizar el impacto ambiental del trazado ferroviario a su paso por el Lugar de Interés Comunitario (LIC), Sierra de Cabrera-Bédar. Por este motivo, la afección sobre el entorno será mínima, contribuyendo así a preservar la flora y la fauna locales, entre las que destaca la tortuga mora, una especie en peligro de extinción para la cual se han establecido medidas especiales de protección.«

Entrevista | PABLO VÁZQUEZ, presidente de Ineco

“Somos una ingeniería con vocación internacional, con grandes proyectos que lo avalan”

En un momento en el que el impacto de la crisis afecta profundamente a la economía española, Ineco afronta la coyuntura con una estrategia dirigida a potenciar al máximo su presencia en el exterior. Para hablar de ello, entrevistamos en estas páginas a Pablo Vázquez, presidente de Ineco y propulsor de su nuevo rumbo.

Licenciado en Derecho, doctor en Economía y profesor titular de la Universidad Complutense de Madrid, Pablo Vázquez Vega, se incorporó a Ineco hace casi un año, desde la dirección ejecutiva de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada (FEDEA). Ha sido asesor del presidente del Gobierno entre 1996 y 2002 y es experto en economía, políticas públicas y mercado de trabajo, sobre los que ha publicado diversos artículos y trabajos. Además de la presidencia de Ineco, Vázquez Vega es presidente del consorcio español para la línea de alta velocidad entre La Meca y Medina.

Ahora más que nunca las exportaciones son prioritarias para la economía del país, ¿cómo mira Ineco hacia el exterior?

Mi principal misión es impulsar nuestra vocación internacional y consolidar a Ineco como referente en ingeniería y consultoría de transporte, y desarrollar la expansión y sostenibilidad de la empresa. España ha hecho un gran esfuerzo inversor en infraestructuras en los últimos 25 años, un trabajo en el que las ingenierías españolas hemos jugado un papel crucial. Somos un mercado maduro, con proyectos reconocidos internacionalmente. Efectivamente, ahora nos toca a todos mirar más hacia el exterior. Y lo que veo es un potencial en el que podemos aportar mucho: las infraestructuras del transporte son, han sido y serán un motor decisivo para el crecimiento de un país. Tenemos una gran oportunidad para poner en valor el talento acumulado en estos años.

¿De qué modo piensan afrontar este reto?

Para mí, más que un reto, es una responsabilidad natural como empresa. Las ingenierías tenemos que estar donde se precisa aportación de valor. En nuestro caso, sabemos que nuestra fortaleza reside en nuestra experiencia, *know-how* y solvencia. Estos tres pilares se complementan con una organización más flexible que permite ofrecer respuestas más rápidas junto con una mayor cooperación con otras empresas públicas o privadas y siempre orientados hacia el cliente.

Centraremos esfuerzos en la apertura de nuevos mercados junto con otras empresas del sector

¿Cree que habrá buenas oportunidades en el sector?

El mundo se encamina a una década prodigiosa en lo que a infraestructuras se refiere. En los próximos ocho años, por ejemplo, se van a construir más de 50 metros en el mundo debido al desarrollo de países emergentes y al continuo crecimiento de la población. Es, sin duda, un buen momento para nosotros, pues contamos con unas referencias extraordinarias y con un capital humano experimentado en las técnicas más novedosas.

¿Cuál considera que es su principal bagaje?

Este año Ineco cumplirá 45 años de historia. Han sido 45 años aportando soluciones de gran valor, con un alto grado de especialización y formando equipos muy cualificados. Contamos con prestigio y reconocimiento tanto en el mercado nacional como en el internacional y referencias a escala mundial. El contrato para construir la línea de alta velocidad entre La Meca y Medina, la ampliación del aeropuerto internacional de Kuwait, el plan de aeropuertos en Nepal o el contrato de carreteras en México son, entre otros grandes proyectos, el reflejo de todo ello.

¿Cuáles son sus mercados prioritarios?

Llevamos tiempo trabajando en mercados donde ya se nos conoce como México, Brasil, Colombia, Puerto Rico, Panamá y Ecuador, en el continente americano; o Qatar, Kuwait y Arabia Saudí en Oriente Medio. Somos una ingeniería con vocación internacional, con grandes proyectos que lo avalan. Somos, además, un miembro activo de muchos proyectos en consorcios europeos, algunos en liderazgo, y tenemos cada vez más proyectos en África y Asia. Pero, insisto, creo que Ineco debe estar allí donde se necesite una infraestructura de transporte.

Entonces, ¿aumentarán su presencia en el exterior?

Como antes he comentado, contamos ya con una importante tradición en el mercado exterior. Prueba de ello son los cerca de 200 contratos internacionales en los que actualmente estamos trabajando, distribuidos en más de 40 países. La marca Ineco goza ya de un gran prestigio. Sin embargo,creo que es el momento de dar un salto cualitativo y cuantitativo en nuestra estrategia de internacionalización, y sabemos que contamos con las capacidades para hacerlo. Para ello, además de consolidar nuestra presencia en geografías en las que ya trabajamos actualmente, como Latinoamérica u Oriente Medio, centraremos esfuerzos también en la apertura de nuevos mercados.

Pablo Vázquez, presidente de Ineco, en las oficinas centrales de Madrid.

A medio plazo ¿dónde ve a Ineco?

En el mundo hay ya 20 países con redes de alta velocidad y se prevé que en pocos años se construyan 25.000 kilómetros de nuevas líneas. El tráfico aéreo se duplicará en 2030 solo en Europa y las ciudades y sus Gobiernos buscarán nuevas y más eficientes soluciones al transporte. Esto es una realidad y una enorme oportunidad para Ineco, que no debemos desaprovechar.

¿Qué aprendizaje aportan los grandes proyectos como el de La Meca-Medina?

Este es un proyecto ejemplar en muchos aspectos y refleja la voluntad del Gobierno español de favorecer la constitución de consorcios mixtos público-privados, que está ofreciendo excelentes resultados en Oriente Medio, Europa y América. En el caso de Arabia Saudí, es el mayor contrato de exportación firmado por empresas españolas en el extranjero. Además, hay importantes retos tecnológicos en relación con las severas condiciones climatológicas, sobre las que todos los miembros españoles del consorcio debemos de mostrar al mundo nuestra experiencia y conocimientos.

Contamos con unas referencias extraordinarias y con un capital humano experimentado en las técnicas más novedosas

¿Qué papel le corresponde como presidente del consorcio?

Mi función se centra, sobre todo, en la representación del liderazgo del Grupo Fomento, y en aunar los intereses y sinergias entre la parte pública y la privada. Y todo con el objetivo común de satisfacer a nuestro cliente y poner en valor la tecnología y el saber hacer del consorcio español.

¿Habrá en un futuro más colaboraciones con el sector privado?

Nos tenemos que adaptar a la nueva situación del mercado y esto pasará, seguro, por una mayor colaboración con distintas empresas. Ineco siempre ha estado abierta a trabajar con compañías de carácter privado. Sin duda, la colaboración con otras entidades que complementen y refuercen nuestras capacidades se configura como una palanca esencial para abordar el reto internacional.«

Las imágenes del sonido

Menos ruido en el ferrocarril valenciano

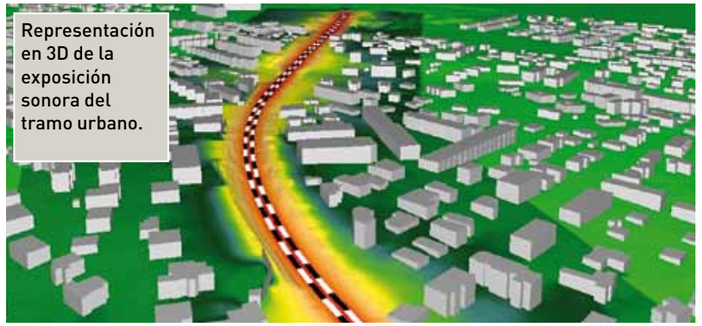
Con la colaboración de **Gema Caballero**, ingeniera de caminos
y **Mónica Magro**, geógrafa (Dirección de Medio Ambiente e Ingeniería del Terreno)

La elaboración de mapas estratégicos de ruido permite afrontar y tomar las medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación acústica.

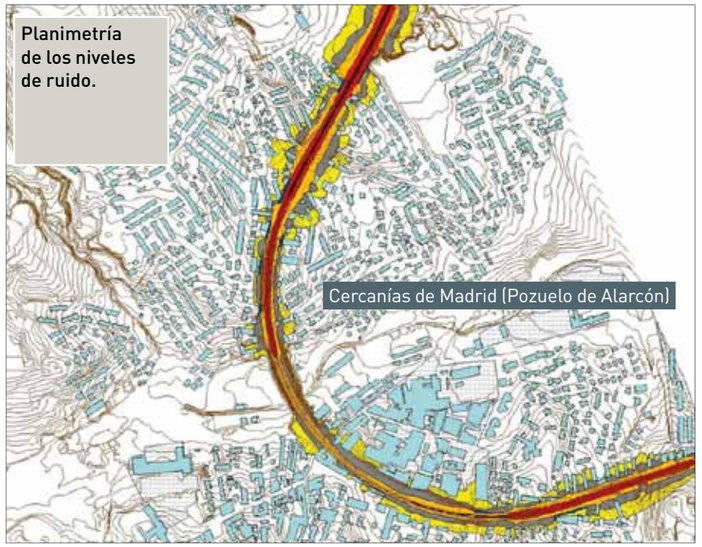
Ineco ha llevado a cabo recientemente los mapas estratégicos de ruido de los principales ejes ferroviarios de la Comunidad Valenciana, un encargo de la Consejería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana. Con ello y de acuerdo con la normativa comunitaria, el Gobierno valenciano afronta la realización del cartografiado acústico de las infraestructuras de su competencia, las líneas de vía estrecha y las líneas tranviarias que discurren por su Comunidad.

Ineco lleva desde los años 90 trabajando en gestión integral del ruido, tanto en el ámbito del transporte ferroviario como en aeropuertos y en carreteras

La ley 37/2003 de 17 de noviembre, conocida como "la ley del ruido" recoge el mandato de la UE de 2002, por el que las administraciones públicas tienen la obligación de elaborar los mapas acústicos para todas las infraestructuras de transporte que superen determinados niveles de tráfico. El siguiente paso, de acuerdo a la normativa, son los planes de acción donde se determinan las actuaciones preventivas o correctoras necesarias en cada caso.«



Representación en 3D de la exposición sonora del tramo urbano.

