ITRANSPORTE

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA DEL TRANSPORTE | revistaitransporte.es | ineco.com

ineco

58

OCT16 | ENE17

MEDIO AMBIENTE
'Cero Basura' en Quito

ENTREVISTA
Mª Verónica Arias Cabanilla
Secretaria de Ambiente de Quito

+ REPORTAJES
ENAIRE pone al SACTA en vanguardia
Supervisión y validación de material rodante
Modernización del aeropuerto de Chiclayo (Perú)
Gestión de pavimentos aeroportuarios
Rehabilitación de la estación de Toledo
Marca España: museos

Tecnología
en el aire

Gestionamos
la navegación
aérea en España

en centros y torres de control
con seguridad, calidad y eficiencia.
Nuestro **personal altamente**
cualificado opera y mantiene
equipos de última generación.

ENAIRE

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Para que puedas llegar

EDITORIAL
Medio ambiente

El medio ambiente es el protagonista de la portada de este número de otoño, en la medida en que influye de forma creciente en nuestros proyectos y actividades en España y en el mundo. Las iniciativas de la capital ecuatoriana Quito para reducir los desechos y fomentar la economía circular de los recursos –un proyecto en el que participa Ineco–, redundarán sin duda en un mayor bienestar y calidad de vida para los quiteños.

Las políticas públicas son claves para la transformación hacia ciudades más sostenibles. Es un honor contar con la opinión de María Verónica Arias Cabanilla, secretaria de Ambiente de la Municipalidad de Quito, máxima responsable de las políticas ambientales de la capital ecuatoriana, entre las que destaca el programa 'Cero Basura', basado en la gestión integral de los recursos, un ambicioso proyecto para el que Ineco ha sido responsable del Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos y de su marco normativo. Coincide con el hecho de que Quito ha sido elegida por la ONU para celebrar, en octubre de 2016, la Cumbre de Ciudades Sostenibles-Hábitat III. Es también –como indica Verónica Arias en esta entrevista–la ciudad más sostenible de Ecuador y una de las 17 urbes del mundo finalistas del premio a la ciudad más sostenible del mundo, distinción que otorga el Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF.

La gestión óptima de un recurso ambiental como es el cielo, es otro contenido de interés que abordamos en estas páginas. En concreto, dedicamos un reportaje al importante esfuerzo técnico e inversor que está llevando a cabo ENAIRE en aras de garantizar la seguridad aérea con las más altas cotas de eficiencia. La elevada densidad de vuelos en Europa requiere de nuevos y complejos servicios automatizados para el control del tráfico aéreo, el denominado SACTA, un conjunto de equipos y sistemas para cuya renovación ENAIRE está invirtiendo más de 16 millones de euros. Los ingenieros de Ineco, que colaboran en el proyecto, describen aquí detalladamente cuál es su función y qué nos aportan.

Es de destacar el trabajo y los más de 20 años de experiencia de Ineco en la supervisión de la fabricación de trenes. Por ello que publicamos un amplio artículo sobre la validación del diseño y la supervisión y pruebas de material rodante, en particular en España, Chile, Brasil y Colombia, país con el que hemos renovado contrato recientemente.

Por último, me complace presentar el nuevo proyecto de modernización del aeropuerto de Chiclayo, en Perú, en el que se contempla el diseño de una nueva terminal. Se trata de un gran proyecto aeronáutico que complementa el que estamos realizando ya para el aeropuerto Jorge Chávez, en Lima. Grandes trabajos y grandes retos en un mundo global en el que queremos mostrar las habilidades y competencias de la ingeniería española. ■

"Las políticas públicas son claves para la transformación necesaria hacia ciudades más sostenibles"

JESÚS SILVA FERNÁNDEZ
Presidente de Ineco

SUMARIO
oct16/ene17

06 | **NOTICIAS**
Estudios para el Corredor Ferroviario Bioceánico Central
Ineco recibe a una Delegación de expertos en alta velocidad India (HSRC)
CAF financia el estudio realizado por Ineco para la Alcaldía de Quito

08 | **PLAN MAESTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**
'Cero Basura'

| **ENTREVISTA**
Mª Verónica Arias Cabanilla
Secretaria de Ambiente de Quito
"La reducción de los residuos se basa en una economía circular de los recursos"

14 | **CONTROL DE TRÁFICO AÉREO**
ENAIRE pone al SACTA en vanguardia

18 | **SUPERVISIÓN Y VALIDACIÓN DE MATERIAL RODANTE**
Trenes a medida

24 | **MODERNIZACIÓN DEL AEROPUERTO DE CHICLAYO**
La puerta del tesoro de Sipán

28 | **GESTIÓN DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS**
Larga vida a los pavimentos de tu aeropuerto

32 | **REHABILITACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TOLEDO**
Una joya arquitectónica que vuelve a brillar

36 | ***BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)**
Sobre BIM… y todo lo que puedas imaginar

40 | **ESTACIÓN DE CERCANÍAS DE MIRASIERRA**
Mirasierra mira a Madrid

42 | **PASARELA PEATONAL EN VIGO**
Conexión eficaz

44 | **ESTUDIOS DE GÁLIBOS**
Medidas prioritarias

48 | **MARCA ESPAÑA**
Museos

IMAGEN DE PORTADA
QUITO | David Berkowitz / FLICKR

Control de tráfico aéreo
ESPAÑA
14

Supervisión y validación de material rodante
INTERNACIONAL
18

Modernización del aeropuerto de Chiclayo
PERÚ
24

REPORTAJES
sobre el mapa

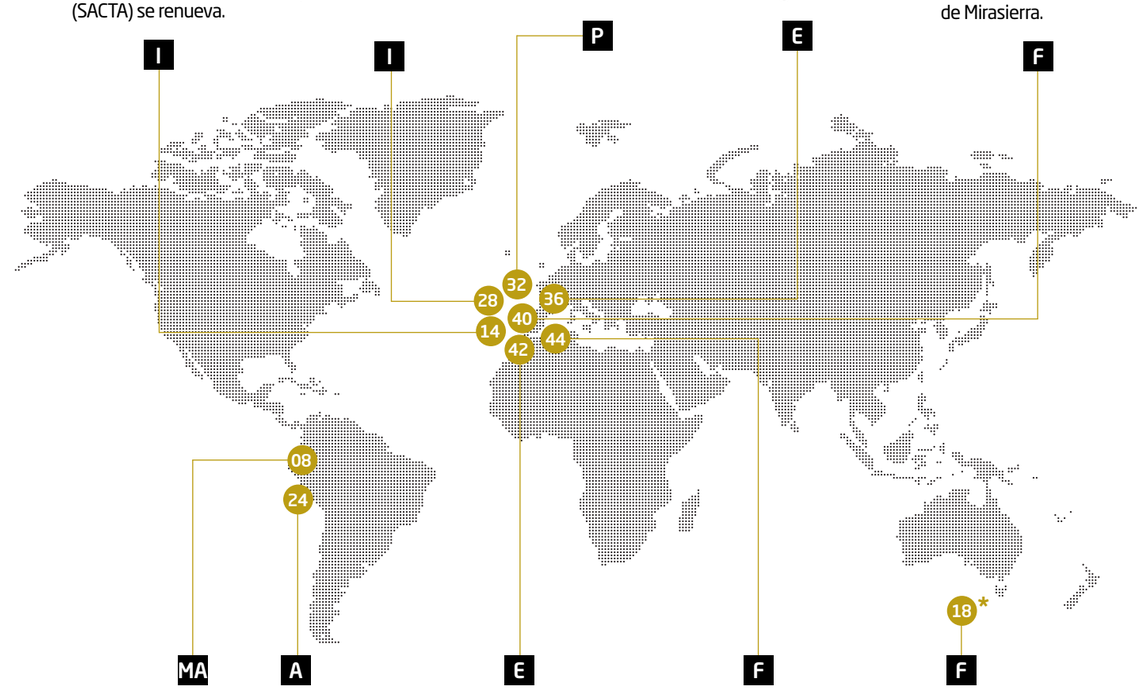
ESPAÑA
Innovación
El sistema de comunicaciones de datos para el control del tráfico aéreo de ENAIRE (SACTA) se renueva.

ESPAÑA
Innovación
Ineco ha desarrollado una herramienta de gestión de pavimentos, Gestrol.

ESPAÑA
Patrimonio
Los trabajos de restauración en la estación de Toledo han concluido este verano.

ESPAÑA
Edificación
Quien se suba al carro del BIM hará mejores proyectos y tendrá sitio en este gremio.

ESPAÑA
Ferroviario
Ineco ha participado en el diseño y la construcción de la nueva estación de Cercanías de Mirasierra.



ECUADOR
Medio Ambiente
Ineco ha llevado a cabo el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos y el marco normativo para Quito.

PERÚ
Aeronáutica
Ineco y CESEL trabajan en los estudios previos para la modernización del aeropuerto de Chiclayo.

ESPAÑA
Edificación
Una pasarela peatonal ha solucionado un conflictivo recorrido entre el aeropuerto y el Instituto Feiral de Vigo.

ESPAÑA
Ferroviario
Ineco realiza complejos cálculos de gálibos tanto en alta velocidad como en las líneas convencionales a escala nacional e internacional.

INTERNACIONAL
Ferroviario
A lo largo de su historia, Ineco ha supervisado en España y en el extranjero más de 1.500 trenes de todo tipo y de todos los fabricantes.

* Reportaje de ámbito internacional

EDITA
Ineco

Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid – Tel. 91 452 12 56 – **www.revistaitransporte.es**
Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO – *barbara.jimenez@ineco.com*
Redactora jefe: LIDIA AMIGO – *lidia.amigo@ineco.com*
Comité de redacción: JOSÉ ANGUITA, MICHAEL ASHIABOR, NATALIA DÍAZ, JUAN R. HERNÁNDEZ, RAFAEL HERRERA, RAFAEL MOLINA, CRISTINA NEVADO, JAVIER SANCHO, JARA VALBUENA
Diseño, maquetación, edición y web: ESTUDIO 2729 | JUANJO JIMÉNEZ, ALMUDENA VALDECANTOS, YOLANDA MARTÍNEZ
Imprime: NILO GRÁFICA
Depósito Legal: M-26791-2007

©**Ineco.** Todos los derechos reservados (2016-2017). Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

Síguenos:

ALTA TECNOLOGÍA PARA EL CORREDOR MEDITERRÁNEO

Los trabajos de implantación del ancho estándar en el Corredor Mediterráneo siguen en marcha. Actualmente, Ineco (en la imagen, parte del equipo) presta servicios de dirección de obra y asistencia técnica en la línea ferroviaria entre Valencia y Castellón, donde se está instalando el llamado 'tercer hilo', un tercer carril que permite circular a los trenes tanto en ancho ibérico como estándar o "internacional".

Se trata de una tecnología de vía puntera y de gran complejidad técnica –ya que el hecho de que la vía cuente con tres carriles en lugar de los dos habituales afecta a toda la superestructura– en la que la compañía cuenta ya con amplia experiencia (ver *ITRANSPORTE 49)*. Se están instalando nuevos desarrollos de aparatos de vía de ancho mixto, como desvíos con directa y desviada mixta, que serán aptos para 200 km/h por directa en ambos anchos.

Las principales actuaciones consisten en la conexión en ancho estándar con la alta velocidad Madrid-Valencia en las proximidades de la estación de Joaquín Sorolla, la instalación de una vía de ancho mixto sobre la actual, la adecuación de la catenaria y de las instalaciones de seguridad y comunicaciones, y la implantación y puesta en servicio del sistema de protección de tren ERTMS Nivel 1. Todos estos trabajos se están llevando a cabo sin interrumpir el tráfico de mercancías y de viajeros.

ESPAÑA

COLABORACIÓN CON DOWN MADRID

La Fundación Down Madrid, con la que colabora Ineco, ha puesto en marcha la exposición *Miradas sobre Madrid,* en la que han participado artistas con síndrome de Down junto a arquitectos y fotógrafos reconocidos. Los 36 trabajos podrán verse durante los meses de noviembre y diciembre en el espacio CentroCentro Cibeles de Cultura y Ciudadanía.

Entre los arquitectos que participan figuran Rafael de la Hoz, Carlos Lamela, Teresa Sapey, Patricia Urquiola, Carlos Rubio Carvajal y Foster + Partners. Y entre los fotógrafos colaboran Aitor Ortiz, Ouka Leele, Sacha Ormaechea, Mónica Sánchez Robles, Fernando Manso, Pablo Zuloaga, Jean Marc Manson y Dani Parra.

ESPAÑA

TRABAJOS PARA LOS METROS DE MADRID, BARCELONA Y MÁLAGA

La compañía continúa con diversos trabajos de obra civil, asistencias técnicas y estudios de diseño y viabilidad para los metros de Madrid, Barcelona y Málaga. Para el metro de Málaga se están realizando trabajos de inspección y auscultación de vía; en el de Barcelona, además de auscultaciones, se están llevando a cabo distintos proyectos singulares y de normativas. En el metro de Madrid, además de los trabajos del Acuerdo Marco, se ha contratado la asistencia técnica para la inspección de las dresinas.

En el caso del Metro Ligero Oeste –que conecta las localidades de Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte con Madrid–, los trabajos consisten en estudios de validación de velocidades. En 2004, Ineco llevó a cabo el proyecto de construcción de la infraestructura e instalaciones de este Metro Ligero Oeste.

CAF FINANCIA EL ESTUDIO REALIZADO POR INECO PARA LA ALCALDÍA DE QUITO

Ineco ha finalizado el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos y el marco normativo para la municipalidad de Quito, tema de portada de este número (ver reportaje en pág. 8). El estudio, encargado por la Alcaldía de Quito a Ineco y financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), pretende dar respuesta a las necesidades locales de gestionar las cerca de 2.000 toneladas de residuos que se producen diariamente en la ciudad.

En la imagen, Juan del Campo (gerente del proyecto de Ineco), Verónica Arias (secretaria de Ambiente de la Alcaldía de Quito, entrevistada en la pág. 12) y Constanza Calderón (subrepresentante de CAF en Ecuador).

ESPAÑA

II FORO GLOBAL DE INGENIERÍA Y OBRA PÚBLICA

El presidente de Ineco, Jesús Silva, y la directora general de Ingeniería y Servicios, Ana Rojo, han participado en el II Foro Global de Ingeniería y Obra Pública, celebrado el pasado mes de julio en Santander.

Organizado por la Fundación Caminos y por el Colegio de Caminos, Canales y Puertos, esta segunda edición ha congregado a las principales constructoras y compañías del país, junto a economistas y periodistas de prestigio.

ESTUDIOS PARA EL CORREDOR FERROVIARIO BIOCEÁNICO CENTRAL

El consorcio formado por las compañías Ineco e Incosa llevará a cabo el estudio de preinversión para el Corredor Ferroviario Bioceánico Central, un proyecto adjudicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Perú.