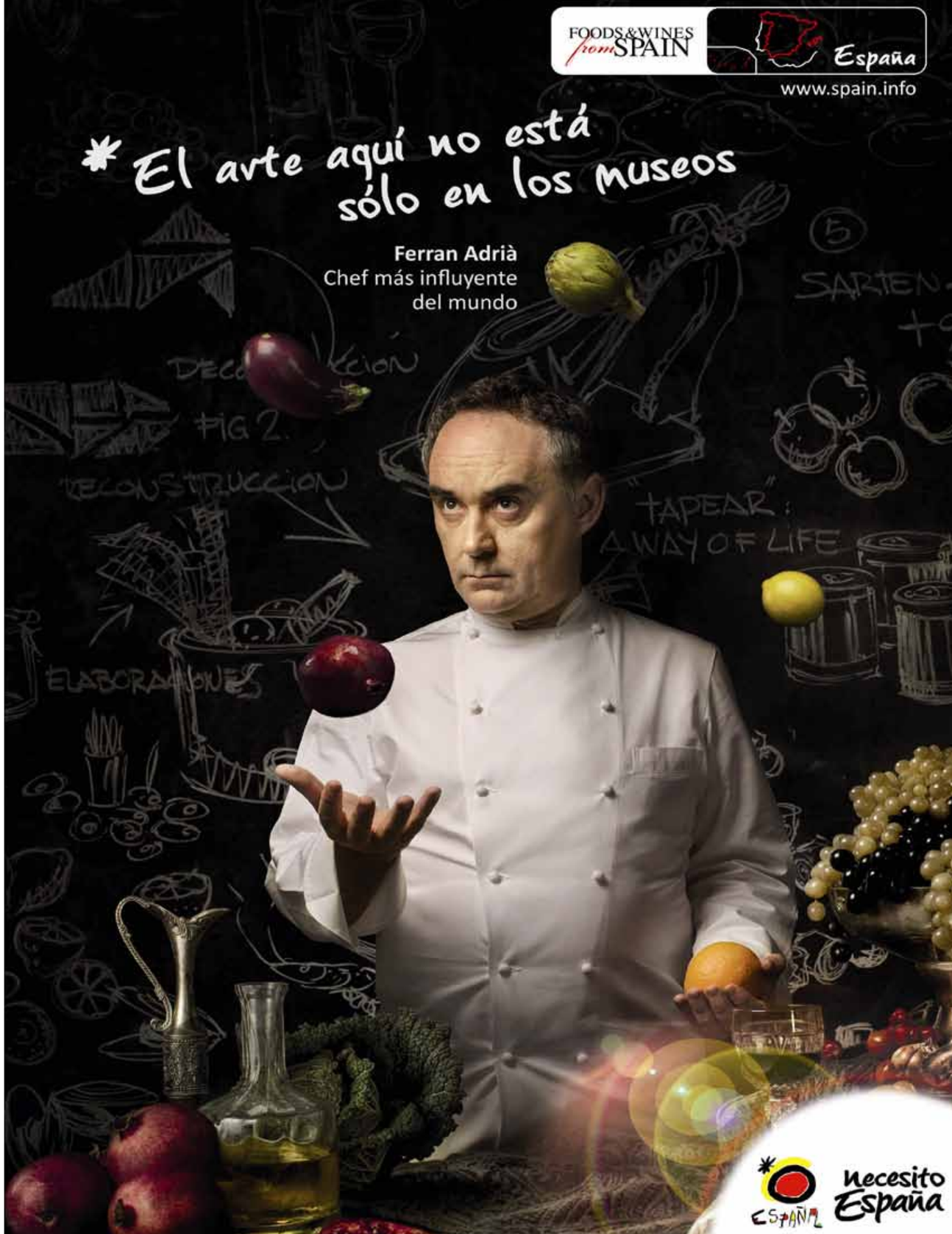


Planimetría de los niveles de ruido.

Cercanías de Madrid (Pozuelo de Alarcón)

Amplia experiencia de Ineco

■ **Ineco cuenta con una amplia experiencia en esta materia tras llevar a cabo los planes de acción de la primera fase de los Mapas Estratégicos en Madrid-Castilla La Mancha y Asturias-País Vasco (Adif), o el proyecto de Protección Acústica del Eje Atlántico de Alta Velocidad en Galicia (Ministerio de Fomento).**



En el corazón de los Balcanes

Ampliación del aeropuerto de Pristina

Con la colaboración de **Fernando Remón**, ingeniero industrial
(Dirección de Infraestructuras Aeroportuarias)

El aeropuerto de Pristina necesita crecer para adaptarse a un tráfico aéreo cada vez más intenso. A finales de 2013 prevé estrenar terminal y torre de control. Así, podrá cuadruplicar el número de pasajeros hasta llegar a 4,5 millones al año.

Kosovo cuenta con una población total de 1,7 millones de habitantes, de los que unos 200.000 residen en Pristina, la capital. Su aeropuerto, denominado Adem Jashari, se sitúa a unos 16 kilómetros al suroeste de la ciudad y es el único internacional del territorio. Se divide en dos áreas terminales, una civil y otra militar; esta última para uso de la KFOR, la fuerza conjunta de la OTAN en Kosovo.

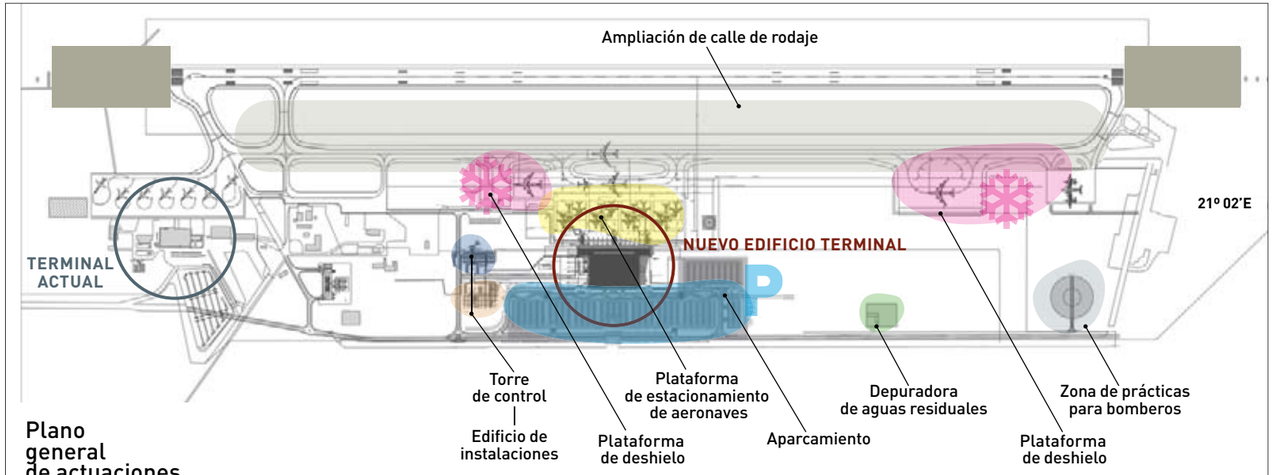
Situado en pleno centro de la península de los Balcanes, operan en él una treintena de aerolíneas –incluyendo regulares, de bajo coste y chárter– que ofrecen conexiones con Eslovenia, Croacia, Suiza, Alemania, Austria, Italia, Bélgica, Dinamarca, Reino Unido y Turquía. También está abriendo rutas hacia Oriente Medio, un mercado aéreo en fuerte expansión. De hecho, el crecimiento del tráfico civil en Pristina ha sido continuo: ha pasado de 397.000 pasajeros en 2000 a 1,4 millones en 2011, según datos de la Autoridad de Aviación Civil de Kosovo (CAAK). Con la ampliación de las instalaciones la capacidad se incrementará hasta 4,5 millones de viajeros anuales. En 2010 se privatizó su gestión, que se concesionó por un periodo de 20 años a una sociedad participada mayoritariamente por la constructora turca Limak (90%) y el operador Aeropuertos de Lyon (10%). La concesión incluye todas las actividades aeroportuarias a excepción del control y seguridad del tráfico aéreo.

La entidad gestora y el Gobierno kosovar han formado una asociación público-privada para llevar a cabo la ampliación. Ineco ganó el concurso para actuar como ingeniería independiente y desarrollar la revisión del proyecto y el control de ejecución de las obras, así como coordinar a los miembros del consorcio. En junio de 2011 comenzaron las obras, que se prolongarán, al menos, hasta finales de 2013.«

El aeropuerto actual

El recinto aeroportuario ocupa actualmente una superficie total de 194,2 hectáreas. Cuenta con una única pista de 2.501 m de longitud por 45 de ancho y tres calles de rodaje. El área terminal civil consta de dos edificios, uno de salidas de 4.700 m² y otro de llegadas de 1700 m², ambos de una sola planta, que se remodelaron junto con la plataforma de estacionamiento de aeronaves en 2002 y de nuevo en 2009. En cuanto a la torre de control, la actual es un modelo portátil regalo del Ejército danés.

La terminal desde el lado aire.



Plano general de actuaciones

Lado tierra desde el aparcamiento.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN

A finales de 2013, la capacidad del aeropuerto de Pristina se incrementará hasta 4,5 millones de viajeros anuales.

Actuaciones en marcha

- EDIFICIO TERMINAL
  42.000 m²
- TORRE DE CONTROL
  Se sitúa en el lado oeste de la pista y medirá 36,6 m de altura
- EDIFICIO DE INSTALACIONES
- APARCAMIENTO
  50.000 m² y 1.750 plazas, con viales de acceso
- CAMPO DE VUELOS
  _Plataforma de estacionamiento de aeronaves de 70.000 m²
  _Dos plataformas de deshielo
  _Ensanchamiento de las calles de rodaje
  _PISTA: construcción de dos zonas RESA (Áreas de seguridad de extremo de pista)
- OTRAS ACTUACIONES
  _Zona de prácticas para bomberos
  _Nueva planta de tratamiento de aguas residuales

- **Presupuesto total de las obras: 100.000.000 euros**
- **Plazo de ejecución: 31 meses**

Ideas en marcha

Una idea innovadora no solo aporta soluciones prácticas, también ahorra costes. Los profesionales de Ineco están desarrollando novedosas propuestas en diferentes áreas para alcanzar ambos objetivos. Estos son algunos de los proyectos.