El proyecto tiene como objetivo unir comercialmente los puertos del Atlántico y el Pacífico a través de un sistema ferroviario internacional de transporte masivo seguro y sostenible, que reduzca los costes de operación y mejore las operaciones logísticas entre Perú, Bolivia y Brasil.

El estudio de preinversión adjudicado a Ineco e Incosa tiene por finalidad evaluar las implicaciones, principalmente económico-financieras, que tendría para Perú la puesta en marcha de este Corredor. La conexión entre Perú y Brasil a través de Bolivia, permitiría trasladar mercancías desde los puertos de Perú hasta el puerto de Santos, en Brasil, gracias a una red de ferrocarril de más de 4.000 kilómetros de extensión.

FOTO_DAVID STANLEY_FLIKR

Isla Taquile en el lago Titicaca.

ALEMANIA

INNOTRANS BATE RÉCORDS

La XI edición de la Feria Internacional de Tecnología del Transporte InnoTrans, celebrada en Berlín, ha batido récord de asistencia con 2.959 participantes de 60 países. Ineco ha estado de nuevo presente con la delegación española –de más de 50 empresas–, organizada por la asociación española ferroviaria MAFEX. En la imagen, el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Julio Gómez-Pomar –en el centro– junto al embajador de España en Alemania, Pablo García-Berdoy, durante su visita al *stand* de Ineco, acompañados por su presidente Jesús Silva.

CABO VERDE

REUNIÓN CON LOS MINISTROS DE FINANZAS, INFRAESTRUCTURAS Y ECONOMÍA

Jesús Silva, presidente de Ineco, se reunió en julio con Olavo Correia, ministro de Finanzas; Eunice Silva, ministra de Infraestructuras; y José da Silva Gonçalves, ministro de Economía y Empleo de Cabo Verde. Ineco colabora con las autoridades del país desde 2003, con proyectos como la ampliación y modernización de los aeropuertos internacionales de Boavista y Sal o la renovación de la capa de rodadura del aeropuerto internacional de Praia. La compañía ha trabajado, asimismo, en los planes directores de los cuatro aeropuertos internacionales de Cabo Verde.

En 2015, Ineco se adjudicó, además, la fiscalización de las obras de ampliación de los terminales de pasajeros en las islas de Boavista y Sal, así como los procedimientos de navegación aérea basados en satélite (GNSS) para los aeropuertos de Boavista y São Vicente, y los planes directores de los aeródromos locales, que servirán para planificar el desarrollo de su red aeroportuaria y facilitar el desarrollo del turismo en otras islas de este archipiélago.

ESPAÑA

DELEGACIÓN DE EXPERTOS EN ALTA VELOCIDAD INDIA (HSRC)

Ineco ha recibido a una delegación de expertos de High Speed Rail Corporation of India Limited (HSRC) en las oficinas centrales de Madrid. En la imagen, el presidente de Ineco, Jesús Silva, junto al jefe de la expedición Vijay Anand, director general de Proyectos de Vikas, y miembro del Comité de Dirección de HSRC. La delegación ha visitado las líneas de alta velocidad en España (AVE) de Madrid, Alicante, Valencia, Barcelona, Sevilla y Málaga. Ineco está llevando a cabo en India el proyecto del nuevo corredor de alta velocidad entre Delhi y Calcuta junto a la consultora india ICT.

ESPAÑA

DRON PARA INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS

Técnicos de Ineco, homologados por AESA, han realizado una demostración de las utilidades del dron de la compañía en el viaducto de El Salobral, en la línea de alta velocidad Madrid-Valladolid. La cita del pasado verano sirvió para presentar este nuevo producto que la compañía ofrece como complemento y mejora a los trabajos de inspección de estructuras.

‘Cero Basura’

Ineco ha llevado a cabo el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos y el marco normativo para Quito. El estudio pretende cumplir con el programa ‘Cero Basura’, basado en concienciar y gestionar eficazmente todo el ciclo de vida de los residuos sólidos de la capital ecuatoriana. Una estrategia de economía circular asentada sobre modelos eficaces y una regulación sólida contemporánea.

Por **Miryam Sánchez**, bióloga, **Emma Real**, química y **Juan del Campo**, ambientólogo

El estudio, encargado por la Secretaría Metropolitana de Ambiente de la Alcaldía de Quito y financiado por el banco de desarrollo de América Latina (CAF), pretende dar respuesta a las necesidades locales de gestionar las cerca de 2.000 toneladas de residuos con un alto grado de material orgánico que se producen diariamente en la ciudad. El Gobierno y las autoridades locales han emprendido diversas actuaciones para garantizar la gestión integral de residuos bajo el concepto ‘Cero Basura’, basado en gestionar de modo eficaz, eficiente e innovador los procesos de generación, recolección, aprovechamiento y disposición final.

Con este programa, Quito quiere transformar la gestión de los residuos que generan los más de dos millones y medio de habitantes de su Distrito Metropolitano (DMQ), el área más poblada del país. Para ello, la Secretaría de Ambiente se ha planteado una estrategia que pasa por reducir en un 10% para 2025 la cantidad total de residuos que hasta la fecha se llevan al relleno sanitario (vertedero) de la ciudad. Este relleno sanitario, denominado ‘El Inga’, se encuentra cerca de su límite de capacidad y en breve no podrá absorber todos los residuos que se generan, por lo que se requiere una rápida solución al problema. Entre los planes previstos, figuran la ‘contenerización’ –técnica que consiste en la mecanización y automatización lograda a través de contenedores– de las basuras, la construcción de plantas de separación y tratamiento, y la puesta en marcha de campañas de concienciación ciudadana sobre reciclaje y reducción de desechos.

EL GOBIERNO MUNICIPAL HA ENCOMENDADO A INECO LIDERAR LOS TRABAJOS DE ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO

Para articular estas actuaciones, el Gobierno municipal ha encomendado a Ineco liderar los trabajos de elaboración del Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del DMQ 2016-2025, que ha desarrollado en colaboración con la también española Tragsatec. El objetivo principal de esta consultoría medioambiental ha sido definir un sistema de gestión de residuos realista, económicamente sostenible, organizativamente ágil, y soportado por un nuevo marco normativo fortalecido. El plan supone una completa actualización del desarrollado en 2012. Algunas de sus principales metas son: incrementar en un 40% la recolección mecanizada, aumentar en un 60% los nuevos modelos alternativos de manejo de residuos para 2019 y reducir un 5% la producción de residuos sólidos per cápita para 2025, fecha horizonte del plan.

El documento define los modelos de gestión de diferentes tipos de residuos: domésticos, especiales (incluyendo demolición y construcción), peligrosos (incluyendo sanitarios) e industriales. Además, incluye un análisis económico-financiero, una propuesta de remodelación organizativa y una propuesta del marco normativo de regulación de la prestación de los servicios públicos de ‘contenerización’, transporte, y tratamiento y eliminación de los residuos, así como de la actividad de los gestores privados.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El sistema actual de gestión de los residuos de la ciudad de Quito es insuficiente para atender la demanda actual, por lo que es necesario ampliar los servicios e instalaciones para la correcta recolección y tratamiento de la basura. Tal es el caso de contenedores, medios móviles o centros de tratamiento gestión específicos. Por lo que respecta a los residuos de construcción y demolición (escombros), los ciudadanos no disponen de puntos de depósito suficientes para los que se generan en pequeñas obras o reformas domésticas.

Además, persiste el uso de escombreras ilegales y las actuales no tienen capacidad suficiente a medio plazo. A los aspectos prácticos como la falta de camiones de carga y contenedores de separación, se añade la escasa concienciación ciudadana sobre la separación de residuos en origen: ante la falta de cultura del reciclaje, ciudadanos y empresas depositan los residuos en lugares inadecuados o los entregan a gestores no autorizados.

Las autoridades locales son conscientes de que para poner a disposición

FOTO_SIMON MARZINGER (FLICKR)

PLANES PREVISTOS
Figuran la ‘contenerización’ de las basuras, la construcción de plantas de separación y tratamiento, y la puesta en marcha de campañas de concienciación ciudadana sobre reciclaje de desechos.

TRABAJO EN EQUIPO
Los equipos de Ineco han colaborado estrechamente con la Secretaría de Ambiente de la Municipalidad de Quito. Ineco cuenta con oficinas permanentes en la capital ecuatoriana desde 2012, actualmente formada por ingenieros y técnicos, españoles y ecuatorianos, que gestionan los distintos proyectos de medio ambiente e infraestructuras en todo el país.

de los ciudadanos los medios necesarios es vital establecer en paralelo un nuevo sistema organizativo y normativo que proteja a los más desfavorecidos, ordene el territorio y establezca las obligaciones y funciones de los agentes involucrados.

EL OBJETIVO ES PODER ATENDER AL 98% DE LA POBLACIÓN CON SERVICIOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS EN EL AÑO 2025

UNA REGENERACIÓN AMBIENTAL EN QUITO

El plan diseñado es un ambicioso proyecto medioambiental que abarca aspectos de gran calado: desde la educación y sensibilización de la ciudadanía –un aspecto fundamental en cualquier iniciativa hacia la sostenibilidad– pasando por la adquisición de plantas y equipos de reciclado o la construcción de una incineradora de fauna urbana muerta, hasta la eliminación de todas las escombreras ilegales y la construcción de nuevos puntos limpios y centros de tratamiento.

Entre las 48 actuaciones previstas, se contempla construir una planta de tratamiento de materia orgánica para la obtención de compost, una planta de digestión anaerobia de materia orgánica para la obtención de biogás y cuatro plantas manuales de separación y clasificación de materiales reciclables para su posterior tratamiento. Todo ello, bajo la perspectiva de inclusión social.

La consecución de los objetivos 'Cero Basura' implica también un cambio de cultura que requerirá la participación activa de políticos, trabajadores públicos, empresarios públicos y privados, así como de toda la ciudadanía. En la elaboración del modelo de gestión integral, los expertos de Ineco han tomado en cuenta los tipos de residuos actuales y futuros, de manera que se determinen sus componentes y establezcan las políticas a seguir con cada uno de ellos. El objetivo es poder atender al 98% de la población con servicios de recolección de residuos en el año 2025.

Para lograr el éxito del plan se incorporarán a la política de contratación del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) criterios que fomenten la utilización de productos fabricados con materiales reciclados y/o reutilizados, de manera que en 2018 se cuente con una nueva normativa. La sostenibilidad económica del sistema de gestión de residuos requerirá de un sistema de tasas e imputación de costes que tenga en cuenta los distintos estratos de poder adquisitivo. ■

LAS GRANDES CIFRAS DEL PLAN:

2,4 millones de habitantes en el Distrito Metropolitano.

2.000 toneladas diarias de residuos (2015).

Aumento de un 40% de la recogida mecanizada.

Disminución de un 5% de la cantidad de residuos per cápita en 2025.

Desarrollar programas de sensibilización para llegar al **5% de la población adulta** y **33% de los estudiantes** cada año.

Fomentar que el **reciclaje sea el 25%** del generado en el año 2025.

Tratar en el año 2022 el **100% de todos los residuos** reciclables recogidos.

Dedicar al menos el **2% del presupuesto** en gestión de residuos a I+D+i en el año 2025.

...Y LAS GRANDES CLAVES:

▶ Fija objetivos hasta 2025 en la generación de residuos, reciclaje y reducción de basuras.

▶ Establece índices de generación de residuos en los espacios públicos: la cantidad y densidad de los residuos generados por tipología y, si es posible, por zonas.

▶ Ofrece un sistema de recolección, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos. Este sistema tiene en cuenta:

- Tipo de residuos (domésticos, residuos de construcción y demolición, sanitarios, especiales y peligrosos).
- Sistema actual de recogida de cada tipo de residuo.
- Sistema actual de recuperación de materiales reciclables y cantidades recuperadas en los últimos años por tipo de material.
- Sistemas actuales de recuperación de energía de los residuos y cantidades generadas en los últimos años.
- Centros de tratamiento para cada uno de los tipos de residuos sólidos urbanos actuales: capacidad, dimensiones, tecnología disponible, costes del tratamiento y mano de obra empleada.
- Depósitos de vertido disponibles para los diferentes tipos de residuos: elementos constructivos, dimensiones, estado actual de llenado y vida útil restante, aprovechamiento de biogás, coste del depósito y mano de obra empleada.
- Contratos actuales de gestión del tratamiento de residuos sólidos urbanos en el Distrito de la Municipalidad de Quito, ámbito y coste anual.
- Datos cartográficos: situación actual de contenedores, tipo de contenedores y capacidad; grado de ocupación de las viviendas; ejes de vía; flujo de recogida; distribución de comercios.

▶ Establece un modelo organizativo eficaz, en el que se fijan funciones y responsabilidades dentro de una estructura institucional municipal.

▶ Realiza un análisis financiero de la situación y su evolución en los últimos años. Para ello, se analizan los datos de pesaje de las estaciones de transferencia y del relleno sanitario de 'El Inga'.

▶ Establece un marco normativo que aporte claridad, definición de competencias y seguridad a las actividades y actores involucrados.

Mª VERÓNICA ARIAS CABANILLA

"La reducción de los residuos se basa en una economía circular de los recursos"

Actualmente es la máxima responsable de la conservación del medio ambiente en la ciudad de Quito, una materia a la que ha dedicado toda su carrera profesional.

¿Cómo surgió el programa 'Cero Basura'?
El cambio climático, la emisión de los gases de efecto invernadero, la explotación excesiva de recursos, el crecimiento del consumo y la generación de residuos nos exigieron pensar en nuevos caminos.

El proyecto consiste en un conjunto de acciones sencillas para garantizar la reducción del impacto negativo en el ambiente que generan las actividades que se desarrollan día a día. La visión es la reducción y el aprovechamiento de los residuos basándose en una economía circular de los recursos: se reduce en la generación y se aprovecha al máximo los residuos en forma de materiales y energía.

SIEMPRE PROTEGIENDO EL MEDIO NATURAL
Es abogada, máster en Derecho Internacional Ambiental por la Universidad de Washington, catedrática y profesora tutora de la Universidad de las Américas. Ha sido representante para Ecuador de la ONG The Nature Conservancy (TNC); miembro de la delegación oficial ecuatoriana para las negociaciones en el marco de la Convención de Diversidad Biológica y presidenta del Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.

¿Y la reacción de las empresas e industrias ante este plan?
Los cambios imparables anteriormente mencionados son nuestro motor para promover e integrar la gestión ambiental en las empresas, que pueden mejorar su competitividad y obtener varias ventajas. Las políticas medioambientales, como la responsabilidad extendida a las que se deben adaptar las empresas, deben fortalecer la sostenibilidad de los productos en toda la cadena de una manera positiva. Además, es importante mencionar que las empresas, instituciones educativas, entre otros representantes del sector público-privado, han participado en la construcción del Plan Maestro, aportando mucho e involucrándose con el cumplimiento de esta meta.

Recientemente fomentaron la recuperación de residuos reciclables en el Mercado Mayorista de Quito, ¿cómo fue esa experiencia?
El compromiso de la Secretaría de Ambiente de Quito, fue involucrar a comerciantes, la administración zonal y los recicladores en un proyecto en conjunto que está siendo exitoso gracias a la participación de todos. Actualmente, se recuperan 2,1 toneladas al mes en el Mercado Mayorista. Este es un objetivo y compromiso de todos, para reactivar la economía de muchas familias aprovechando los desechos y cuidando el planeta a través de buenas prácticas ambientales.

Con el nuevo plan, dos mil toneladas diarias de basura ¿serán más, menos o la misma cantidad?
El Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos coincide con el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025 que planificará hasta 2025 una reducción de residuos en la producción de un 5% per cápita como mínimo sobre la PPC 2014. Este dato, comparado y calculado con la tasa de crecimiento anual del distrito metropolitano, aumentará la generación de residuos en los próximos años de 2.040 toneladas a 2.340 toneladas.

La Gestión Integral en el DMQ busca la transición de la eliminación de residuos hacia la gestión o economía circular de los recursos, en la que se aprovecha al máximo los residuos en forma de materiales o en forma de energía para aquellos materiales no recuperables. Los productos reciclables y residuos comunes son recogidos selectivamente en instalaciones modernas de tratamiento, se separan y se aprovechan.

El incremento de residuos reciclables irá del 12% en 2014 al 22% en 2025, incluida la recuperación de material reciclable de la planta de separación ET-Sur. Con este incremento, también se beneficiarán 19 barrios de Quito y 300 gestores ambientales.

¿Qué se necesita, además de las leyes, para que la ciudadanía colabore en la gestión de los residuos?
Nuestra política en la gestión de residuos es garantizar la gestión integral de residuos bajo el concepto 'Cero Basura' o de economía circular, con enfoque de participación, corresponsabilidad ciudadana y responsabilidad ambiental y social. Pero más allá de ordenanzas y obligaciones del ciudadano, nos hemos acercado de forma directa a la comunidad, a barrios, empresas, instituciones educativas y demás actores de la sociedad para concienciarlos y crear buenas prácticas ambientales. En este proceso han sido fundamentales las campañas educativas que hemos lanzado, cuyo protagonista es cada persona que recicla y separa los desechos.

Han iniciado varias campañas de concienciación e incluso un "*tour* de la basura", ¿cómo está siendo la acogida ciudadana?
La gestión integral de residuos implica, cada vez más, herramientas en la cadena de valor (prevención en la generación, separación en la fuente y recolección, aprovechamiento y tratamiento, hasta el depósito final). El "*tour* de la basura" fue un proyecto piloto para incluir y demostrar todos estos procesos. Hemos dado un valor añadido incluyendo la recolección mecanizada, tecnología punta y jornadas de puertas abiertas a medios de comunicación y ciudadanía en general para visitar el relleno sanitario de Quito.

Nos llena de gusto la buena aceptación que ha tenido este tour en la prensa y sobre todo en estudiantes universitarios, que se sorprenden que en esta ciudad la basura termine convertida en agua y sirva como una nueva fuente de energía. Eso nos motiva a seguir trabajando y a capacitar a otros municipios a escala nacional.

Comenzó hace años trabajando en proyectos con barrios marginales de Quito. ¿Se han previsto acciones especiales para reducir y gestionar los residuos en las zonas más deprimidas y vulnerables?
Actualmente, el DMQ tiene una cobertura de 96,5% en cuanto a la recolección de residuos. Estamos trabajando diariamente para alcanzar nuestra meta, llegar a todos los barrios quiteños.

La ONU ha elegido Quito para celebrar en octubre de 2016 la Cumbre de Ciudades Sostenibles-Hábitat III. ¿Qué le gustaría que se acordara para una urbanización sostenible?
En estos días –del 17 al 20 de octubre de 2016–, la ciudad será testigo de la revitalización del compromiso mundial para la urbanización sostenible y la definición de una Nueva Agenda Urbana, que se espera tenga un impacto directo en las políticas urbanas en el ámbito nacional, estatal y municipal. Quito ha sido seleccionada como el escenario de múltiples actividades en torno a los diferentes ejes temáticos de la conferencia, en donde se podrán compartir experiencias y propuestas responsables encaminadas a la creación de ciudades seguras, resilientes y sostenibles; esto nos lleva a pensar en una ciudad con una gestión de residuos sólidos de manera integral, con conceptos nuevos como el de 'Cero Basura', un compromiso que debería ser generalizado a todas las demás ciudades.

Reducir el consumo en sociedades de consumo, ¿no es una contradicción?
Es el gran reto, que no se podrá realizar de la noche a la mañana. El cambio de conciencia del consumidor y el cambio de cultura en el consumo, facilitará el comparar y elegir productos más amigables con el medio ambiente. La elección por su origen, el empaquetado adecuado y la fabricación sostenible aportará un cambio industrial en las empresas para enfocarse en ecodiseños, recursos secundarios y una producción limpia.

La educación es el fundamento de la sostenibilidad, por eso a diario nos preocupamos de que más personas se enteren, de una u otra forma, de nuestro trabajo, con constantes campañas para cuidar el planeta.

Se diría que hay una sana competencia entre las grandes urbes por ser las primeras en la clasificación de las más sostenibles, ¿es así?
Evidentemente existe una competencia entre las principales ciudades del mundo respecto a sus desempeños en sostenibilidad local, y esto se puede justificar no solo por los reconocimientos que son entregados por diferentes iniciativas (como el City Challenge de WWF, el City Climate Awards de C40, o la evaluación de Ciudades Verdes de Siemens), sino por los beneficios que esto representa para sus Gobiernos locales y principalmente para sus ciudadanos. Un reconocimiento de ciudad sostenible puede ser objeto de mayor atención en líneas de inversión externa, así como la facilitación de créditos o cooperación internacional en sostenibilidad; y una generación de oportunidades como destino turístico acompañado de un liderazgo y posicionamiento internacional que abre varias puertas de integración e intercambio de experiencias.

Quito no solo ha sido reconocida como la ciudad más sostenible de Ecuador, sino que también fue seleccionada como una de las 17 urbes del mundo finalistas en el premio a la ciudad más sostenible del mundo, distinción que otorga el Fondo Mundial para la Naturaleza WWF.

Cierre los ojos… ¿Cómo ve la ciudad de Quito a la que aspira a llegar con este proyecto?
Sueño –y creo que es posible– con una ciudad ambientalmente responsable, cuando su crecimiento está asociado al límite natural y racional de sus ecosistemas terrestres y acuáticos; una ciudad que piensa y planifica su territorio tomando en cuenta sus activos ambientales y, por tanto, minimiza los impactos negativos que generan contaminación; que conserva y usa de manera sostenible sus recursos naturales y biodiversidad, reduciendo el nivel de riesgos y es resiliente a los efectos del cambio climático. Su funcionamiento se basa en energías alternativas y su movilidad motiva al ciudadano al uso del espacio público, que genera bienestar colectivo y calidad de vida para sus ciudadanos. ■

"Quito ha sido seleccionada como el escenario de múltiples actividades, en donde se podrán compartir experiencias y propuestas responsables encaminadas a la creación de ciudades seguras, resilientes y sostenibles"

ENAIRE pone al SACTA en vanguardia

ENAIRE invertirá 12,3 millones de euros en la renovación del sistema de comunicaciones de datos para el control del tránsito aéreo en España, y 4,1 millones en nuevos equipos para el centro de control del terminal del aeropuerto de Valencia. Grandes inversiones para grandes mejoras en las que colabora Ineco desde hace más de dos décadas.

Por **Javier de Andrés**, ingeniero informático y **Javier del Pino**, ingeniero aeronáutico

El sistema automático de control de tráfico aéreo de ENAIRE (SACTA) es un complejo sistema de servidores y máquinas locales, instaladas en centros y torres de control, que comparten información en tiempo real. SACTA permite automatizar la adquisición, tratamiento, distribución y presentación de los datos necesarios para realizar las tareas de control del tráfico aéreo, que forma parte del sistema de gestión de tráfico aéreo (ATM). El primer objetivo del ATM es regular de una manera ordenada y segura el tráfico, así como garantizar que la capacidad del sistema de navegación aérea pueda hacer frente a la demanda. SACTA comenzó a prestar servicio el año 1990 en el centro de control de Palma de Mallorca y hoy en día es el único sistema de control de tráfico en todas las dependencias de España.

Este sistema realiza la integración, automatización y mejora de los procesos que permiten el control de las aeronaves en dependencias de ruta, aproximación y torre. De esta forma, la información puede ser tratada de una manera coherente y los servicios de gestión y control de tráfico aéreo asociados disponen del soporte necesario para cumplir con los objetivos de seguridad y servicio. Se trata de un sistema en continua evolución, por lo que su refinamiento y modernización es una tarea constante en ENAIRE.

Ineco colabora con ENAIRE desde el año 1998 en la evolución de SACTA, así como del sistema automático para información meteorológica, aeronáutica y de plan de vuelo (ICARO) y del sistema de comunicaciones Voz de ACC (COMETA), participando en las especificaciones, diseño, pruebas y puesta en servicio de las nuevas funcionalidades. Los expertos de Ineco forman parte de la evolución y desarrollo del sistema en casi todas sus áreas, desde el diseño de los requisitos, tanto funcionales como de arquitectura hardware, hasta el mantenimiento y asistencia a los distintos usuarios de ENAIRE. Se obtiene así un conocimiento de amplio espectro en sistemas ATM, que es de gran utilidad para la empresa, facilitando su expansión nacional e internacional.

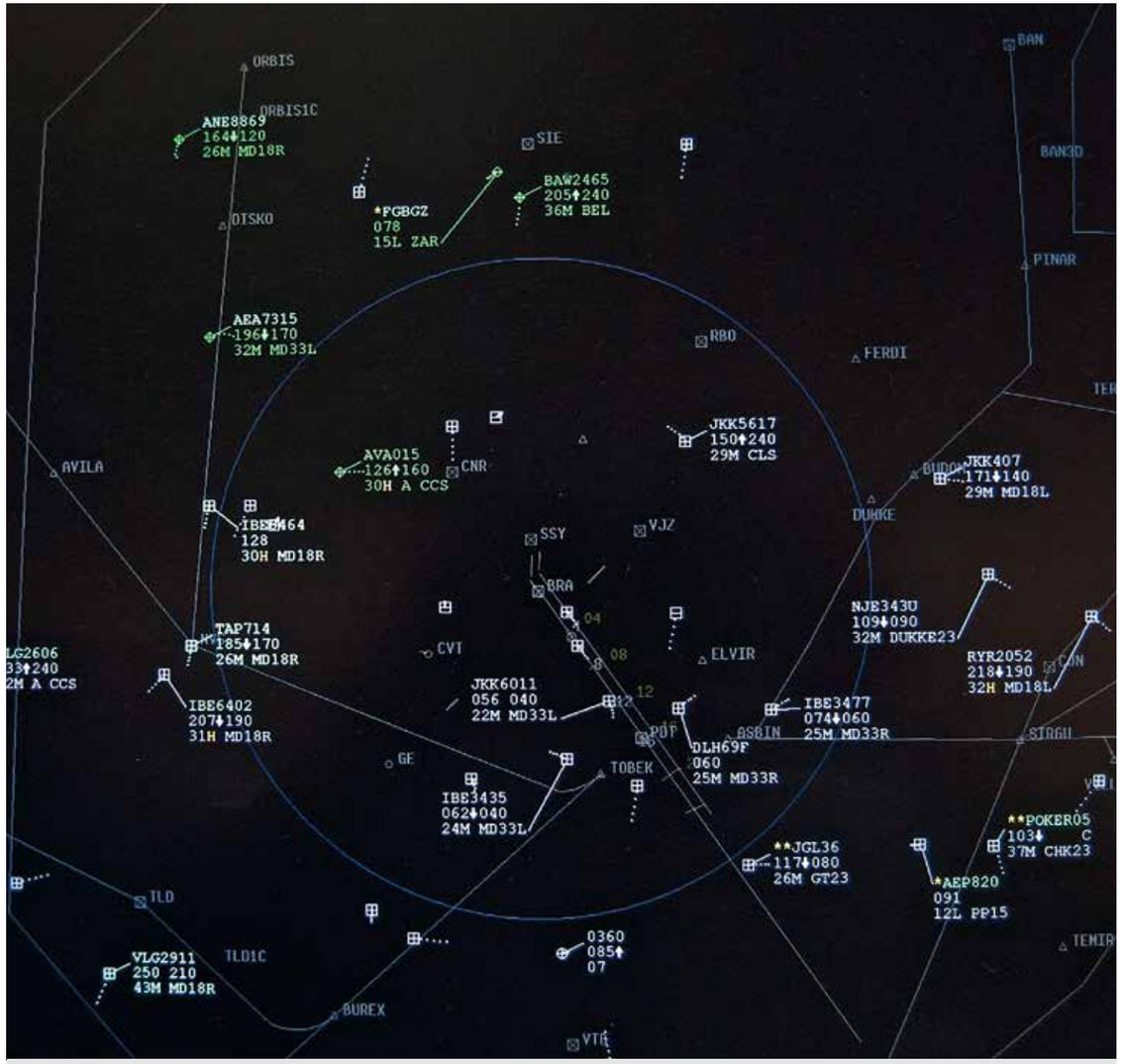
A grandes rasgos, el sistema SACTA permite:

- Proporcionar todos los datos relevantes del tráfico aéreo al controlador, de forma actualizada, facilitando la interoperabilidad entre las dependencias de control, colaterales nacionales y extranjeros o el CFMU.
- La formación de los controladores y técnicos mediante el entorno de simulación dinámica.

Para afrontar un sistema tan complejo, se ha optado por un diseño modular y redundante que permite la evolución del mismo con la mínima afectación posible a la operación. ■

FOTO_INECO. PABLO NEUSTADT 2011

SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO
La alta y compleja tecnología del sistema de control de tráfico aéreo SACTA permite controlar y asegurar el movimiento de las aeronaves en ruta, aproximación y torre. En la imagen, la torre de la T4 del aeropuerto Madrid Barajas-Adolfo Suárez.



Pantalla SACTA. El sistema SACTA determina las rutas y perfiles de vuelo, identifica la posición de las aeronaves y asegura su separación en el espacio aéreo.