DETEC

Desarrollo de nuevas técnicas de control del comportamiento de vía *on-line*

AUTORES
Mario Ferreiro y **David Pérez**, ingenieros de caminos (Dirección de Obras, Vía y Explotación)

Se trata de un sistema remoto de medición y monitorización de vías en tiempo real, que sirve para medir y evaluar el comportamiento de los elementos de la vía sometidos a cargas reales.

Entre sus ventajas, el aumento de la seguridad, ya que no requiere personal en la vía –lo que al mismo tiempo abarata los costes de desplazamiento–, homogeniza el control y tratamiento de datos, permite optimizar el mantenimiento, prevenir y detectar incidencias y controlar la vía en tiempo real.«

SIMULADOR

Generación de trayectorias de vuelo

AUTORES
Jaime García, ingeniero de telecomunicaciones y **Juan Carlos G. Ballesteros**, ingeniero aeronáutico, jefe de Ingeniería de Sistemas de Software (Dirección General Aeronáutica)

Este proyecto ha consistido en el desarrollo de un método para la generación de trayectorias en plataformas de simulación de ATM (gestión del tráfico aéreo) que reflejara lo más fielmente posible el comportamiento de las aeronaves para poder validar los procedimientos de vuelo.

El proyecto ha proporcionado herramientas como el Validador de Procedimientos (PVT) , el Generador de Trayectorias Promedio (ATGT) y el Generador de Trayectorias Simuladas (STGT).«

LARGUERO-VIGUETA

Estudio de uniones de larguero a vigueta

AUTORES
Elena Jerez (Jefa de Estructuras Metálicas), **Marta Mascaraque** y **Alfonso Vegas** (Dirección de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación), ingenieros de caminos

Los largueros de los puentes son los elementos sobre los que descansan las traviesas del material de vía. Cada vez con mayor frecuencia, se detectan daños en estos elementos, vitales para la seguridad del puente completo.

Este proyecto desarrolla una metodología de análisis de la distribución de tensiones en las uniones entre largueros y viguetas. Contribuirá a controlar mejor la capacidad portante de los puentes en servicio y a mejorar el diseño de los nuevos elementos y reparaciones.«

MAT

Módulo arquitectónico de tránsito

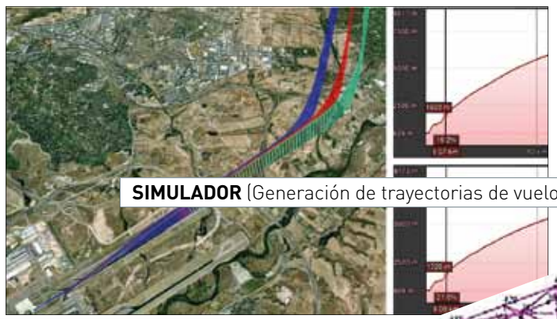
AUTORES
Pablo Fernández-Victorio, Mar Armenteros, Paloma Nuche y **Javier González de Riancho**, arquitectos (Dirección de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación),

Se trata de un elemento arquitectónico prefabricado que sirve de intercambiador entre dos medios de transporte distintos; su principal función es facilitar la intermodalidad. Se construye con módulos prefabricados fáciles de transportar y montar, y su diseño y acabados pueden adaptarse al entorno y al clima y al modo de transporte.

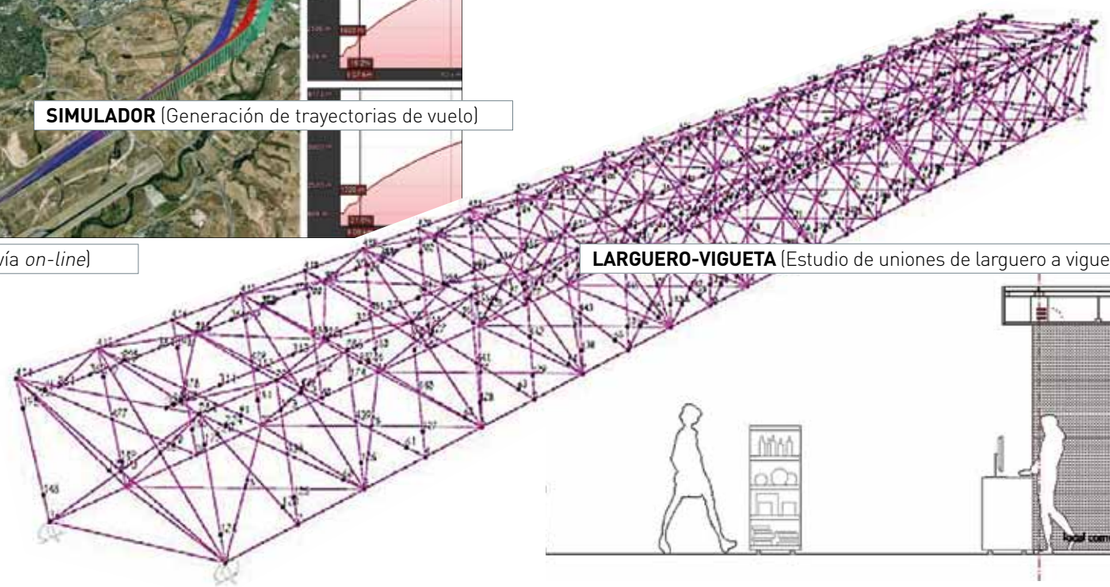
Puede instalarse en paradas de autobús, tranvía o taxi, estaciones de tren, aeropuertos, etc.Según los casos, puede ofrecer diferentes servicios al usuario: aparcamiento de bicicletas y motos, venta de billetes o información turística, además de taquillas y otros servicios para empleados (conductores, etc).«

Ineco apuesta por la innovación en diferentes áreas, buscando la utilidad y el ahorro de costes

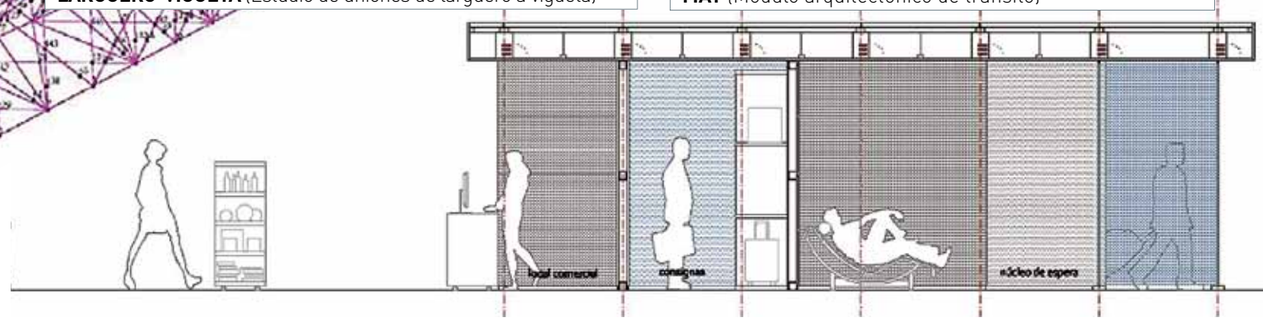
DETEC (Desarrollo de nuevas técnicas de control del comportamiento de vía *on-line*)



SIMULADOR (Generación de trayectorias de vuelo)



LARGUERO-VIGUETA (Estudio de uniones de larguero a vigueta)



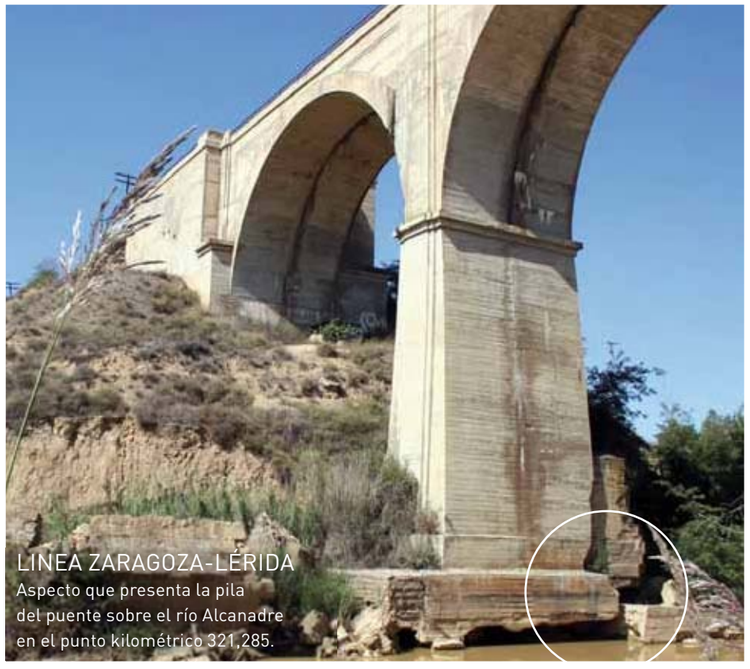
MAT (Módulo arquitectónico de tránsito)

Con los pies en el suelo

Estudio de riesgo de socavación

Por **Leendert de Haan** (jefe de Puentes) y **Mª Gloria R. Díez**, ingenieros de caminos
(Dirección de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación)

El agua erosiona las pilas que sostienen los puentes y socava el terreno del fondo, provocando su descalce e incluso su derrumbe. Ineco ha desarrollado un proyecto de I+D+i para estudiar y prevenir este fenómeno.



LINEA ZARAGOZA-LÉRIDA
Aspecto que presenta la pila del puente sobre el río Alcanadre en el punto kilométrico 321,285.

No resulta sencillo evaluar cómo interactúan los múltiples factores que intervienen en la erosión y cómo afectan a los puentes que cruzan ríos y otros cursos de agua. Sin embargo, disponer de un modelo adecuado aporta una información vital para conocer cómo afecta a las estructuras y en último caso, prevenir un posible derrumbe. La acción del agua desgasta las pilas y los estribos sobre los que se apoya el tablero del puente, pero también puede arrastrar el terreno sobre el que se asientan, lo que se conoce como socavación

Larga experiencia de Ineco

Ineco lleva más de una década estudiando estos fenómenos, en los que influyen una diversidad de variables, además del caudal o cantidad de agua que llega al puente, lo que determina su calado y velocidad.

También son relevantes, entre otras, el tipo y la pendiente del terreno y las características de las pilas: su forma –un frente redondeado es más hidrodinámico que uno cuadrado, por ejemplo–, su orientación respecto al flujo de agua, que determina que obstaculice más o menos el paso de la corriente, su espesor, su anchura y la distancia entre pilas.

A partir de estos parámetros, hasta la fecha, diversos autores han intentado cuantificar el fenómeno de la erosión mediante distintas fórmulas. En Ineco se ha optado por un método propio que combina cálculos de laboratorio con datos de campo para medir dos tipos de erosión: la "actual" (la registrada en el momento de la inspección física del puente) y la "potencial", es decir, la que se produciría en caso de avenida. Cada puente se puntúa en una escala de 0 a 20 en la que a mayor puntuación, menor riesgo de erosión. Este método se recogió por primera vez en un manual de cauces elaborado en 2003, y se perfeccionó en las versiones de 2005, 2007 y 2012. En 2008, se redactó también otro manual de protección de puentes frente a la socavación.

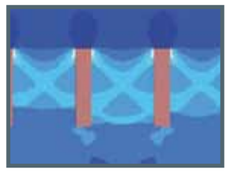
En 2010, Ineco desarrolló un proyecto para estudiar los efectos de la erosión usando un modelo de flujo bidimensional

En 2010, Ineco dio un paso más: en colaboración con las empresas TECMA y SICA, desarrolló un proyecto de innovación para estudiar los efectos de la erosión usando un modelo de flujo bidimensional, y no unidimensional como hasta el momento. Para ello se recogieron datos de 360 pilas de los más de 500 puentes estudiados hasta la fecha, con distintas formas de frentes, tamaños y pendientes del lecho, y con diferentes caudales. Todos estos datos se procesaron con un programa informático –InfoWorks RS– , capaz de representar la velocidad y el calado (profundidad) del flujo de agua en ciertos puntos de las pilas. Las simulaciones así obtenidas permiten observar el comportamiento del agua en 2D y con estos datos mejorar la estimación de la erosión.«

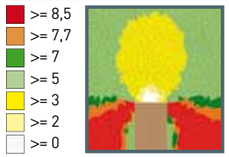
Casos recientes

A finales de septiembre de 2012 las intensas precipitaciones caídas en Murcia, en el sureste de España, causaron el colapso de unas obras de drenaje y de un puente en la línea ferroviaria Lorca-Águilas, así como el derrumbe de otros dos sobre las autovías A7 y AP7 (ver foto). Todos ellos cruzaban sobre ramblas –cauces secos con caudal temporal–, en los que las fuertes lluvias causaron avenidas que arrastraron el terreno y dejaron al descubierto la cimentación.

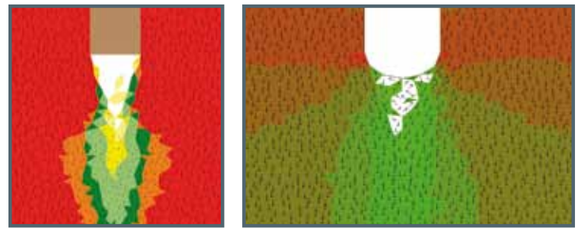
Calados y velocidades vistos en 2D



Los recuadros representan las pilas de los puentes, en este caso de frente cuadrado. Las zonas azules más oscuras representan los puntos donde el agua, que fluye de arriba abajo, alcanza mayor calado: justo en el frente de la pila.



Las flechas indican la dirección del flujo, mientras que los colores representan la velocidad del agua, en metros por segundo. Se observa que disminuye en el frente aguas arriba de la pila, que interrumpe su paso (área amarilla) y se desvía a ambos lados, donde alcanza la máxima velocidad (zona roja).



El otro frente de la pila cuadrada, aguas abajo, y a la derecha, otra pila, pero de frente redondo, que ofrece menor resistencia.

Casi tres décadas de experiencia en puentes

Ineco acumula 28 años de experiencia colaborando con Adif en el mantenimiento y refuerzo de puentes y viaductos y en todas las actividades relacionadas con ellos (ver it07). En cuanto a la prevención de la socavación, se puede actuar tanto en la fase de proyecto como en la posterior de mantenimiento. En el primer caso, las medidas básicas pasan por evitar la ubicación de las pilas dentro del cauce; de no ser posible, aplicar una cimentación directa o profunda a una cota, por debajo de la socavación teórica máxima y con las protecciones adecuadas.

Una vez construido el puente, las inspecciones son vitales para detectar cualquier deterioro: la normativa establece las llamadas "principales" cada 15 años o en caso de que se produzca una riada. Aun así, pueden darse circunstancias externas –como la extracción de áridos que disminuyen el nivel del lecho o desviaciones de los cursos debidas a obras– que incidan en los efectos erosivos y no estén previstas.

Un centenario que rejuvenece

Ineco ha proyectado y coordinado los trabajos

Por **Elena Jerez** (jefa de Estructuras Metálicas) y **Asier Sobrado** (Mantenimiento y Equipamientos Ferroviarios), ingenieros de caminos

Cuando se inauguró, a finales del siglo XIX, fue el puente ferroviario más alto de España. Ineco ha realizado para Adif los estudios previos, las pruebas de carga, el proyecto constructivo y la asistencia técnica de las obras de renovación.

El puente de El Salado, en Jaén (Andalucía) está situado en el punto kilométrico 67/445 de la línea de ancho convencional Linares-Almería. Cruza el río que le da nombre –seco la mayor parte del año– a más de 100 metros de altura, lo que en su momento constituyó un récord en las construcciones ferroviarias españolas.

En mayo de 1899, cuando entró en servicio, apenas empezaban a circular los primeros automóviles y el ferrocarril estaba en plena expansión. Su construcción revistió una gran complejidad; diseñado por el ingeniero de caminos José Olano, medía originalmente 315 metros de longitud y su estructura de hierro se apoyaba en dos grandes pilares de piedra. Se remodeló en los años 70, cuando se sustituyó la estructura de hierro por una nueva que permitió aumentar su capacidad de carga de 14 a 22,5 toneladas por eje.

El puente actual consta de tres tramos isostáticos; las vigas principales de cada vano son celosías tipo Warren con montantes intermedios y tienen una luz teórica de 103,9 metros. Presentan un canto máximo de 9,5 metros y están separadas transversalmente 8,1 metros. La posición del nuevo tablero es inferior respecto a las vigas principales, y sobre él se apoya el antiguo, del que se han cortado los extremos de las viguetas.«

Vista general del puente.

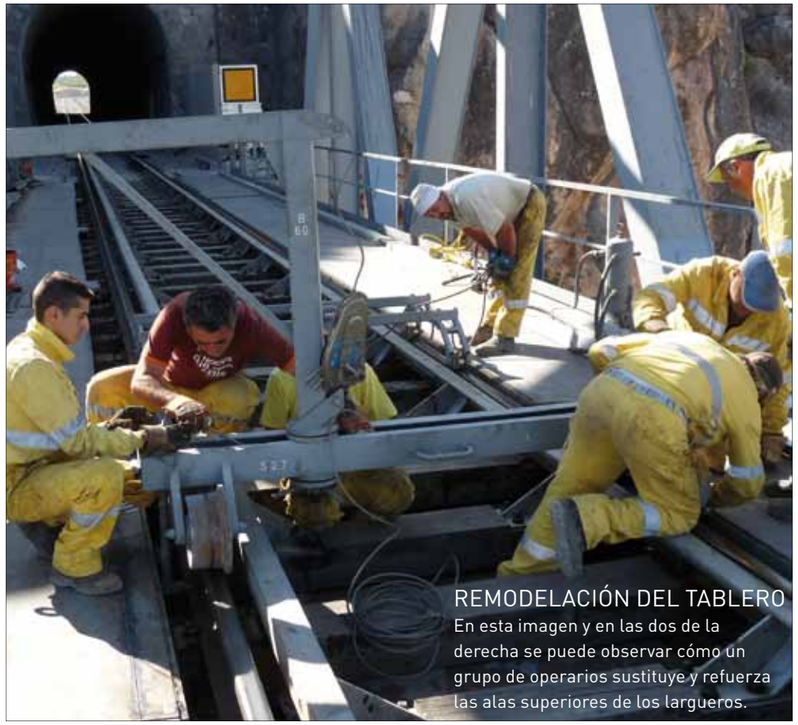
Vistas interiores y andamiajes.

Refuerzo de cordón superior de viga principal.

Ejecución de tapes en interior de nudos.

Un operario refuerza una diagonal.

Sustitución del paseo de servicio.


REMODELACIÓN DEL TABLERO
En esta imagen y en las dos de la derecha se puede observar cómo un grupo de operarios sustituye y refuerza las alas superiores de los largueros.

Actuaciones de modernización

En 2011, las inspecciones revelaron la necesidad de rehabilitar la estructura. Ineco realizó estos trabajos por encargo de Adif, como viene haciendo desde 1984, y redactó el proyecto de modernización, además de prestar asistencia técnica a las obras.
Las principales actuaciones son:

- **Refuerzo localizado de algunos nudos de las vigas principales: se han colocado chapas sobre los cordones superior e inferior de vigas y reforzado algunas de las diagonales.**
- **Remodelación de parte del tablero: se han sustituido las alas superiores de los largueros sobre las que apoyan las traviesas.**
- **Sustitución de los paseos de servicio: su disposición impedía realizar los trabajos de nivelación y mantenimiento de la vía. Los nuevos se han situado a una cota más baja, liberando las traviesas.**
- **Labores de conservación: reparaciones, cierre de huecos, limpieza y engrase de apoyos y protección superficial.**

Sustitución de chapa bajo traviesas por tramex.

Vitoria–Dax, a través de los Pirineos Atlánticos

Ineco y Egis Rail desarrollan el "tramo internacional" de la conexión

Con la colaboración de **Carlos Cubillo** (jefe de Departamento de Desarrollo de Red) y **Javier Sesma** (Departamento de Desarrollo de Red), ingenieros de caminos

La conexión ferroviaria internacional entre Vitoria y Dax es un proyecto clave que permitirá el tráfico mixto de pasajeros y mercancías entre España y Francia por el lado atlántico.