INFORMACIÓN SIEMPRE DISPONIBLE PARA EL CONTROLADOR AÉREO

El sistema SACTA integra y proporciona por medio de sus subsistemas la siguiente información, que está disponible en todo momento para el controlador de tráfico aéreo:

▶**Información del plan de vuelo:** se encarga del tratamiento de los planes de vuelo recibidos, determinando las rutas y perfiles de vuelo. Además, garantiza la interoperabilidad de las dependencias de control y agentes extranjeros, haciendo total la compatibilidad con planes de vuelo con origen y/o destino más allá de nuestras fronteras.

▶**Vigilancia de los vuelos:** permite la identificación, posición e información sobre las trayectorias de las aeronaves en el espacio aéreo controlado, y la capacidad para asegurar la separación y el flujo controlado de los vuelos. Esta información se obtiene integrando los datos de la red de radares y sensores de posición del territorio nacional y los datos proporcionados en tiempo real por cada aeronave.

▶**Información meteorológica y aeronáutica:** recibe y procesa mensajes meteorológicos y aeronáuticos (como SMI, QNH o NOTAM).

▶**Supervisión:** tiene como objeto la monitorización, control y configuración de los subsistemas HW/SW, que conforman el sistema SACTA, favoreciendo su fiabilidad e integridad.

▶**Grabación y explotación:** permiten el análisis y estudio de información operativa y técnica.

LAS NUEVAS FUNCIONALIDADES

Más capacidad, precisión, ahorro y eficiencia

SACTA, como sistema ATM en servicio, tiene como principal objetivo la seguridad del tráfico en todos los sectores del espacio aéreo por lo que está en evolución constante. La automatización de procesos cada vez más complejos debido a la alta densidad de vuelos en el cielo europeo, se organiza, desarrolla y valida junto al personal ATC. Esto hace que la información que recibe el controlador aéreo a través de su HMI *(Human Machine Interface)* sea precisa y pertinente, mejorando y reforzando los flujos de comunicación con las aeronaves y con los distintos subsistemas. En su última evolución, SACTA ha incluido una serie de funcionalidades que mejoran sensiblemente la eficiencia en el control de ruta, TMA y TWR. A continuación se detallan los cambios más importantes que se están implementando actualmente:

▶Operativa Sin ficha (OSF)

La ficha de progresión de vuelo es la herramienta fundamental del controlador ATC. Esta pequeña tira de papel contiene la información imprescindible de la ruta o itinerario de cada vuelo controlado. Con la 'Operativa Sin Ficha' se permite la gestión del control de aeródromo con las fichas de vuelo electrónicas. Estas se presentan en pantalla ordenadas de manera equivalente a las antiguas fichas organizadas en bahías. No se trata de una mera sustitución del papel, sino que el sistema ha debido adaptarse a los distintos roles desempeñados por los controladores de torre.

La gestión del tráfico en la torre se divide en tres distintos objetos de responsabilidad: Autorizaciones (autorización ATC y puesta en marcha), Rodadura (autorización de taxi) y Local (autorización de despegue o aterrizaje), pudiendo ser asignados individualmente o bien integrar varios en una posición de control. Según esto, en cada caso la ficha de vuelo electrónica presentada seguirá su ciclo funcional, según los Objetos de Responsabilidad asignados a cada posición de control.

La implementación de la OSF, actualmente en los aeropuertos de Palma de Mallorca y Málaga, redunda inmediatamente en un aumento de la eficiencia y la capacidad.

▶*Air Ground DataLink* (AGDL)

El AGDL implementa la comunicación digital punto-a-punto tierra-aire, permitiendo el intercambio de información entre la aeronave y el Centro de Control sobre dos tecnologías distintas, ATN y FANS. Entre otras facilidades, proporciona servicio de ADS-C y CPDLC.

La implementación de ADS-C *(Automatic Dependent Surveillance-Contract),* únicamente sobre la red FANS, supone un avance importante en la vigilancia. Reporta con informes periódicos o a demanda variables como la posición y la velocidad de la aeronave, tomando como origen información disponible en la aviónica, incluyendo datos GPS.

La tecnología CPDLC *(Controller-Pilot Data Link Communication)* consiste en el intercambio de una serie de mensajes de texto predefinidos basados en la fraseología común entre controlador y piloto. Permite, entre otras bondades, agilizar las instrucciones de operación y evitar las confusiones producidas por los diálogos de voz, siendo una herramienta complementaria a la misma.

▶*Collaborative Decision Making* (CDM)

El proyecto CDM es una herramienta de mejora de eficiencia de las operaciones mediante el tratamiento del proceso de rotación de los aviones, basado en la filosofía de compartir la información que afecta a los vuelos, entre los distintos actores implicados (*handling*, control, compañías y aeropuerto). Esta información es procesada dotándola de una mayor completitud y exactitud. Con esto, se consigue una reducción de tiempos de espera y mayor eficiencia. El proceso de CDM conlleva la adaptación de los procedimientos con los que opera el aeropuerto.

▶*Arrival Manager* (AMAN)

Implementa el cálculo de la secuencia óptima de llegadas a un aeropuerto utilizando criterios de eficiencia, para disminuir el tiempo de esperas y facilitando la transferencia de vuelos entre APP y TWR.

▶eCOS/eVEREST

Aunque casi al final de esta lista, representa el cambio más importante en la evolución del sistema a nivel físico y lógico en los últimos años. Implica una redistribución de los nodos de información centrales del sistema, afectando a la arquitectura general del mismo. Se pasa de una configuración donde los servidores de Sevilla y Palma se integran de una manera centralizada en Madrid y Barcelona respectivamente, junto con sus dependencias de TWR afectadas. El impacto sobre la distribución de información de plan de vuelo, radar, aeronáutica o meteorológica es global, pero se ahorra en costes de implementación, puesta en servicio, mantenimiento y desarrollo. Aunque el cambio es grande en la infraestructura, no es así en la operativa habitual de control, para la cual este cambio es transparente.

▶Configuración Fase 2 (CF2)

Permite una operativa más sencilla, basada en la etiqueta de la aeronave que el controlador ve presentada en pantalla. Esta muestra cambios de color o parpadeo a nivel global o en determinados campos, algunos de ellos nuevos, en función del estado del plan de vuelo, transferencias entre sectores, restricciones o alertas.

FOTO_PABLO NEUSTADT

SACTA, como sistema ATM en servicio, tiene como principal objetivo la seguridad del tráfico en todos los sectores del espacio aéreo.

TREN CAF PARA COLOMBIA
Embarque de un tren en el puerto de Tarragona para Metro de Medellín, que está renovando su flota con nuevas unidades de CAF.

Trenes a medida

A lo largo de su historia, Ineco ha supervisado en España y en el extranjero más de 1.500 trenes de todo tipo y de todos los fabricantes. Asegurarse de que todo funciona y es exactamente lo que el operador ha pedido requiere de un alto grado de especialización y conocimientos técnicos.

Redacción ***ITRANSPORTE***, con la colaboración de **Jon Aizkorbe**, ingeniero industrial

Aunque algunos elementos y procesos de fabricación de material rodante se realizan en serie, no hay dos pedidos iguales: cada proyecto, cada operador y cada red ferroviaria presenta características peculiares, aunque el suministrador sea el mismo. A ello se añade el hecho de que los múltiples componentes y sistemas que equipan un tren, desde el aire acondicionado hasta los frenos o la tracción, en realidad están producidos por diferentes compañías, y deben integrarse en el diseño del fabricante, que es quien entregará el material rodante terminado a los operadores que lo pondrán en circulación.

Un tren de alta velocidad tiene prestaciones y características muy diferentes al de un tranvía, un cercanías o un tren de carga. Sin embargo, todos tienen en común que se requieren expertos que validen el diseño y supervisen las diferentes pruebas –estáticas y dinámicas– que se van realizando hasta la entrada en servicio, tanto en fábrica como en vía. Los supervisores deben asegurarse desde el primer momento de que el material rodante que se montará cumple las especificaciones técnicas y se ajusta a las necesidades del cliente final. De ahí la importancia fundamental de la validación del diseño inicial.

Además, deben conocer en detalle la normativa ferroviaria internacional y en su caso, la de cada país, así como la aplicable a cada uno de los elementos principales y auxiliares, tanto de la estructura –cajas, ejes, ruedas, etc.– como equipos y sistemas: de tracción, de frenado, de seguridad del tren, de información al viajero, de conducción, de emergencia, etc. El proceso de supervisión debe garantizar su fiabilidad, así como la compatibilidad técnica entre todos ellos.

Ineco cuenta con un amplio currículo en este campo y profesionales con conocimientos específicos en cada uno de los componentes que hacen posible que un tren funcione y sea seguro y confortable para los usuarios. Además, esta experiencia se extiende a todas las variedades de material rodante de todos los suministradores: CAF, Alstom, Siemens, Bombardier, etc. Si se trata, además, de un proyecto ferroviario novedoso para el cliente, puede ser necesario prestar asistencia técnica antes incluso de la adquisición del material rodante. Así, en 2012, Ineco colaboró con Metro de Santiago de Chile en la elaboración de los pliegos de licitación y en el proceso de evaluación de ofertas para la modernización de su flota de trenes NS-74.

En España la compañía lleva más de veinte años supervisando material rodante, tanto de alta velocidad, más de 200 trenes, como convencional (más de 750 unidades), 290 locomotoras y alrededor de 75 metros y tranvías, además de 1.400 vagones de mercancías. En el exterior destacan los numerosos trabajos realizados en Brasil para Metro de São Paulo y CPTM (Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos); Colombia, donde Metro de Medellín está renovando su flota con nuevas unidades de CAF, o Ecuador, que ha adquirido material rodante de Euskotren para su red ferroviaria, que empezó a rehabilitar en 2008.

Esta labor de validación del diseño, revisión y supervisión no solo se lleva a cabo en el caso del material rodante nuevo, sino también cuando se trata de actualizar el que ya está operativo pero

TODOS LOS TIPOS DE TREN REQUIEREN EXPERTOS QUE VALIDEN EL DISEÑO Y SUPERVISEN LAS DIFERENTES PRUEBAS QUE SE REALIZAN HASTA LA ENTRADA EN SERVICIO

LOCOMOTORA PARA ECUADOR
Ecuador ha adquirido material rodante de Euskotren para su red ferroviaria, que empezó a rehabilitar en el año 2008.

TRENES ALSTOM PARA CHILE
Alstom fabricó 49 trenes NS74 en los años 70 para el Metro de Santiago de Chile. Ahora, Ineco está llevando a cabo la asesoría técnica de la ingeniería de detalle y diseño del proceso de modernización, supervisando la ingeniería desarrollada en España por Alstom.

TRABAJOS PARA METRO DE MEDELLÍN

La ciudad de Medellín, con 2,4 millones de habitantes, es la segunda más importante de Colombia. En 2004, fue pionera en usar el teleférico como medio de transporte masivo y hoy otras ciudades han seguido su estela: São Paulo, en Brasil, capitales como Bogotá o Quito, en Ecuador, para la que Ineco está elaborando un estudio de viabilidad, La Paz en Bolivia...
Medellín, una dinámica urbe de difícil orografía –está situada en un estrecho valle a 1.300 metros de altitud sobre el nivel del mar– ha apostado por el transporte colectivo como un elemento más de cohesión social (las líneas de 'metrocable' llegan a los barrios o "comunas" menos favorecidas) así como por la sostenibilidad: los autobuses son de gas natural, todos los metros y tranvías de tracción eléctrica y ha instalado un sistema de bicicletas públicas y gratuitas (EnCicla) en las estaciones.
Por otro lado, la movilidad en la ciudad y su área metropolitana no deja de crecer, aumentando la congestión viaria. Metro de Medellín, empresa pública participada por el ayuntamiento de Medellín y la Gobernación de Antioquia, es la responsable de gestionar esta red, que consta de dos líneas de metro convencional, dos de metrocable –a las que se añadirán próximamente dos más– y una de tranvía, el de Ayacucho, inaugurado en octubre de 2015.
Tras 20 años en operación, la empresa está acometiendo la renovación de su flota, para lo que ha adquirido nuevos trenes de la española CAF. Ineco se encargó en 2011 de supervisar su diseño y fabricación, así como de la pruebas en fábrica y en vía y la posterior puesta en servicio del primer lote de 13 trenes de 3 coches cada uno, dotados con la más moderna tecnología. Ya en 2015, volvió a supervisar un segundo lote de otras 3 unidades. Con los nuevos trenes de CAF, 20 en total, Metro de Medellín prevé aumentar la capacidad de transporte en un 36 %, lo que se traducirá en menos congestión en las horas punta.
Además de este trabajo, Ineco ha llevado a cabo otros proyectos para Metro de Medellín, como los estudios de viabilidad para recuperar el antiguo ferrocarril de Antioquia (ver *IT39)*, rebautizado como 'Sistema Férreo Multipropósito del Valle de Aburrá'. El proyecto consiste en la rehabilitación de un antiguo trazado de 80 kilómetros, hoy en desuso, para el transporte de pasajeros y residuos sólidos urbanos a lo largo del Valle de Aburrá. Creado por la cuenca del río Medellín, el valle es una estrecha franja ubicada en el centro de la región de Antioquia, intensamente urbanizada. Además de la capital, alberga otros 10 municipios que configuran un área metropolitana de más de 3,3 millones de habitantes. Por ello, el sistema de transporte de Medellín está diseñado como una red multimodal llamada SITVA (Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá), con estaciones que permiten el cambio de modo (por ejemplo de tranvía a cable o de autobús a metro o de este a bicicleta).
Metro de Medellín implantó en 2010 un sistema de control de tráfico para metro y metrocable basado en la plataforma Da Vinci de Adif, desarrollada por Indra. Dos años después, incorporó también los autobuses de Metroplús, para lo cual Ineco se encargó de la supervisión y dirección técnica de la ampliación del sistema, que permite gestionar y atender en tiempo real cualquier incidencia en el servicio.

necesita ser modernizado. Es el caso de los 49 trenes NS74 que Alstom fabricó en los años 70 para el Metro de Santiago de Chile. Ineco está llevando a cabo la asesoría técnica de la ingeniería de detalle y diseño del proceso de modernización, supervisando la ingeniería desarrollada en España por Alstom.

Ocurre lo mismo con el material de segundo uso o excedente que se vende a otro operador, generalmente extranjero, y que requiere ser adaptado, como las tres locomotoras nuevas de la serie TD 2000 fabricadas en España en 2006 por la firma Ingeteam, excedentes del operador vasco Euskotren. Las máquinas, que van acompañadas de 15 coches remolque de la serie 3.500 (sin coste adicional), han sido adquiridas por los ferrocarriles de Ecuador para su producto estrella, la línea turística 'Tren Crucero', entre Durán y Quito. Ineco, que también se encargó de las pruebas originales para Euskotren, ha supervisado la puesta a punto de las unidades para su nueva función, muy diferente a aquella para la que se diseñaron, que era inicialmente un proyecto de mercancías.