La línea de alta velocidad que unirá España con Francia por el lado atlántico está considerada como uno de los ejes estratégicos de la red de transporte europea que conectará Madrid, Valladolid, Burdeos y París en el horizonte de 2020. En este contexto, el estudio complementario de la conexión ferroviaria entre las ciudades de Vitoria y Dax es un enlace internacional que se desarrollará mayoritariamente a través de las redes nacionales ('Y Vasca' en España, Grand Projet du Sud Ouest (GPSO) en Francia). El estudio aborda la concreción de un enlace fundamental: el "tramo internacional", cuya ingeniería civil solo puede llevarse a cabo tomando en consideración los condicionantes territoriales y técnicos a ambos lados de la frontera. La fase de debate público en el lado francés, la continuación con los estudios más allá del ámbito de Astigarraga/San Sebastián, y la estratégica inclusión de la red convencional entre Astigarraga, San Sebastián e Irún como parte de la actuación, hacían necesario armonizarlo todo. Esto se cumple con este estudio del redactor principal de GPSO (Egis Rail) e Ineco, redactora del estudio informativo y otros proyectos de la Y Vasca, además de los estudios preliminares del propio enlace internacional.

El estudio determina un trazado directo entre Astigarraga/San Sebastián y Bayona, y sus conexiones con la red convencional. Así, aborda todos sus aspectos ingenieriles, medioambientales y de explotación, y analiza sus múltiples alternativas. Entre ellas cabe destacar las optimizaciones y la previsión de instalaciones en la línea para una eficaz explotación conjunta de viajeros y mercancías. Incluye también el análisis de la inserción territorial del trazado en ámbitos complejos como Astigarraga, Oiartzun, Behobia, Biriatou y el propio viaducto de cruce de la frontera natural del río Bidasoa, que representa más que ningún otro elemento el carácter de la actuación.«

El desarrollo conjunto del proyecto

Veinte expertos en infraestructuras y explotación de Ineco han participado en el desarrollo de este documento. En él se analizan las infraestructuras ferroviarias necesarias, los tiempos de recorrido, la capacidad, la interoperabilidad y el plan de transporte internacional. Para llevarlo a cabo, se ha valorado la previsión de modificación del reparto modal de mercancías por carretera a transporte ferroviario por medio del *ferroutage* o autopista ferroviaria; el eje ferroviario de viajeros Madrid-Vitoria-Dax-París; el eje del Gran Proyecto de Sur Oeste (GPSO) que ordena la red de alta velocidad en el sudoeste francés; y los viajes de cercanías y transfronterizos entre las poblaciones locales. En el trabajo se analizan también las frecuencias de transporte de pasajeros y mercancías, contando con los requisitos de seguridad, incluidas las mercancías peligrosas.«

Los datos clave de la infraestructura

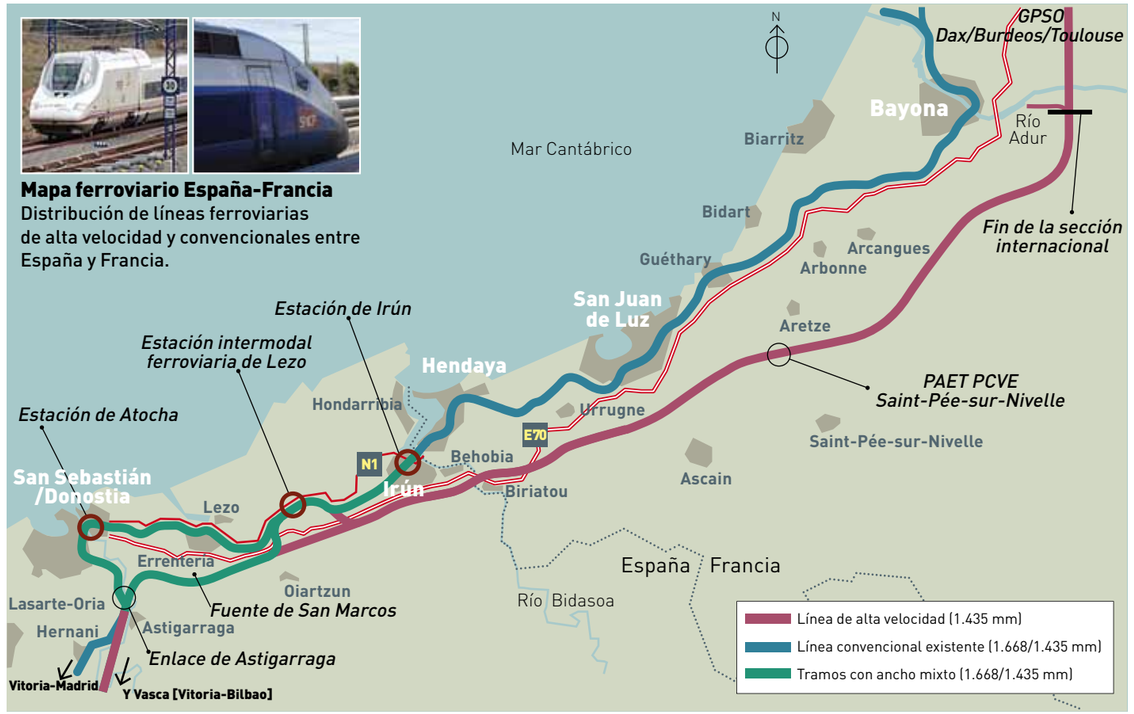
→INFRAESTRUCTURA [longitud en km]	TOTAL	TÚNEL	VIADUCTO
Sección internacional completa [Astigarraga / Adour]	54,5	19,6	9,4
Tramo España [Astigarraga / Río Bidasoa]	20,5	11,9	4,9
Tramo Francia [Río Bidasoa / Río Adour]	34,0	7,7	4,5

→INVERSIÓN POR TRAMOS [en millones de euros]	ESPAÑA	FRANCIA
Estimación baja	2.267	1.016	1.251
Estimación alta	3.223	1.016	2.206

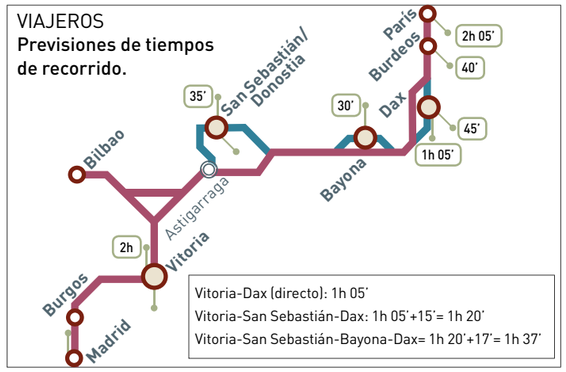
→SEGURIDAD Y COMUNICACIONES
_GSM-R en toda la sección internacional
_ERTMS nivel 2 en líneas nuevas

→ELECTRIFICACIÓN
_Subestaciones
Tramo español subestación Hernani
Tramo francés subestación Arcangue
_Catenaria
Catenaria 2x25 kV apta para velocidades de hasta 250 km/h

Mapa ferroviario España-Francia
Distribución de líneas ferroviarias de alta velocidad y convencionales entre España y Francia.



VIAJEROS
Previsiones de tiempos de recorrido.



Los tiempos de recorrido

■ Las previsiones de tiempos de recorrido y los análisis de explotación se han llevado a cabo con herramientas de Ineco. Así, se pueden determinar los tiempos, las curvas de velocidad y los consumos de energía y mallados (programación de surcos para la explotación). El estudio prevé un enlace entre Madrid y París por ferrocarril en menos de 6 h y una conexión de los enclaves más importantes del País Vasco y Aquitania en menos de 1h 30'.

■ Madrid – París (directo entre Vitoria y Dax, paradas en Valladolid y Burgos): 5h 50'.

■ Madrid – París (paradas en Valladolid, Burgos, Vitoria, San Sebastián, Bayona, Dax, Mont de Marsan, Burdeos): 6h 27'.

El estudio de Ineco y Egis Rail sirve de base para los acuerdos intergubernamentales, que han de promover la construcción del tramo internacional entre España y Francia

REDES EUROPEAS

Conexión con Francia, asunto capital

Los presidentes de los Gobiernos de Francia y España subrayaron la importancia de este proyecto cuando –tras la cumbre hispanofrancesa celebrada en París el 10 de octubre de 2012– destacaron los "progresos con el avance de las obras de la 'Y Vasca' (Vitoria-Bilbao-San Sebastián) y de los estudios de trazado de la nueva línea Burdeos-España, así como la realización en el marco del GEIE Dax-Vitoria de

La conexión Vitoria-Dax es un paso crucial para mejorar el transporte y el desarrollo económico

la coordinación de los trazados en la frontera". Se prevé que en 2013 se inicie el proceso de información pública del trazado Lezo/Oiartzun-frontera en España, continuando con las fases finales de consulta para GPSO en Francia.

Si para la península ibérica la conexión Vitoria-Dax es un paso crucial para mejorar el transporte –y por tanto el desarrollo económico– con el resto de Europa, las autoridades francesas ven también en este proyecto una fuente de riqueza para la región de Aquitania, tanto en su acceso hacia el mercado español, como al norte, a través de Burdeos, y al sureste de Francia, con la futura línea de alta velocidad que conectará Dax y Tarbes con Toulouse, Narbonne y Montpellier. Considerada como la primera región francesa agrícola, **Aquitania comparte** con las regiones españolas de Navarra, Aragón, País Vasco, Cantabria y La Rioja una larga tradición en turismo de calidad. Todas ellas cuentan con una gran riqueza de patrimonio cultural y arquitectónico, tanto en el litoral atlántico, como por sus parques nacionales y naturales, las grutas prehistóricas, y una extensa oferta turística fundamentada en la gastronomía, los balnearios y el deporte.«

MEDIO AMBIENTE

Una geología compleja

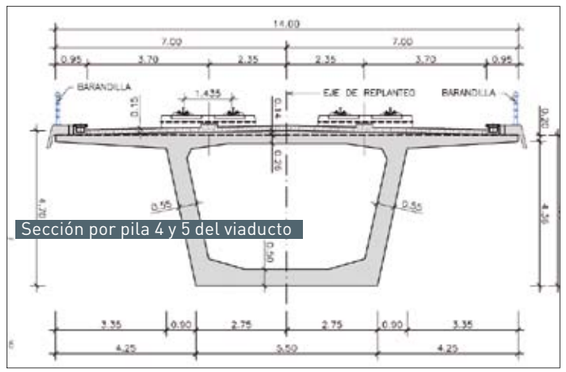
El tramo de ancho internacional entre Vitoria y Dax atraviesa una de las zonas más accidentadas del País Vasco y el territorio francés. En este contexto geológico complejo, el estudio analiza el tipo y profundidad de las excavaciones necesarias, los volúmenes de sobrantes y la ubicación de depósitos. El trabajo recalca la importancia de favorecer la reutilización de los residuos y la utilización de materiales como materias primas. El objetivo es preservar los recursos naturales, ante la escasa capacidad de acogida del territorio para el depósito de materiales sobrantes. En los casos en que resulte imprescindible la implantación de puntos de vertido, se aplica una estricta metodología de integración ambiental. La legislación europea establece que el conjunto de la UE debe ser capaz de garantizar por sí mismo la eliminación de sus residuos. Es deseable que cada Estado miembro, de forma individual, tienda a este objetivo.«

MERCANCÍAS
Previsiones de tiempos de recorrido.