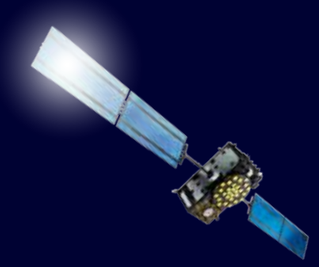
Por ello, las máquinas disponen de una potente tracción dual, eléctrica y diésel, gran capacidad de carga y eficientes sistemas de frenado. Su robustez y potencia las hace muy adecuadas para su nuevo destino, ya que el 'Tren Crucero' es una línea de 450 kilómetros sin electrificar que discurre por una zona montañosa conocida como 'Avenida de los Volcanes', donde llega a ascender hasta un altitud de más de 3.600 metros. Por este motivo, las locomotoras solamente usarán la tracción diésel. Además, han tenido que ser modificadas para circular en la red ferroviaria del país andino, donde el ancho de vía es de 1.067 milímetros, frente a los 1.000 para los que fueron originalmente diseñadas. ■

Para Metrô SP, Ineco supervisó en 2015 la fabricación y puesta en operación de 26 nuevos trenes para la Línea 5-Lilas, y en cercanías (abajo, Estación de la Luz, en São Paulo), nueve unidades eléctricas de ocho coches cada una para la Línea 11-Coral.

METRO Y CERCANÍAS DE SÃO PAULO

La Región Metropolitana de São Paulo (RMSP) es una de las mayores concentraciones urbanas del mundo, con más de 18 millones de habitantes distribuidos irregularmente en 8.000 kilómetros cuadrados. 11 de ellos residen en la ciudad de São Paulo y el resto en otros 39 municipios. Sin embargo, su red de transporte urbano e interurbano, integrada por autobuses, metro y cercanías, es reducida en relación a la extensión del territorio y a la población: seis líneas ferroviarias que suman 261 kilómetros, gestionadas por la CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos); más seis líneas de suburbano, con 77,4 kilómetros en total, que opera Metro de São Paulo (Metrô SP). Por ello, el Gobierno del Estado paulista está desplegando en los últimos años planes de ampliación y mejora, tanto con la construcción y prolongación de las líneas existentes como con la renovación del equipamiento y el material rodante, así como las conexiones intermodales entre las redes de autobús, tren y metro. En 2015, Ineco, con sus socios locales, llevó a cabo dos proyectos de supervisión de fabricación y puesta en operación de nuevo material rodante. El objetivo, en ambos casos, es garantizar que el cliente reciba el producto final dentro de plazo y con los niveles de calidad requeridos. En cercanías, la compañía concluyó las tareas de supervisión de la adquisición de nueve unidades eléctricas de ocho coches cada una para la Línea 11-Coral, con 50,8 kilómetros y 16 estaciones, que se está ampliando con financiación del Banco Internacional para la Reconstrucción y Desarrollo (BIRD). Los nuevos trenes, ya entregados, cuentan con capacidad para 2.600 pasajeros y son compatibles con el resto de la flota de CPTM.
Para Metrô SP, Ineco también supervisó la fabricación y puesta en operación de 26 nuevos trenes para la línea 5-Lilas, que se prolongará con 11,4 kilómetros y 11 estaciones. Los nuevos trenes cuentan con cinco coches cada uno y capacidad de hasta 1.500 pasajeros. Los trabajos, con financiación del Banco Mundial, comenzaron en 2013 y se prevé que finalicen en 2016. Los servicios prestados incluyen el análisis del proyecto ejecutivo, el acompañamiento durante las pruebas tipo y la inspección y seguimiento de la fabricación.

European
Global Navigation
Satellite Systems
Agency



European GNSS Agency

Ensuring the success and security of the European Satellite Navigation Systems, Galileo and EGNOS

ROAD: The European Global Navigation Satellite System, is key to design new ITS services requiring precise and secure positioning, without increasing the road side infrastructure. Precise and secure positioning enables smart mobility applications, connected vehicles, and new forms of liability and payment applications.

RAIL: Satellite-based positioning is set to have a substantial impact on the rail industry. Precise and secure positioning provided by Galileo and EGNOS will contribute to the evolution of the European Rail Traffic Management System (ERTMS) through the virtual balise functionality that will help to improve efficiency of European railway infrastructure.

AVIATION: EGNOS provides safety and economic benefits to the aviation sector, including for business and helicopter operators who can enjoy enhanced accessibility to less equipped airfields also in poor weather conditions.

EGNOS

EGNOS, the European Geostationary Navigation Overlay Service, increases the accuracy and reliability of existing satellite positioning signals while providing a crucial 'integrity message', informing users in the event of GNSS signal problems. It also transmits an extremely accurate universal time signal.

GALILEO

Galileo is the European Global Navigation Satellite System (GNSS), together with other GNSS programmes, it will provide increased accuracy, enhanced robustness and reduced time to first fix.

www.gsa.europa.eu

INFOGRAFÍA_EFEBEARQUITECTURA

AEROPUERTO INTERNACIONAL JOSÉ ABELARDO QUIÑONES GONZALES
Es uno de los alternativos al aeropuerto Jorge Chávez, en Lima, de ahí también la importancia de ampliarlo y mejorarlo. Para el diseño arquitectónico de la nueva terminal, se ha contado con la colaboración del estudio español Efebearquitectura, que cuenta con una larga experiencia en el diseño de edificios de arquitectura aeroportuaria.

La puerta del tesoro de Sipán

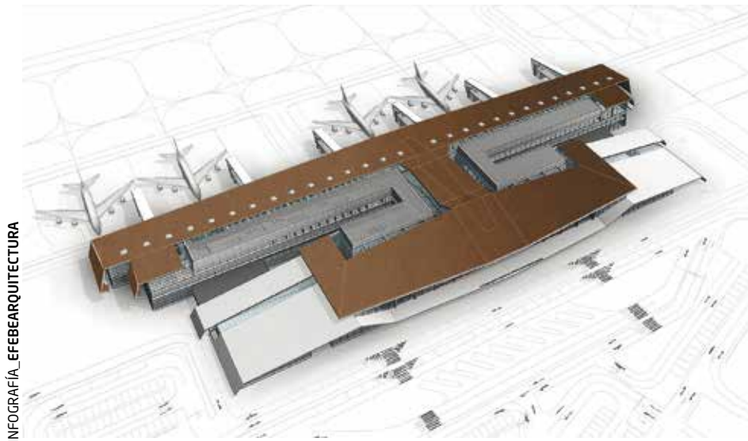
Desde finales de 2014, Ineco junto con su socio CESEL, trabaja en los estudios previos para la modernización del aeropuerto de Chiclayo, la cuarta ciudad de Perú. Estos análisis permitirán definir y planear los trabajos de mejora y ampliación que pretenden convertir a Chiclayo en el *hub* aéreo del norte de Perú e impulsar el comercio y el sector turístico, ligado a la enorme riqueza arqueológica de la zona.

Redacción ***ITRANSPORTE***, con la colaboración de **Roberto Serrano**, ingeniero aeronáutico, jefe del proyecto

En la primavera de 1987, el arqueólogo peruano Walter Alva acudió a la llamada de la policía local, que había detectado actividad de saqueadores en un yacimiento arqueológico del siglo II situado en Sipán, a 35 kilómetros de la ciudad de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque, al norte de Perú. Los restos hallados, que incluyen la primera tumba y ajuar funerario intactos de un gobernante mochica con su séquito, conocido hoy como 'el Señor de Sipán', fueron comparados posteriormente con descubrimientos como el de la tumba de Tutankamón en Egipto o el propio complejo de Machu Picchu, al sur del país. En las excavaciones se hallaron posteriormente otros 15 enterramientos y unas dos mil piezas de orfebrería de oro y plata, valoradas según algunas estimaciones en más de 16 millones de dólares. Hoy, se exponen en el moderno Museo de las Tumbas Reales de Sipán, inaugurado en 2002, que dirige el propio Alva y que atrae 160.000 visitantes al año.

Sipán y su tesoro, que es una de las joyas del patrimonio cultural peruano y mundial, transformó la realidad demográfica y sociecónomica de Chiclayo que, a diferencia de otras ciudades peruanas, no es de origen hispánico, sino indígena, y fue el epicentro de las culturas prehis-

LA TERMINAL DE CHICLAYO
En 2015, según datos de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), registró 7.813 operaciones y 431.840 pasajeros.



INFOGRAFÍA_EFEBEARQUITECTURA

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHICLAYO
AdP pretende impulsar Chiclayo como un *hub* aéreo para toda la región norte de Perú. El objetivo es quintuplicar el tráfico de pasajeros hasta llegar a los 2,1 millones en el año 2031.

CRECIMIENTO MODULAR
Se ha planteado un crecimiento modular que permita ajustarse a la demanda y se ha estudiado cómo conseguir que los accesos sean rápidos y estén bien conectados con el entorno.

pánicas lambayeque y moche. Hoy, con 600.000 habitantes, es la cuarta ciudad más poblada de Perú, tras Lima, Arequipa y Trujillo. En un radio inferior a 35 kilómetros del centro urbano se encuentran también otros importantes enclaves arqueológicos, como el Valle de las Pirámides de Túcume, patrimonio de la Humanidad, y museos como el de Sicán, en Ferreñafe, o el Brüning, en Lambayeque, el más antiguo de la zona, dedicado también a las culturas prehispánicas locales.

A estos atractivos turísticos se unen las playas de la región, como las de San José, Pimentel y Santa Rosa, aunque el turismo de sol y playa está lejos de tener el impacto del cultural. Pese a ello, en los últimos años se han reconfigurado los flujos turísticos del país, que antes de la década de los 90 se dirigían, fundamentalmente, hacia el centro y la capital, Lima, a 770 kilómetros de distancia por carretera, y hacia el sur, con el complejo de Machu Picchu y las llanuras de Nazca como principales polos de atracción para los visitantes nacionales y extranjeros.

Tanto el Gobierno central como el regional y el sector privado son conscientes de que el potencial de desarrollo turístico de Lambayeque y su capital, Chiclayo, cuenta con grandes márgenes de desarrollo. La modernización y ampliación de su aeropuerto, dedicado al aviador y héroe nacional José Quiñónez Gonzales, es un paso fundamental para impulsar el turismo. La tarea corresponde al gestor del aeropuerto, la sociedad Aeropuertos de Perú, AdP, que recibió en 2006 la concesión del Gobierno peruano dentro de un paquete con otros 11 aeródromos.

El aeropuerto de Chiclayo se inauguró en 1956 y, aunque tiene la categoría de internacional desde 1994, las primeras operaciones regulares de este tipo comenzaron el 28 de junio de 2016 con la inauguración de dos vuelos semanales de Copa Airlines al aeropuerto de Tocumen, en Panamá. En 2015, según datos de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), registró 7.813 operaciones, 431.840 pasajeros y 731.120 kilogramos de carga aérea.

AdP pretende incrementar estas cifras e impulsar Chiclayo como un *hub* aéreo para toda la región norte de Perú. El objetivo es quintuplicar el tráfico de pasajeros hasta llegar a los 2,1 millones en el año 2031. Con ese objetivo ha puesto en marcha un proceso de modernización que prevé la repavimentación de la pista, de 2.520 metros de largo por 45 de ancho, y una vez aprobados los estudios de viabilidad, la construcción de un nuevo edificio terminal, además de la remodelación de los accesos y otras obras de mejora, que incluyen una nueva torre de control, SEI, hangares, zona de combustibles, terminal de carga, etc.

Dado que se trata de una concesión cofinanciada, la legislación obliga a planificar tanto las actuaciones como la inversión necesaria y contar con la aprobación del Gobierno peruano antes de iniciar las obras. En diciembre de 2014, AdP adjudicó al consorcio formado por Ineco y la ingeniería peruana CESEL–que también trabajan en la supervisión de las obras de ampliación del aeropuerto Jorge Chávez, de Lima– la elaboración de estos estudios de preinversión relativos al perfil y la factibilidad.

PRIMERA FASE

Los estudios de la primera fase, relativos al perfil, se centran en identificar las alternativas de inversión y en evaluar los aspectos técnicos, económicos, sociales y de impacto ambiental del proyecto de modernización. Durante esta etapa, se han desarrollado tanto el diseño conceptual general del proyecto como el diseño conceptual específico del edificio terminal y otras edificaciones. El objetivo de estos estudios es delimitar los aspectos clave del proyecto –qué se necesita y cómo se financiará– para su aprobación tanto por el concesionario AdP como por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Las tareas realizadas incluyen un análisis de capacidad y demanda, el estudio de las servidumbres aeronáuticas y el diseño conceptual general, que permite definir unos criterios básicos para todo el proyecto. Así, en lo que se refiere al lado aire, se ha estudiado qué longitud de pista sería la más adecuada según el tipo de aeronaves que utilizan el aeropuerto; qué diseño de las calles de salida rápida sería el más eficiente, cómo distribuir los puestos de estacionamiento en la plataforma, cómo se realizará el acceso a pie de los viajeros para reducir los tiempos de escala, etc.

En el lado tierra, se ha analizado cómo lograr los recorridos más cortos y cómodos; y los flujos de pasajeros entre los puntos clave (facturación-control de seguridad-puertas de embarque) para evitar las colas. Se ha planteado un crecimiento modular de las instalaciones que permita ajustarse a la demanda y se ha estudiado cómo conseguir que los accesos al aeropuerto sean rápidos y estén bien conectados con el entorno. Además, se busca que los servicios básicos como cafetería o aparcamientos se presten guardando un equilibrio con todos los demás requisitos funcionales.

Además de realizar el diseño conceptual específico del edificio terminal, que analiza los aspectos arquitectónicos, el emplazamiento, la forma y tamaño, los materiales y el diseño de espacios, se ha llevado a cabo el análisis de la inversión necesaria y comparativa de las alternativas; un estudio de impacto ambiental y la gestión de las autorizaciones y coordinación general del proyecto.

SEGUNDA FASE

La segunda fase de estudios es la de factibilidad, que profundiza en los aspectos técnicos fundamentales de la primera fase, como la localización y tamaño de la nueva infraestructura, la tecnología a implementar, el calendario de ejecución de obra y la gestión financiera. Así, en lo que se refiere al lado aire se llevará a cabo el diseño geométrico de la pista, así como los diseños del pavimento y de la señalización horizontal y vertical y ayudas luminosas, de las obras de drenaje y de los sistemas y equipos de navegación aérea. ■

TESOROS BAJO TIERRA

Los estudios llevados a cabo por Ineco también han tenido en cuenta el entorno físico y socioeconómico del aeropuerto, marcado por el potencial turístico y la actividad agroindustrial. Según AdP, el desarrollo del aeropuerto permitirá impulsar ambas actividades, tanto el turismo como la exportación de productos agrícolas. Entre ellos, destaca el espárrago, del que Perú es el primer exportador mundial de este vegetal fresco y el segundo en conserva; más de la mitad se cultiva en la costa norte. El departamento (región) de Lambayeque, de la que es capital Chiclayo, es el quinto del país con mayor producción de este vegetal, que se exporta tanto fresco como en conserva o congelado a Europa, Estados Unidos y otros países de América del Sur. Por ello, el concesionario ha anunciado que el aeropuerto contará con instalaciones refrigeradas para este tipo de carga aérea.

En lo que se refiere al turismo, la ciudad de Chiclayo se encuentra en el circuito de la 'Ruta Moche', impulsado por el Gobierno peruano, un itinerario que conecta numerosos puntos de interés cultural y arqueológico en torno al eje Chiclayo-Trujillo. Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú, en 2015 llegaron a Lambayeque más de 923.000 turistas, lo que supone un crecimiento de más del 7,4% respecto al año anterior. El 77% de los visitantes extranjeros lo hizo por vía aérea, lo que convierte al aeropuerto de Chiclayo en la puerta de entrada del turismo internacional en la región.

Larga vida a los pavimentos de tu aeropuerto

Cuando se diseña un pavimento para un nuevo aeropuerto o una ampliación suele realizarse con vistas a que tenga un ciclo de vida de unos 20 años. No obstante, los efectos meteorológicos, la sobrecarga y las variaciones de previsión de tráfico acortan su vida útil. Ineco ha desarrollado una herramienta de gestión de pavimentos, Gestrol, que controla y prevé su evolución.

Por **Jorge Martín**, licenciado en Ciencias Físicas

Durante las últimas décadas, el constante incremento del transporte aéreo a escala mundial ha llevado al desarrollo de aeronaves de gran fuselaje, como el Airbus A380 o los Boeing B777 y B747-8, de gran capacidad y autonomía y, por tanto, mucho más grandes y pesadas que los modelos anteriores. Ello ha provocado transformaciones en la gestión, diseño y el mantenimiento de las infraestructuras aeroportuarias, tanto el lado tierra como aire. Los aeropuertos han tenido que ampliar sus terminales y accesos para acoger más pasajeros, e incrementar las dimensiones de sus pistas, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento.

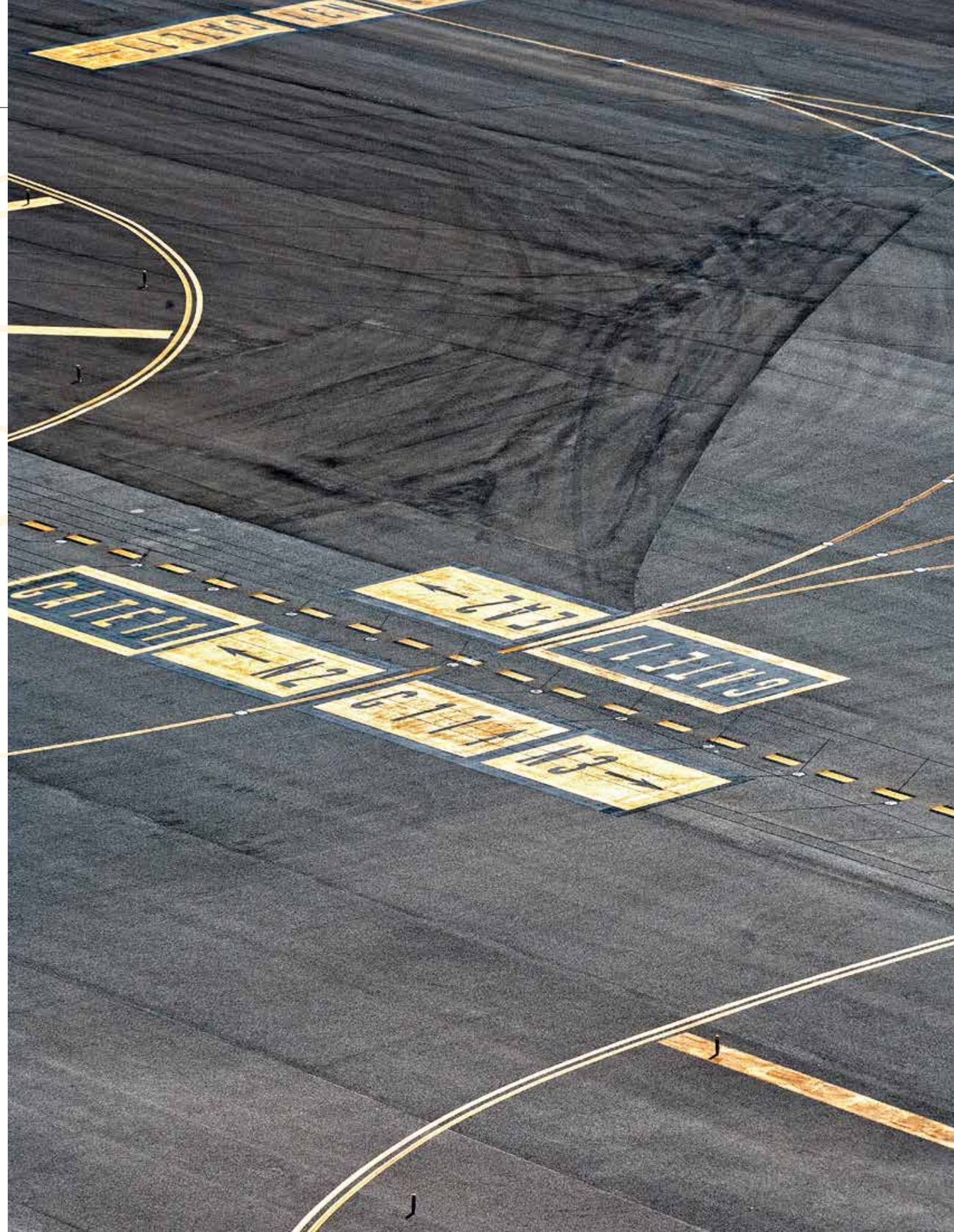
De entre todas las instalaciones de un aeropuerto, el campo de vuelos reviste una importancia crítica, ya que es el área donde ruedan, despegan, aterrizan y estacionan continuamente las aeronaves, en muchos casos las 24 horas del día. Por ello, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) concede gran importancia a su mantenimiento preventivo, que de no llevarse a cabo correctamente conlleva costes añadidos al de las propias reparaciones, como las restricciones o cierres de tráfico necesarios para poder ejecutarlas.

En la actualidad, la mayoría de los aeropuertos se encuentran sometidos a un tráfico más intenso de aquel para el que fueron proyectados. Como resultado, el pavimento se deteriora debido a las cargas producidas por las aeronaves, a lo que se une el producido por la exposición a los elementos ambientales. Para mantener la seguridad de las operaciones, los gestores deben redoblar sus esfuerzos en mantenimiento.

En todo caso, los pavimentos del campo de vuelos tienen un carácter dinámico, es decir, sus propiedades varían con el paso del tiempo y el tráfico aeroportuario. Por lo tanto, una vez alcanzado el límite de su vida útil, que suele ser de unos 20 años, se tendrá que replantear el diseño, la obra y una nueva explotación. Este ciclo no tendrá que realizarse de nuevo en la totalidad del pavimento, sino solo en las zonas donde se requiera.

INECO HA DISEÑADO GESTROL, UNA APLICACIÓN QUE FACILITA AL GESTOR AEROPORTUARIO TODA LA INFORMACIÓN NECESARIA SOBRE EL ESTADO Y LA EVOLUCIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Los gestores aeroportuarios suelen tener desconocimiento global del estado de los pavimentos del campo de vuelos. Por ello, cuando se detecta algún problema que requiere una solución inmediata, se generan gastos imprevistos. Ineco ha diseñado Gestrol, una aplicación que facilita al gestor aeroportuario toda la información



necesaria sobre el estado y la evolución de los pavimentos de su campo de vuelos, de manera que pueda anticiparse a futuros problemas y planificar su resolución.

Además de mantener los niveles mínimos exigidos por las normativas internacionales de aviación civil, la herramienta aplica los niveles de calidad que cada gestor quiera implantar. La aplicación comunica directamente al gestor con el ingeniero vía web, de manera que se pueda resolver cualquier duda prácticamente en tiempo real.

En los comienzos de la aviación, las aeronaves despegaban y aterrizaban en campos de vuelo de tierra o hierba. Con el aumento de tamaño y peso de los aviones, también los pavimentos evolucionaron y se especializaron para soportar las crecientes cargas y un uso cada vez más intenso. Actualmente, existen dos grandes tipos de pavimentos aeroportuarios: rígidos y flexibles. Ambos están compuestos de varias capas. En el caso de los rígidos, la superior o de rodadura es una losa de hormigón, mientras en que los flexibles es de material asfáltico. Las capas inferiores sirven para absorber las cargas, reforzar la capacidad portante del terreno y, a veces, ayudar al drenaje. Están constituidas por diferentes materiales, a lo que se puede agregar un material estabilizante o ligante para aumentar su resistencia.

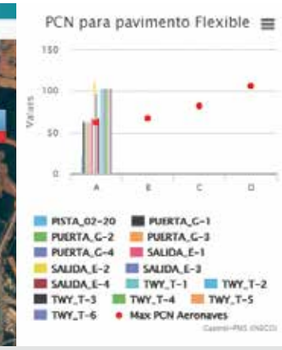
LOS PAVIMENTOS SE DISEÑAN PARA SOPORTAR CUALQUIER CONDICIÓN METEOROLÓGICA, DE ACUERDO A LAS CARGAS QUE SE HAYAN DETERMINADO PREVIAMENTE

Los pavimentos se diseñan para soportar cualquier condición meteorológica, de acuerdo a las cargas que se hayan determinado durante el cálculo de estructuras. Si las cargas que soporta o el ritmo de utilización son superiores a aquellos para las que fue diseñado –o ambos factores a la vez–, se producirán mayores deflexiones (deformaciones) que afectarán a las distintas capas y, por tanto, se acortará la vida útil. Al medir las deflexiones, se obtiene un indicador llamado PCN *(Pavement Classification Number* o Número de Clasificación de Pavimento), que indica la resistencia de uso sin restricciones. Este indicador se relaciona con otro valor conocido como ACN (Número de Clasificación de Aeronaves), que indica el efecto relativo de una aeronave sobre el pavimento, para una determinada categoría de terreno. Si este segundo valor es menor o igual al PCN, el pavimento podrá soportar sin restricciones las operaciones.

Además de la capacidad portante, los factores que determinan el estado de un pavimento son el coeficiente de rozamiento y la textura superficial. El rozamiento entre la superficie de la pista y los neumáticos del tren de aterrizaje debe ser el adecuado para asegurar la máxima eficacia de frenado, por lo que es un factor que incide directamente en la seguridad. Según el Manual de Servicios de Aeropuertos de la OACI, debe medirse con mayor frecuencia cuanto mayor sea el número de aterrizajes: menos de 150 diarios, una vez al año; entre 150 y 210, dos veces y si superan esta cifra, tres.

La textura de la pista es fundamental cuando está mojada, ya que si los neumáticos pierden el contacto con la superficie se puede producir el fenómeno de hidroplaneo, que provoca la pérdida de control de frenado y dirección de la aeronave. El alisamiento de la textura puede producirse por la acumulación de caucho procedente de los neumáticos de los trenes de aterrizaje, o por desgaste a causa del tráfico. Mediante diversos métodos de medición, se determina si la textura es la apropiada y si no es así, las actuaciones que deben llevarse a cabo: limpieza del caucho, recrecidos, etc.

Todos estos factores se revisan y controlan mediante un Plan de Mantenimiento. La información que se recoge durante las distintas pruebas y ensayos se reúne en una base de datos, que se actualiza con los resultados de las evaluaciones periódicas y de las actuaciones preventivas o correctoras, así como los posibles cambios del tráfico. ■



VENTAJAS DE LA HERRAMIENTA GESTROL PARA EL GESTOR AEROPORTUARIO

1. Una potente base de datos que recoge diversos parámetros de los pavimentos: fechas de construcción, fechas de actuaciones, secciones de pavimento, número de operaciones y modelos de aeronaves, etc., así como los valores de los ensayos realizados para cada una de las evaluaciones.

2. Históricos del estado global de los pavimentos.

3. Los procedimientos de actuación recomendados para maximizar la vida útil del pavimento con el mínimo coste.

4. Análisis de la evolución de la vida útil del pavimento según el estado y posibles actuaciones futuras a realizar, así como cualquier variación de las operaciones de aeronaves.

5. Estudios de sobrecargas de los pavimentos, así como el estudio de posibles recrecidos para satisfacer las necesidades futuras.

FOTO_ PABLO NEUSTADT

Existen distintos tipos de evaluaciones periódicas:

▶ Del coeficiente de rozamiento y textura superficial de las pistas de vuelo: consiste en determinar la resistencia que opone la superficie del pavimento al movimiento de la aeronave, y si proporciona el nivel óptimo de eficacia de frenado.

▶ De capacidad portante: permite determinar el grado de resistencia de las diferentes capas que forman el pavimento. A partir de este ensayo, se obtiene el PCN *(Pavement Classification Number* o Número de Clasificación de Pavimento).

▶ De PCI *(Pavement Condition Index,* o Indicador del Estado del Pavimento): se trata de un indicador numérico que evalúa la calidad de la superficie, catalogando los diferentes tipos de deterioros que existan tanto en pavimentos flexibles como rígidos, y revelando defectos superficiales o estructurales.

▶ De regularidad superficial: determina el grado de comodidad de la rodadura de la aeronave, evitando posibles rebotes, cabeceos o vibraciones que dificulten el manejo del avión cuando está en tierra.

1
Pavimento del aeropuerto de Málaga.

2
Pavimento del aeropuerto de Alicante.

3
Equipo de limpieza de caucho.

Una joya arquitectónica que vuelve a brillar

Los trabajos de restauración en la histórica estación ferroviaria de Toledo emprendidos por Adif en 2015 han concluido este verano. Ineco ha redactado el proyecto y se ha encargado de la dirección de las obras, que han incluido la rehabilitación de la cubierta, las fachadas y la torre, entre otros elementos.

Con la colaboración de **Javier Méndez**, arquitecto y **Javier García**, arquitecto técnico, de Adif; y **Antonio Asenjo**, arquitecto, y **Gema Lanzas**, arquitecta técnica, de Ineco

Construido en ladrillo, piedra, hierro y cemento, es un conjunto simétrico rectangular, compuesto por un pabellón central de una única planta con dos cuerpos laterales adosados de dos pisos. Cuenta con una marquesina exterior de hierro.

FOTO_FMA BOAL / FLICKR

Todo el edificio está coronado por un tejadillo a cuatro aguas con tejas vidriadas, obra del ceramista local Ángel Pedraza, autor también de los artesonados. En la imagen, tras la restauración.