Soluciones en España

■ **Así, en el tramo español se han analizado y caracterizado emplazamientos viables para estos vertidos por su carácter excedentario, mientras que en el tramo francés, excedentario entre Bayona y el Bidasoa, y deficitario entre Dax y Bayona, se ha planteado la reutilización masiva desde un ámbito al otro apoyándose en depósitos temporales.**

VIADUCTO SOBRE EL BIDASOA
Uno de los trabajos más singulares de la conexión ferroviaria entre Vitoria y Dax es el viaducto que salva el río Bidasoa.

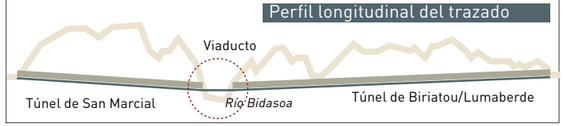


Sección por pila 4 y 5 del viaducto

El cruce del río Bidasoa

■ **Entre las obras singulares de este tramo destaca el diseño del viaducto sobre el río Bidasoa, que materializa el cruce de la frontera, cuyo encaje geométrico ha requerido el estudio de numerosas alternativas para compatibilizar su adecuada inserción territorial al paso por Biriatou con las dificultades que plantea el carácter somero en muchos puntos del túnel de Lumaberde/Biriatou.**

Perfil longitudinal del trazado



Proyectos AIRE para mejorar el medio ambiente

Ineco es líder del OPTA-IN, un estudio promovido por Europa y EEUU

Por **Peter Lubrani**, ingeniero aeronáutico (especialista de Estudios Medioambientales N.A.)
e **Irene Pomares**, ingeniera aeronáutica (Dirección de Gestión y Planificación ATM)

El aeropuerto de Palma de Mallorca ha sido el elegido para estas pruebas que pretenden reducir el impacto medioambiental de la aviación. Tendrán una duración de 2 años y un presupuesto de 440.000 euros.

Maniobra de aproximación de descenso continuo o 'aterrizaje verde'.

OPTA-IN (*Optimized Profile Descent Approaches Implementing Windows*) es una iniciativa concreta de la SESAR Joint Undertaking (SESAR JU-SJU) para realizar vuelos de prueba con vista a su posterior implementación en el espacio aéreo del área terminal de Palma de Mallorca a finales de 2013. Su objetivo es minimizar las emisiones y el consumo de combustible durante las aproximaciones de descenso continuo o maniobras CDA, denominadas también 'aterrizajes verdes'.

Ineco lidera este proyecto –que comenzó el pasado mes de septiembre– dentro del consorcio formado con Air Europa, Crida, Aena e Indra. La compañía es, además, responsable del plan de comunicación y concienciación y corresponsable de la evaluación medioambiental y apoyo al desarrollo y evaluación operacional.

Este proyecto surge dentro del programa AIRE (*Atlantic Interoperability Initiative to Reduce Emissions*), desarrollado por la Administración Federal de Aviación (FAA) de EEUU y la Comisión Europea, y como continuación del proyecto OPTA, con la misma finalidad de reducir el impacto medioambiental de la aviación.

El alcance del proyecto

Una vez validado el procedimiento OPTA, el proyecto OPTA-IN pretende dar soporte al plan de implementación de CDAs en España. Para ello se cuenta con Indra como socio industrial para desarrollar un prototipo en el que se integren las tablas de ajuste de velocidad SRAT, que facilite la aplicación del OPTA sin incrementar la carga de trabajo a pilotos y controladores. Este proyecto OPTA anterior definió un escenario operacional con el mínimo impacto sobre aeronaves y ATC, que facilita las operaciones de descenso continuo en condiciones de densidad de tráfico media y media-alta, también en el aeropuerto de Palma de Mallorca.

Aportación tecnológica de Ineco

■ En el proyecto OPTA, Ineco concretó el diseño, el concepto operacional, el soporte y la preparación de las simulaciones en tiempo real. La compañía, además, se ocupó de valorar la seguridad, los costes económicos y el impacto/beneficio medioambiental. Como resultado tangible de este trabajo se ha creado una metodología exportable a cualquier aeropuerto de densidad de tráfico media. Además, se ha desarrollado una técnica de control de tráfico aéreo que permite maximizar el número de CDOs, manteniendo los niveles de seguridad y de capacidad, con mejores prestaciones medioambientales y económicas.

El alcance del proyecto OPTA-IN se limita al estudio de un mínimo de 50 vuelos de prueba, identificando los costes, el impacto y sus beneficios. Las conclusiones permitirán dar un paso hacia la industrialización y al despliegue del procedimiento, para maximizar el número de CDOs en aeropuertos de media-alta densidad. Estos vuelos realizarán un descenso continuo con el empuje más eficiente posible de los motores, de acuerdo con las condiciones del entorno, y estarán caracterizados por ventanas de velocidad-altitud, lo que permitirá la secuenciación de las aeronaves por parte del ATC de una manera más flexible, mediante técnicas de control de velocidad.

Los procedimientos de descenso continuo o 'aterrizajes verdes' reducen las emisiones de CO_2 y NO_x

OPTA-IN también propone el desarrollo y construcción de un prototipo que mejorará las herramientas de control ATC y ayudará a la monitorización de los procedimientos OPTA. El proyecto anterior OPTA que, durante dos años, ha contado con la participación de Aena, Crida, Ineco, Boeing y Air Europa, ha generado una solución que permite maximizar el número de 'aterrizajes verdes' en el corto plazo y con densidad de tráfico media, sin necesidad de cambios en el sistema de gestión del tráfico aéreo. Los beneficios medioambientales de OPTA-IN se estiman entre un 22 y un 30% para las emisiones de CO_2 y un 50% para el NO_x. En cuanto al ruido, se calcula una disminución de entre 3 y 6 dB por vuelo (más información en: opta.ineco.es).«

Kick-off meeting

■ El arranque de OPTA-IN tuvo lugar el pasado mes de septiembre de 2012 en Palma de Mallorca con la asistencia de la SJU y de todos los miembros del consorcio: Air Europa, Crida, Aena, Indra e Ineco. En la imagen superior, un momento de la visita a las instalaciones de la compañía Air Europa.

Cita de paso para Miranda

Inaugurada la nueva terminal de autobuses

Con la colaboración de **Ángel Ranz**, arquitecto (jefe del Departamento de Arquitectura) y **Miguel Moreno**, ingeniero industrial (jefe del Departamento de Instalaciones - Dirección de Mantenimiento y Equipamientos Ferroviarios)

La gran cubierta de la nueva estación.

Vestíbulo y taquillas.

Miranda, cruce de caminos

LA NUEVA TERMINAL

Bajo la singular cubierta se estructuran cinco prismas ortogonales, desplazados unos respecto a otros, y conectados entre ellos por un eje de circulación que discurre desde el acceso hasta su final en el vestíbulo, con salida a las dársenas de los autobuses. En estos cinco prismas, se alojan los usos específicos de la estación; locales comerciales, aseos y taquillas.

La nueva estación de Miranda de Ebro, cuyo proyecto y dirección de obra han sido realizados por Ineco y que completa el importante nudo de comunicaciones de la ciudad, potenciará la intermodalidad entre el tren, el autobús y el taxi.

Con cerca de 40.000 habitantes, Miranda de Ebro es una ciudad del norte de España con un marcado carácter industrial y logístico. Pertenece a la provincia de Burgos y está situada a 80 kilómetros de esta y estratégicamente cerca de otras grandes ciudades como Vitoria (33 km), Logroño (60 km) y Bilbao (90 km). Las autoridades regionales y locales ven en su ubicación un potencial logístico a desarrollar, dada también su cercanía con los puertos de Bilbao, Pasajes y Santander, y con los aeropuertos de carga de Foronda (Vitoria), Loiu (Bilbao) y Villafría (Burgos).

Desde la Edad Media, la ciudad atravesada por el río Ebro, al que debe parte de su nombre, ha protagonizado una importante actividad comercial que se refleja en sus múltiples ferias, polígonos industriales y redes viales, además de su patrimonio arquitectónico. La estación de trenes y sus completas instalaciones ferroviarias fue en los siglos pasados un importante incentivo para la ubicación de muchas industrias. En resumen, la ciudad ha protagonizado un significativo papel como centro de paso y distribución de viajeros y mercancías entre la meseta castellana y el este y norte de la Península, y su conexión hacia el resto de Europa. Esto convierte a Miranda de Ebro en un importante enclave de infraestructuras: tanto de carreteras, pues conecta con algunas de las autopistas, autovías y carreteras más importantes del país (AP-1, AP-68, N-1, N-232, etc.) como ferroviario, pues pasan las líneas Madrid-Irún-París, Lisboa-Irún-París, Bilbao-Barcelona, y Madrid-Bilbao.

En Miranda convergen las principales rutas de tráfico de la Península Ibérica y, por extensión, su conexión europea

En este contexto, la nueva estación de autobuses –inaugurada el pasado mes de noviembre– era un proyecto pendiente y anhelado en el que Adif (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), ha invertido 3,9 millones de euros. Ineco ha llevado a cabo para Adif la redacción del proyecto constructivo, el proyecto modificado y la dirección facultativa de las obras del edificio. El Ayuntamiento de Miranda será el responsable de su gestión en los próximos 20 años, y para ello obligará al uso de las instalaciones a todos los transportes públicos y privados.

La actuación total ha supuesto la remodelación de la plaza de la estación, la propia estación, la reordenación de su entorno urbano, la restauración de la antigua estación de ferrocarril y un nuevo aparcamiento para 57 plazas.