La fachada cuenta con cinco puertas bajo cinco grandes arcos de herradura apuntados y recercados por otros lobulados, que enmarcan unas inmensas vidrieras decoradas, y una cornisa rematada por pequeñas almenas de estilo neomudéjar (en la imagen superior derecha).

Como corresponde a la ciudad monumental donde se ubica, la estación ferroviaria de Toledo rezuma historia y arte: diseñada por el arquitecto madrileño Narciso Clavería, se inauguró en 1917. Cerámica toledana, vidrieras, artesonados y elementos de hierro forjado, como el vallado exterior, decoran el recinto, de estilo neomudéjar, caracterizado por el empleo de ladrillo en el exterior y ornamentos que evocan la arquitectura árabe: arcos polilobulados, cresterías, diseños geométricos…

Coronada por una inusual torre con un reloj –que en su época estaba restringido a otro tipo de edificaciones oficiales para simbolizar su importancia–, el paso del tiempo ha dejado sus huellas en esta construcción, declarada Bien de Interés Cultural en 1991.

Por ello, en 2015 Adif inició los trabajos de rehabilitación de la cubierta, las fachadas y la torre, además de otras edificaciones. Ineco redactó en 2013 el proyecto constructivo y ha llevado a cabo para el administrador de infraestructuras ferroviarias la dirección de obras, que han requerido actuaciones de calidad artesanal para recuperar elementos tan delicados como, por ejemplo, las tejas y almenas de cerámica vidriada, obra del ceramista toledano Ángel Pedraza.

En otro proyecto independiente, adjudicado en julio, Adif ha completado estos trabajos con la restauración de las grandes farolas de forja de la estación, que se han impermeabilizado y reparado, además de renovar el sistema de alumbrado con tecnología LED.

Con anterioridad, Adif ya había llevado a cabo, también con la colaboración de Ineco, otro proceso de remodelación, concluido en 2005, con motivo de la implantación de la alta velocidad. ■

LAS REPARACIONES REALIZADAS

▶ **Reparación de la cubierta del edificio de viajeros:** sustitución de las tejas tipo árabe, tejas vidriadas color blanco y azul en aleros falsos y piezas cerámicas en la crestería; sustitución de canalones, sumideros y bajantes. Reparación de la red enterrada de saneamiento de pluviales que conecta las bajantes con el colector ubicado bajo el andén principal.

▶ **Acondicionamiento del cuerpo lateral izquierdo del edificio-primera planta (antiguas viviendas) y de la planta baja, salvo el centro de viajes:** saneado de tabiquería y paramentos con eliminación de humedades y reparación de la carpintería exterior para garantizar la estanqueidad de los huecos en fachada.

▶ **Restauración general de la torre:** limpieza general con retirada de biodepósitos originados por la entrada de aves, saneado de cara interior de los paramentos de fachada y de techos, reparación de carpintería y sustitución de vidrios rotos para evitar la entrada de aves.

▶ **Fachadas:** cosido de grietas y eliminación de eflorescencias; restauración por especialistas de las vidrieras artísticas del cuerpo lateral del edificio.

La torre-minarete de cinco cuerpos alberga el reloj original, restaurado en 2005.

EL PASO DEL TIEMPO HA IDO DEJANDO SUS HUELLAS EN LA CONSTRUCCIÓN, DECLARADA BIEN DE INTERÉS CULTURAL EN 1991. LOS TRABAJOS DE REHABILITACIÓN HAN REQUERIDO ACTUACIONES DE CALIDAD ARTESANAL

aena.es

Descárgate nuestra app: App Store | Google play

¿Preparado para viajar?

En la red de aeropuertos de Aena te lo ponemos fácil

- La mejor oferta de ocio, restauración y tiendas
- La mayor gama de aparcamientos al mejor precio
- Salas VIP renovadas
- Wi-Fi gratuito...

Y todos los servicios que necesitas **para que comiences a disfrutar de tu viaje antes de llegar a tu destino**.

TEATRO REAL 200 AÑOS

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Para que puedas llegar

Nº1 del mundo en gestión de aeropuertos por número de pasajeros*.

aena

*Fuente: elaboración de Aena a partir de ACI-Mundo.

Sobre BIM… y todo lo que puedas imaginar

El mundo de la construcción tiene que dar ahora el salto que dio el mundo de la ingeniería en la revolución industrial, y BIM propone la metodología para conseguirlo. Quien se suba a este carro hará mejores proyectos y tendrá sitio en este gremio en redefinición. Quien lo esquive, condenará a sus clientes a un mayor coste global de sus construcciones. Obviamente, podrá hacerlo pocas veces más.

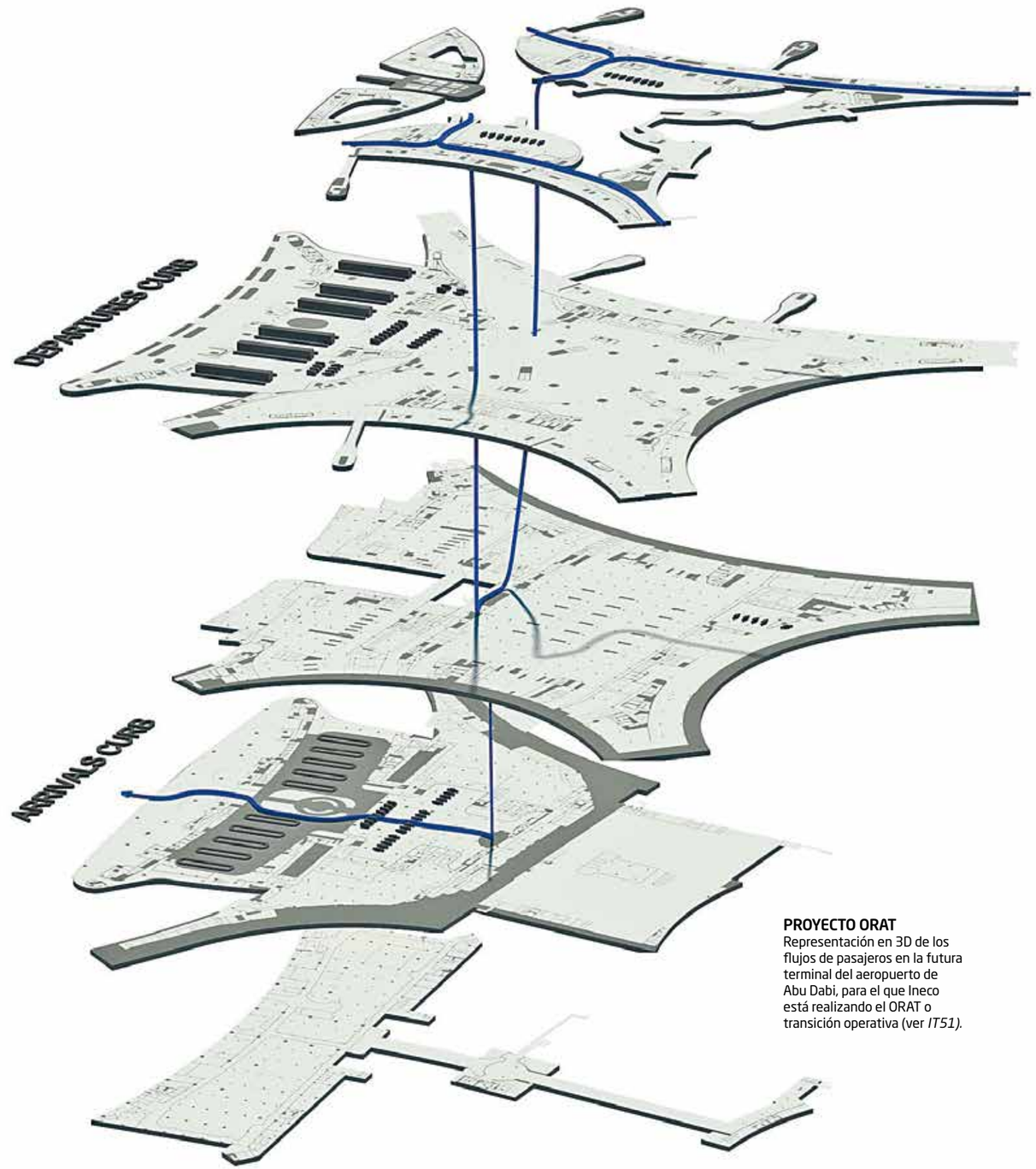
Por **Antonio Manuel Reyes**, Dr. ingeniero industrial, director de *Spanish Journal of BIM*

Es ya muy frecuente oír hablar de BIM en foros técnicos, pero ¿tenemos claro qué es BIM?, ¿conocemos todas las aplicaciones de BIM para nuestro trabajo?, ¿quién trabaja con BIM en España y para quién? BIM viene del inglés *Building Information Modeling*, que significa modelado de la información de los edificios. Y aquí hay que hacer la primera precisión, ya que BIM vale también para infraestructuras y, en general, para cualquier tipo de construcción. Más allá de estas concreciones, de lo que se trata es de documentar todos los detalles que nos interese recoger de cada construcción bajo un interfaz gráfico. En los programas que trabajan con BIM, iremos disponiendo los elementos constructivos de nuestra obra y los iremos dotando de toda la documentación asociada que proceda. Al terminar de modelar tendremos un llamativo modelo virtual de nuestra construcción y, lo que es mucho más importante, una gran base de datos perfectamente ordenada del proyecto.

Evidentemente, proyectar así es mucho más completo que hacerlo en un programa CAD al uso, por eso la fase de diseño requiere un mayor esfuerzo. Con todo, de este modo, el proyecto es ostensiblemente mejor, mucho más descriptivo, congruente y completo. Hemos resuelto frente al ordenador los problemas que normalmente se daban en la obra, evitando gastos de material, distribuyendo instalaciones de la manera más idónea, reduciendo los plazos de ejecución, minimizando errores, ganando en seguridad, sostenibilidad, y un largo etcétera de ventajas. Tantos etcéteras como seamos capaces de imaginar con la ingeniosa gestión de los datos con los que hayamos nutrido nuestro modelo.

Podemos usar BIM buscando cualquiera de sus capacidades reconocidas, pero también para cualquier cometido que queramos imaginar. Basta con disponer y gestionar bien los parámetros que tengan o que les hayamos aplicado a los elementos constructivos de nuestro modelo virtual. Para no ser tan genérico, resaltaremos aquello de las dimensiones de BIM, de tal manera que uno de los usos BIM es la modelización y visualización en 3D. Ya es posible hacer preciosos diseños gracias a los potentes programas del mercado y ofrecer a nuestros clientes cualquier suerte de planos perfectamente congruentes entre sí y plenamente parametrizados. Por supuesto, también podremos obtener las imágenes más fotorrealistas de nuestros modelos virtuales y los vídeos más impactantes. No obstante, incorporando información 4D se pueden plantear otros usos, ya que, a partir del concepto del tiempo, es posible realizar programaciones de obra que reduzcan los plazos de ejecución y que integren los trabajos de cada disciplina en cada punto de la obra. Y todo ello usando los parámetros de nuestro modelo virtual. La información 5D se refiere al coste de los distintos elementos constructivos y partidas, de forma que se realizan los presupuestos y las certificaciones del proyecto a medida que se van ejecutando. También podemos asociar los elementos constructivos a nuestro banco de precios favorito y gestionar las mediciones paramétricas con el programa de presupuestos preferido. La información 6D hace referencia a la sostenibilidad del

> CON BIM EL PROYECTO ES OSTENSIBLEMENTE MEJOR, MUCHO MÁS DESCRIPTIVO, CONGRUENTE Y COMPLETO



PROYECTO ORAT
Representación en 3D de los flujos de pasajeros en la futura terminal del aeropuerto de Abu Dabi, para el que Ineco está realizando el ORAT o transición operativa (ver *IT51*).

BIM permite incorporar todo tipo de información, desde presupuestos a cálculos energéticos o costes de mantenimiento del edificio. (En la imagen, aeropuerto de Tikrit, Irak).

edificio, haciendo potentes cálculos energéticos que contemplen los soleamientos del modelo y otro sinfín de criterios que influyen determinantemente en la sostenibilidad del edificio durante todo el ciclo de su vida. Finalmente, la información 7D es la dedicada a las fases de operación y mantenimiento del activo inmobiliario, cuyos costes multiplica por varios enteros el importe original de la obra.

En definitiva, BIM es una metodología que a su vez puede utilizarse integrando la metodología Lean (lo magro de las cosas, quitando la grasa, lo improductivo) y el concepto IPD, que es el *Integrated Project Delivery,* que es una novedosa tendencia en la construcción en la que el arquitecto, los ingenieros, el contratista y hasta la administración se ponen a trabajar conjuntamente en el diseño del proyecto, resolviendo los problemas desde el inicio, cuando el coste de solucionarlo es ínfimo con respecto al coste de arreglar nuestras descoordinaciones en obra.

Nos guste o no, BIM está aquí ya y ha venido para quedarse. Son muchos los países que desde sus administraciones públicas están impulsando el uso de BIM y requiriéndolo en sus licitaciones. No hay vuelta atrás. No tenemos dinero para improvisar un prototipo en cada obra. El prototipo lo creamos virtualmente y, cuando ya esté optimizado, lo pasamos a producción, como si fuera un barco o un avión.

CADA VEZ SON MÁS LOS PAÍSES QUE DESDE SUS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS ESTÁN IMPULSANDO EL USO DE BIM

Esto de BIM no es nuevo, ni mucho menos, lo que sí es nuevo es la capacidad de nuestros ordenadores personales en mover esta ingente cantidad de información. Lo que también es nuevo es la capacidad de las telecomunicaciones de mover a cualquier sitio la información. Estas nuevas capacidades han hecho que BIM pueda ser realidad ya en pequeñas oficinas técnicas de todo el mundo, y no solo en centros de trabajo de élite. Y España se caracteriza por tener muchas oficinas técnicas y muy selectos centros de trabajo grandísimos. No olvidemos el potencial de las grandes constructoras e ingenierías españolas. Actualmente trabajan más para las grandes obras del resto del mundo que para las de España, pero poco a poco, todo lo importante que se vaya haciendo se irá pidiendo que se trate con la mejor tecnología aplicable, con la tecnología BIM.

LAS ORGANIZACIONES PRO BIM

Todo este movimiento hizo que se creara, allá por finales de 2011, la buildingSMART Spanish Chapter *(www.buildingsmart.es)*, que es el capítulo español de la buildingSMART Internacional, organismo que junto a ISO y CEN desarrolla los estándares BIM internacionales. En aquel momento se fundó con poco más de una veintena de empresas, instituciones y personas independientes y hoy día son ya más de 140 socios que representan a todo el sector: constructoras, ingenierías, arquitectos, fabricantes de productos de construcción, desarrolladores de SW, promotores, centros de investigación, universidades, etc. Desde su fundación está presidido por Sergio Muñoz. Si escudriñamos en su web, los objetivos de la asociación son:

▶ Desarrollar y mantener estándares BIM internacionales, abiertos y neutros (Open BIM).