El edificio de la estación de autobuses se ha diseñado desde la imagen de una gran cubierta, cuya geometría se adapta desde su parte más baja en el acceso a la escala peatonal, hasta su parte más alta, en respuesta a la escala impuesta por los autobuses. En definitiva, un diseño sensible a los distintos tipos de espacios que cubre.«

El complejo

Reparto de superficies

Edificio (sin voladizos marquesina)	**739,1 m²**
Edificio auxiliar	**66,0 m²**
Plataforma acceso autobuses	**325,0 m²**
4 dársenas + zona de maniobra autobuses	**1.181,3 m²**
Acceso desde plaza	**76,3 m²**
Zona norte (sin instalaciones exteriores)	**252,7 m²**
Aparcamiento en superficie (57 plazas)	**1.394,0 m²**
Plaza de la Estación	**859,9 m²**
SUPERFICIE CONSTRUIDA **Total**	**4.894,6 m²**

Salvando el río Víboras

Diseño de una compleja infraestructura sobre terrenos inestables

Por **José Manuel Sáez**, ingeniero de caminos (Dirección de Carreteras)

La construcción de la autovía del Olivar beneficiará a más de 90 municipios del interior de Andalucía. Ineco ha realizado el proyecto de un tramo complejo que contribuirá al desarrollo social y económico de una región con un importante tejido industrial.

La autovía del Olivar, con un total de 170 kilómetros, unirá 90 municipios del interior andaluz entre Úbeda (Jaén) y Estepa (Sevilla), pasando por la ciudad de Jaén y supondrá un excelente soporte para la comunicación de un buen número de ciudades medias que están experimentando un creciente desarrollo económico. Con la nueva autopista, las poblaciones circundantes quedarán situadas a menos de 25 minutos de una vía de gran capacidad. Además, los ciudadanos accederán más cómodamente y con rapidez a los servicios sociales, educativos y sanitarios situados en los principales municipios. Actualmente, el tráfico en la carretera A-316 presenta una intensidad media diaria (IMD) de 5.710 vehículos con un porcentaje de vehículos pesados en torno al 10%.

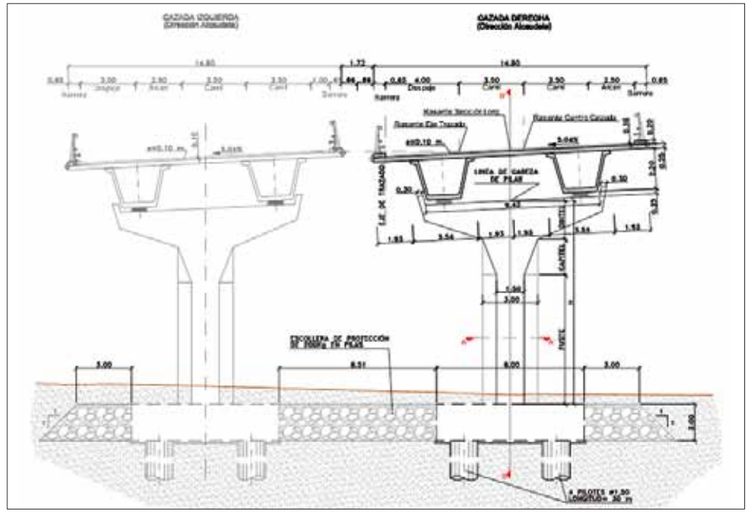
El proyecto ha sido redactado por Ineco en UTE con la consultora andaluza NAVIER, con una participación del 65/35%. El trabajo se centra en las obras de la carretera A-316 en un tramo de 10 kilómetros, desde la intersección con la A-6051 hasta la N-432 (Alcaudete) de la autovía del Olivar. Además de especificar los materiales, la definición geométrica y las características técnicas de cada obra, el estudio contempla los puntos de vista técnico y económico, tanto en la fase de construcción como en la de conservación y explotación.«

Enlace de Alcaudete

■ En el tramo proyectado por Ineco, el enlace de Alcaudete conecta la autovía del Olivar con la futura autovía Badajoz–Córdoba–Granada y con el acceso a las carreteras A-316 y N-432, que quedarán como vías de servicio. Se trata de un diseño preliminar tipo 'trompeta' con ramales directos en los movimientos Jaén-Córdoba (ambos sentidos) y Granada–Jaén, quedando un lazo en el movimiento Jaén–Granada.
El acceso a las vías de servicio se lleva a cabo mediante un 'diamante' con pesas invertido emplazado sobre el eje de la autovía del Olivar en un punto muy cercano a la intersección entre la A-316 y N-432.

SIMULACIÓN HEC-RAS

Para evaluar el comportamiento del río (actualmente se trata de una llanura de inundación) se ha realizado una modelización en 6,8 kilómetros –incluyendo el viaducto proyectado– mediante el programa HEC-RAS.



Viaducto sobre el río Víboras

■ En este diseño destaca la estructura doble, una para cada calzada de la autovía, en hormigón pretensado, de alineación curva en planta, con 159 metros de longitud, peraltada y en pendiente. Se trata de una estructura con tablero de tipo cajón, formado por dos vigas sobre las que se coloca una losa de compresión. Estas vigas conforman vanos de 40 metros de longitud. Con este diseño se disponen apoyos cerca del cauce, con cimentaciones profundas. Se pretende que la estructura asiente, tanto por la capacidad portante del terreno que sirve de cimiento como por el propio asiento del terraplén.

PLANICIE DEL RÍO VÍBORAS

Para el encaje de la tipología y longitud final del viaducto ha sido necesario un análisis hidráulico del río, determinando sus caudales de avenida, valores determinados mediante el cálculo de un hidrograma unitario (empleando el software HEC-HMS).

Estudios geológicos y geotécnicos

La práctica totalidad del terreno por el que discurre este tramo está destinada al cultivo del olivar. La región presenta una morfología alomada, de relieve no muy pronunciado, excepto en las laderas del río Víboras y el arroyo de la Jamputa. Desde el punto de vista geológico-geotécnico, el tramo es muy complejo pues está formado por materiales diversos entre los que destacan las arcillas, los yesos, las dolomías del Trías y las areniscas. Resulta particularmente delicada la margen derecha del río Víboras, donde a las pésimas características intrínsecas del terreno se une la presencia de inclinaciones importantes que facilitan los episodios de inestabilidad y deslizamiento. Los arroyos afluentes al río deben salvar un gran desnivel en muy poca longitud, produciéndose fenómenos de erosión remontante.

La principal dificultad de diseño, condicionada por esta baja calidad de los materiales y su alta alterabilidad en contacto con el agua, ha sido la de estudiar, calcular y proyectar una coherente y completa infraestructura tanto para garantizar la transversalidad de las aguas interceptadas por la traza (drenaje transversal), como la evacuación de las aguas de escorrentía de la plataforma y taludes (drenaje longitudinal y subterráneo), evitando la posibilidad de filtrado de las aguas, y en el caso de que se produjese, la captación y evacuación fuera del núcleo de terraplén y capas de base. Por otro lado, y debido a la inestabilidad natural, se ha calculado en el comienzo de los desmontes muros de contención de escollera.«

Más viva que nunca

En solo una década, el sector biotecnológico español ha emergido como uno de los más dinámicos e internacionalizados de la economía española.

Yondelis (trabectedina) es un agente antitumoral de origen marino descubierto en el tunicado colonial *Ecteinascidia turbinata.*
FOTO: PHARMA MAR

La OCDE define la biotecnología como "la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos con el fin de alterar materiales vivos o inertes para proveer conocimientos, bienes y servicios". Por ejemplo: medicamentos anticancerígenos fabricados a partir de organismos marinos, terapias génicas, nanopartículas metálicas capaces de repeler las bacterias, alimentos enriquecidos por microorganismos que protegen a los celiacos de los efectos nocivos del gluten, biocombustibles elaborados con algas, hemoderivados, vegetales resistentes a las plagas, microbios devoradores de vertidos contaminantes…

Nuevos nichos de mercado

Son solo algunos de los productos y servicios que desarrollan las empresas españolas que emplean algún proceso biotecnológico que, en 2010, según datos de ASEBIO (Asociación Española de Bioempresas), sumaban ya más de 1.700, casi un 13% más que el año anterior. "Multitud de empresas emplean algún tipo de microorganismo para fabricar sus productos; por ejemplo, la cerveza, el vino, los lácteos…" puntualiza Rafael Camacho, experto en biotecnología y exdirector de la Fundación Genoma España. "Dedicadas a la biotecnología hay unas 600, de las que unos dos tercios se dedican al sector sanitario: desarrollo de medicamentos, terapias avanzadas y dispositivos de diagnóstico".

Curar o prevenir enfermedades con células madre o modificando genes o regenerar tejidos "son ya en muchos casos, realidades clínicas", subraya. Coincide con Jorge Barrero, adjunto a la presidencia de ASEBIO, en señalar la posición líder de España "en nichos como los hemoderivados, las terapias avanzadas, los biocombustibles, la medicina personalizada o el descubrimiento de fármacos de origen marino". En Europa, según ASEBIO y la Fundación Genoma, España es la sexta potencia farmacéutica, –una industria que aporta el 19,8% del total de inversión en I+D privada en España– y la quinta por número de ensayos clínicos, con un coste por paciente un 30% inferior a países como EEUU. Destaca también en agrobiotecnología: cultiva el 80% del maíz transgénico que se produce en la Unión Europea.

Así, de acuerdo con un estudio de la Sociedad Americana de Genética y Terapia Celular publicado en 2012, España es el país europeo donde se están desarrollando más proyectos de terapias avanzadas: un total de 49, por encima de Reino Unido, con 37, Alemania, con 36, y EEUU, con 21, lo que lo sitúa como líder europeo en este campo. España encabeza también el *ranking* por número de patrocinadores (29), que, según detalla Camacho, son "en su mayoría, hospitales, universidades y centros de investigación".

RADIOGRAFÍA DEL SECTOR

1.715 empresas, de las que 617 se dedican a la biotecnología como actividad principal o exclusiva, casi un 30% más que el año anterior.

Facturación en 2010: 60.122 millones de euros, un 11% más que en 2009.

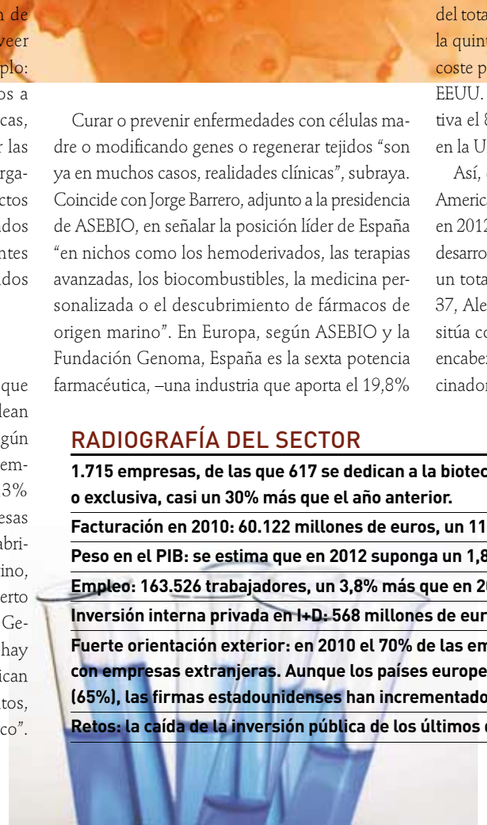
Peso en el PIB: se estima que en 2012 suponga un 1,8% (casi el doble que en 2009)

Empleo: 163.526 trabajadores, un 3,8% más que en 2009.

Inversión interna privada en I+D: 568 millones de euros, un 11,2% más.

Fuerte orientación exterior: en 2010 el 70% de las empresas españolas firmaron alianzas con empresas extranjeras. Aunque los países europeos siguen siendo los principales socios (65%), las firmas estadounidenses han incrementado su peso y ya representan el 21%.

Retos: la caída de la inversión pública de los últimos dos años y el bajo número de patentes.



Planta de Abengoa para producción de etanol a partir de biomasa, en Babilafuente, Salamanca.

La industria farmacéutica

En cuanto a los fármacos, y según el último informe anual elaborado por ASEBIO, actualmente, 32 compañías españolas están desarrollando 89 nuevos medicamentos, dos de ellos –para cáncer de próstata y enuresis nocturna– ya listos para salir al mercado. A ellos hay que sumar otros 49 desarrollados por las filiales españolas de seis multinacionales. El cáncer, las enfermedades cardiovasculares y las neurológicas concentran el 50% de los proyectos, aunque también están en distintas fases de desarrollo bioproductos para dolencias como la enfermedad de Crohn, enfermedades inflamatorias, diabetes, etc. Asimismo, están en marcha 14 medicamentos animales.

España es el país europeo que más proyectos de terapias avanzadas desarrolla, por encima de Reino Unido y Alemania

Aparte de los medicamentos, el sector biotecnológico español también produce una gran variedad de productos y tecnologías para todo tipo de usos: kits de diagnóstico (61 proyectos) o hemoderivados; industria alimentaria (procesos de fabricación, conservación, etc.) agrícolas y ganaderos (biofertilizantes, biopesticidas, cultivo de variedades vegetales modificadas genéticamente, piensos, etc.) o protección del medioambiente (biorremediación), etc. Destacan en este campo los 40 proyectos de biocombustibles que están desarrollando diferentes compañías españolas.«

Grifols cotiza en bolsa y en 2011 compró la estadounidense Talecris por 3.300 millones de euros.

Casos de éxito

La Fundación Genoma publicó en 2011 una selección de diez casos de éxito de 'biotec' españolas: Biofrabri, Biomedal, Biópolis, Biotools, Gendiag, Ingenasa, Lipotec, NeuronBio, Oryzon y Progenika, todas ellas con más de cinco años de trayectoria y una saneada situación económica. Hace ya una década, la gallega Pharma Mar, del Grupo Zeltia, fue una de las pioneras del sector con su anticancerígeno desarrollado a partir de un organismo marino, Yondelis, que hoy se comercializa en todo el mundo. Mencionar también a la catalana Grifols, tercera compañía del mundo en la producción de medicamentos biológicos derivados del plasma; y Abengoa Bioenergía, multinacional española líder mundial en biocombustibles.

Envase del anticancerígeno Yondelis de Pharma Mar.
FOTO: PHARMA MAR

Un crecimiento de dos dígitos

Pese a su pequeño tamaño en números absolutos, el dinamismo del sector ha sido constante tanto en facturación como en número de compañías y de proyectos desde 2002: una auténtica "década prodigiosa" para la biotecnología española. Tanto el volumen de negocio como el número de empresas crecen a un ritmo superior al 11%, así como las alianzas internacionales, a las que recurren muchas compañías para comercializar o distribuir sus productos. Así, el portavoz de ASEBIO subraya que "el mercado exterior es clave para un sector en el que proveedores, competencia y clientes están globalmente distribuidos", y en el que las empresas españolas han logrado "hacerse un hueco con mucho esfuerzo". Los principales retos, añade, son ahora "la atracción de capital riesgo extranjero, la captación de talento internacional o la búsqueda de socios en los mercados líderes, como EEUU o Japón". Actualmente, las compañías españolas están presentes en 30 países de todo el mundo.

Dos tercios de las 'biotec' españolas se dedican al sector sanitario.

Soluciones ineco

Experiencia, competitividad y tecnología al servicio de la sociedad

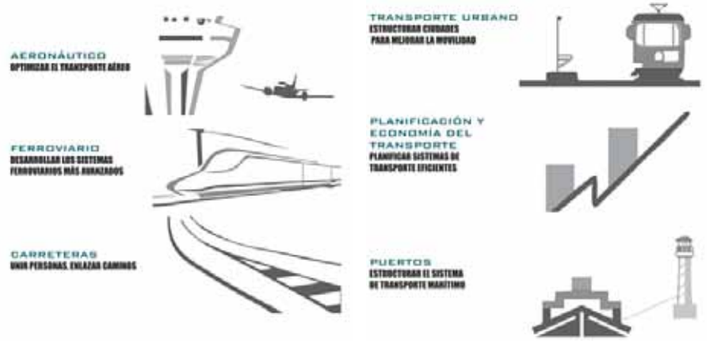
Ineco cuenta con una larga experiencia en ingeniería del transporte: 45 años trabajando en la planificación, diseño, gestión, operación y mantenimiento de aeropuertos, líneas ferroviarias, carreteras, puertos y transporte urbano en el mundo.

Ineco es la multinacional española referente en ingeniería y consultoría del transporte. Desde su fundación en 1968, la compañía se ha especializado en el desarrollo de sistemas de transporte que contribuyan a mejorar la movilidad de las personas. Durante 45 años, sirviendo al esfuerzo inversor para el desarrollo de infraestructuras de transporte, la empresa ha invertido mucho tiempo y dedicación en la formación de expertos profesionales, poniendo su capacidad tecnológica e innovadora al servicio de la sociedad, la vertebración del territorio y de la sostenibilidad y el medio ambiente.

Así también, nuestra experiencia y competitividad nos ha llevado a desarrollar proyectos en más de 40 países en cuatro continentes. Cerca de 200 contratos internacionales en los últimos años ponen de manifiesto la capacidad de Ineco para trabajar en el exterior.«

42 PAÍSES
200 contratos

Alta velocidad entre Medina y La Meca | Plan Director del Aeropuerto Internacional de Kuwait | Línea férrea entre Estambul y Ankara | Autopista Guadalajara–Colima en México | Torre de control de Eldorado, Bogotá | Plan Estratégico de Transporte Ferroviario de Mercancías en España | Plan de Aeropuertos en Nepal | Plan Nacional de Transportes de Argelia | Aeropuertos de Aena, España | Mejora de la red ferroviaria en Lituania | Plan de Nieve del Aeropuerto de Heathrow | Mejora vial en Ecuador | Plan Director del Aeropuerto de Sangster, Jamaica | Coordinación del anillo de circunvalación de São Paulo | Mejoras del sistema de navegación aérea en Marruecos | Nuevo complejo industrial en Shadadiya, Kuwait | Estudios para la alta velocidad entre Haldia y Howrah, India | Línea 4 del tranvía de Tallin, Estonia | Plan de transportes en Costa Rica | Asesoría para el aeropuerto de Luanda...



América	Europa	África	Oriente Medio	Asia
México	Reino Unido	Cabo Verde	Arabia Saudí	India
Colombia	Turquía	Argelia	Kuwait	Filipinas
Venezuela	Italia	Marruecos	Qatar	Nepal
Brasil	Portugal	Mauritania	Omán	
Argentina	Serbia	Namibia	Emiratos Árabes U.	
Panamá	Polonia	Etiopía	Jordania	
Costa Rica	Noruega	Malí		
Jamaica	Lituania	Egipto		
Perú	Bulgaria	Angola		
Chile	Estonia			
Ecuador	Dinamarca			
	Bélgica			
	España			

Ineco en el mundo

www.ineco.es

ESPAÑA (Sede social)
Paseo de La Habana, 138 | 28036 Madrid
Tel.: +34 91 452 12 00
Fax: +34 91 452 13 00
info@ineco.es

ARABIA SAUDÍ /Jeddah
Tel.: +34 91 788 05 80

MÉXICO / México D.F.
Tel.: +52 55 5547 4110 / 1915 / 2084

BRASIL / São Paulo
Tel.: +55 11 3287 5195

INDIA / Delhi
Tel.: +91 124 421 6206

Ana Belén.
35 años.
Mantenimiento de Carreteras.

Ana es una de las profesionales que trabajan en la conservación y mantenimiento de la **Red de Carreteras del Estado** velando por tu seguridad.

Gracias a ella y a muchos como ella, si lo necesitas tienes:

- Vigilancia 24 horas al día en autovías y carreteras de alta intensidad de tráfico.
- Atención a accidentes e incidentes.
- Limpieza y retirada de nieve.
- Aplicación de tratamientos preventivos en época de nevadas para evitar accidentes.
- Reparación urgente de daños en la carretera ocasionados por accidentes y fenómenos naturales.
- Mantenimiento de elementos de la carretera: barreras, pavimento, marcas viales, puentes, etc...

Además tú puedes colaborar para mejorar el servicio enviando tus observaciones y propuestas a **conservacion.dgc@fomento.es**

Más información en
www.estoesfomento.es

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Para que puedas llegar

La seguridad nace de la mejor tecnología

En Aena sabemos que estar entre los 5 mejores proveedores de servicios de navegación aérea en Europa no es sólo un dato estadístico, es una enorme responsabilidad. Por eso estamos firmemente comprometidos con el cielo único europeo y un futuro sin límites. El empleo de las tecnologías más avanzadas nos permite garantizar la seguridad, la calidad en el transporte aéreo y el respeto al medio ambiente.

World ATM Congress 2013
Organised by ATCA & CANSO

Síguenos en:

www.aena.es

Aena
Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Para que puedas llegar