▶ Acelerar la interoperabilidad en el sector de la construcción mediante casos de éxito.

▶ Proporcionar especificaciones, documentación y guías de referencia.

▶ Identificar y resolver los problemas que impiden el intercambio de información.

▶ Extender el uso de esta tecnología y los procesos asociados a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio y englobando a todos los agentes participantes.

A pesar de sus pocos años de vida, y a pesar también de que el trabajo de sus socios no es remunerado, sus hitos son muy notables, destacando los siguientes:

▶ Guías uBIM: en las que participaron desinteresadamente 80 técnicos bien orquestados por Manuel Bouzas. Estas guías son para los usuarios de BIM en español, en analogía a las que tienen otros países o en otras lenguas. Se componen de 13 documentos que organizan por disciplinas las tareas propias del diseño, el proyecto, la construcción y el uso de los edificios mediante la tecnología BIM. Pueden descargarse libremente en: *www.buildingsmart.es/bim/gu%C3%ADas-ubim/*.

▶ *Spanish Journal of BIM:* es una revista de divulgación e investigación en español. Está dirigida por Antonio Manuel Reyes y cuenta con comité científico compuesto por un elenco de profesionales del sector de España, Portugal, Argentina y Chile. Se publica semestralmente desde mediados de 2014, tanto en formato digital como impreso. Es gratuita y puede descargarse libremente en: *www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/*.

▶ esFAB: es el Foro Académico BIM España *(www.buildingsmart.es/esfab/)* y está organizado por Norena Martín y Óscar Liébana. La misión de este proyecto es crear una red académica para desarrollar y promover la formación, el aprendizaje y la investigación sobre BIM a través de una estrecha colaboración y cooperación entre sus miembros y otras entidades y organismos, cuya finalidad incluya la mejora del modelo productivo de la construcción.

Además de estos hitos, los miembros de esta activa asociación participan de una u otra manera en todos los congresos del sector y en todas las comisiones que al respecto se celebran, destacando el Comité AEN/CT 41/SC13, que concluirá elaborando una norma UNE sobre la estandarización en los proyectos BIM, y el recién constituido Comité CEN/442, que desarrolla estas mismas tareas a escala europea.

Pero si algo se espera que dé el empujón definitivo al uso de BIM en España es esBIM, *(www.esbim.es)*, la Comisión BIM que ha dispuesto el Ministerio de Fomento y que organiza Ineco. El propósito de esta comisión lo constituye el siguiente decálogo:

1. Impulsar la implantación de BIM en la industria de la construcción española a partir de la creación de un grupo de trabajo con participación abierta a todo el sector, tanto público como privado.

2. Fomentar el uso de BIM en todo el ciclo de vida de las infraestructuras.

3. Sensibilizar a las administraciones públicas en el establecimiento de requisitos BIM en las licitaciones de infraestructuras con el objetivo de reducir sus costes.

4. Establecer un calendario para la adaptación de la normativa para el empleo generalizado de BIM.

5. Desarrollar los estándares nacionales que posibiliten el uso homogéneo de BIM.

6. Realizar el mapa académico de la formación BIM en España y promover su inclusión en planes de estudio.

7. Promover la digitalización de los trabajos derivados del desarrollo de las infraestructuras, desterrando el formato físico, con el consiguiente ahorro económico y medioambiental.

8. Fomentar la aplicación de Open BIM, es decir que todas las operaciones relacionadas con BIM se basen en estándares abiertos y universales, interoperables entre sí.

9. Apoyar un mayor y mejor posicionamiento de la industria española en el mundo a través del empleo de la metodología BIM.

10. Afianzar la participación de España en los foros de decisión internacionales.

Para terminar, solo comentar que una de las ideas de esta comisión, y por ende del Ministerio de Fomento, es que los proyectos de edificios públicos ya se entreguen en 2018 bajo soporte BIM, y a principios de 2019, también las obras lineales. El tren de BIM ha llegado,¿te subes? ■

APOYO ESTATAL Y EUROPEO
Ineco apoya al Ministerio de Fomento en la Comisión BIM, que busca impulsar la implantación de esta metodología en España. En la imagen, Jesús Silva, presidente de Ineco, presentando el programa para 2016. Por su parte, la UE ha instado a sus miembros para que aborden la modernización de las normativas de contratación y licitaciones públicas.

Cubiertas del terminal del aeropuerto de Boavista, en Cabo Verde, diseñada por Ineco e inaugurada en 2007.

Mirasierra mira a Madrid

Con la nueva estación de Cercanías de Mirasierra, situada entre las estaciones de Pitis y Ramón y Cajal, los vecinos de Fuencarral–El Pardo dispondrán de un servicio integrado a la línea 9 de Metro de Madrid. Ineco ha participado en su diseño y construcción.

Por **Marisa Guillamot** y **Antonio Asenjo,** arquitectos

Se trata de una sencilla y cómoda infraestructura que permite acercar a los vecinos del barrio madrileño de Mirasierra al centro de la ciudad en pocos minutos. La nueva instalación aprovecha el paso de la línea ferroviaria de Cercanías entre las estaciones de Pitis y Ramón y Cajal, de manera que la estación –con una circulación estimada de casi 10.000 pasajeros– tendrá conexión con las líneas C-7 y C-8 de Cercanías. Alrededor de ella se distribuyen un conjunto de edificaciones residenciales, zonas verdes e instalaciones deportivas. El apeadero dará servicio al distrito de Fuencarral-El Pardo con más de 220.000 habitantes y facilitará el enlace con el sureste gracias a su conexión con la línea 9 de metro.

ES UNA SENCILLA Y CÓMODA INFRAESTRUCTURA QUE PERMITE ACERCAR A LOS VECINOS DEL BARRIO DE MIRASIERRA AL CENTRO DE MADRID EN POCOS MINUTOS

Los espacios entre la zona de metro y la de Cercanías están articulados por un vestíbulo principal que constituye el acceso principal a la estación. En la planta superior se encuentra una sala de espera para los viajeros. La planta situada debajo de las líneas ferroviarias dispone de un vestíbulo con un control de acceso, una oficina de atención al cliente, aseos públicos, acceso a nivel de andenes por escalera –tanto fija como mecánica– y ascensores, y cuartos para el mantenimiento de la limpieza. Además, Renfe y Adif disponen, en la propia estación, de varias salas para sus instalaciones.

La estación cuenta con dos nuevos edificios de viajeros situados a ambos lados del andén y conectados por un paso inferior. También dispone de instalaciones especiales que incluyen la ejecución de un nuevo centro de transformación.

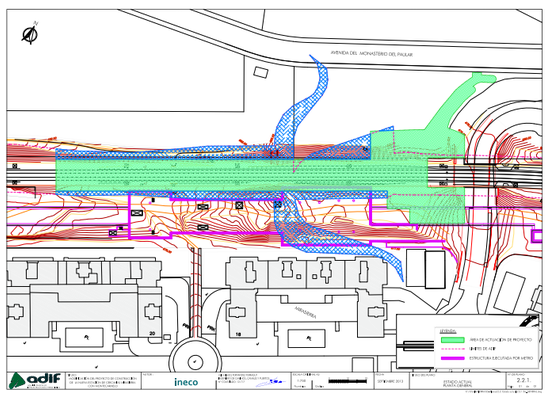
ANDENES
Los andenes tienen una longitud de 210 metros y cinco metros de ancho con rampas al final. Las marquesinas están colocadas en sendos andenes mediante módulos que cubren una longitud total de 84 metros.

ÁREAS AJARDINADAS
En los alrededores de la estación existen zonas ajardinadas y pavimentadas y un parque infantil, así como conexiones peatonales entre Montecarmelo y Mirasierra.

ACCESOS
La estación tiene un acceso de uso restringido para vehículos de mantenimiento y de emergencia –en el viario sur del barrio de Montecarmelo– y un acceso para peatones, también en el lado de Montecarmelo, con una escalera y una rampa que cumplen la normativa de accesibilidad. ■

ÁREAS AJARDINADAS
En la estación existen zonas ajardinadas y pavimentadas, y un parque infantil, así como conexiones peatonales entre Montecarmelo y Mirasierra.

1



2

1. Apeadero.
2. Planta general.

EXPERIENCIA DE INECO EN ESTACIONES DE CERCANÍAS

▶ **Jardines de Hércules, Sevilla.** Redacción del proyecto constructivo y dirección de obra y coordinación de seguridad y salud. 2015.

▶ **Soto del Henares, Madrid.** Diseño arquitectónico, estructural y el de las instalaciones, así como la dirección de obra. 2015.

▶ **Bogotá, Colombia.** Proyecto de ocho modernas estaciones en el Corredor de Occidente de Bogotá. 2011.

▶ **Rodalíes, Barcelona.** Nueva estación en la línea de Cercanías Sagrera-Meridiana. Asistencia técnica a la obra de la nueva estación, el mayor intercambiador del norte de Barcelona. 2010.

▶ **Málaga.** Proyecto de soterramiento y dos nuevas estaciones de Cercanías del aeropuerto de Málaga. Ineco redactó para Aena los proyectos básico y constructivo de toda la obra civil (la variante en vía doble, el túnel y las dos estaciones). 2010.

▶ **Alboraya, Valencia.** Dirección y asistencia técnica de las obras de dos nuevas estaciones soterradas en Alboraya-línea 3 de Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana (FGV). 2010.

▶ **Galicia.** Proyecto de homogeneización de elementos arquitectónicos de nueve estaciones, además de nuevos edificios de viajeros para dos de ellas (Arcade y Vilagarcía de Arousa), 2010.

▶ **Buenavista-Cuautitlán, México.** Asistencia técnica global hasta la puesta en servicio de la línea. 2009.

▶ **Miribilla, Bilbao.** Nueva estación de Miribilla en la línea C3 de Bilbao. Proyecto, dirección y asistencia técnica de la obra. Con sus andenes situados a casi 50 metros, es la estación con la mayor profundidad de toda la red ferroviaria española. 2009.

▶ **Cercanías en Cataluña.** Varias reformas –incluyendo el proyecto de tres nuevos edificios de viajeros– en 20 de las 50 estaciones históricas de Cercanías en Cataluña, que reformó Adif en 2009.

▶ **São Paulo, Brasil.** Estudio de viabilidad del plan de modernización de las líneas de Cercanías (CPTM) de São Paulo, que incluía la construcción de nueve estaciones y la reforma de otras 65. 2008.

▶ **Aranjuez, Madrid.** Rehabilitación de la estación: estudios previos y proyecto completo. (2007-2008). Obras ejecutadas en dos fases.

Conexión eficaz

El tráfico de peatones entre el aeropuerto de Vigo-Peinador y el Instituto Feiral de Vigo (IFEVI), separados por un conflictivo recorrido, se ha solucionado con el diseño de una pasarela peatonal de casi 300 metros.

Por **Bárbara Canle**, ingeniera de caminos y **Cristina Palmero**, arquitecta

En los últimos años se han realizado diversas actuaciones en el aeropuerto de Vigo-Peinador, como son la construcción de un nuevo aparcamiento público, con más de 2.500 plazas, y la ampliación del edificio terminal zona sur. Por otro lado, en el Instituto Feiral de Vigo (IFEVI), muy próximo al aeropuerto, se realizan más de la mitad de los certámenes internacionales que se celebran en Galicia, y gran parte de los asistentes lo hace por vía aérea. Además, el elevado número de plazas del nuevo aparcamiento de la terminal, permite aumentar la oferta de plazas del propio recinto ferial. Debido a la proximidad entre el aeropuerto y el recinto ferial los desplazamientos se hacían a pie a través de la glorieta que da acceso a ambos. El considerable tráfico, las dimensiones de la glorieta y el elevado número de accesos convertían el recorrido peatonal en un paseo largo, tortuoso, conflictivo en los cruces y sometido a las inclemencias meteorológicas. El fin de la pasarela peatonal que comunica el aeropuerto de Vigo-Peinador con el Instituto Feiral de Vigo es doble: por un lado, se pretende aprovechar el aparcamiento de la terminal aeroportuaria para dar servicio al recinto ferial y, por otro, se facilita la conexión de esta con el recinto ferial y de los visitantes que accedan a la feria por este medio, estableciendo un pasillo de comunicación entre ambos que salva, a distinto nivel, los diferentes viales que existen entre el aparcamiento de la terminal e IFEVI.

La pasarela se inicia en el aparcamiento P-1 del aeropuerto y termina junto a las dársenas de aparcamiento de vehículos pesados del Instituto Feiral. La distancia total que recorre la pasarela es de 281 m, con 10 vanos de 40 m de longitud máxima. La cobertura de la pasarela está proyectada con superficies geométricas que se van orientando siguiendo un ritmo lógico a lo largo de toda su longitud, proporcionando un carácter dinámico y tridimensional, debido al juego de dimensiones, densidades y ángulos de las superficies de despiece. ■

Medidas prioritarias

La definición de los gálibos ferroviarios no solo es imprescindible para garantizar la seguridad: también permite la interoperabilidad en el tráfico internacional y puede proporcionar importantes ahorros en la construcción de las infraestructuras. Ineco realiza estos complejos cálculos tanto en alta velocidad como en las líneas convencionales a escala nacional e internacional (Arabia Saudí y Reino Unido).

Por **Carmen Vecino**, ingeniera de caminos

El cálculo de gálibos constituye un proceso complejo en el que se comprueba que existe suficiente espacio entre el material rodante y la infraestructura sobre la que va a operar. El motivo por el que surge la necesidad de definir los gálibos –tanto para la construcción de vehículos (gálibo de material rodante) como para la colocación de elementos próximos a la vía (gálibo de implantación de obstáculos), o el cargamento en vagones abiertos (gálibo de cargamento)– es para garantizar la seguridad de la circulación ferroviaria impidiendo los choques entre los trenes que circulan en vías contiguas o con la propia infraestructura, aportando siempre un margen mínimo de seguridad.

Todos los gálibos definidos de acuerdo al método cinemático utilizan un contorno de referencia. Además del contorno de referencia, cada uno de los gálibos requiere un conjunto de parámetros establecidos por acuerdo entre el material rodante y la infraestructura. Según se define en la *Instrucción Ferroviaria de Gálibos. Orden FOM1630/2015*, un "gálibo es un contorno de referencia, más unas reglas asociadas, que permiten definir el perfil constructivo máximo del material rodante, el perfil del cargamento y el perfil fuera del cual deben instalarse las estructuras fijas o provisionales".

Las conclusiones derivadas del estudio del gálibo de implantación de obstáculos son muy importantes ya que, además de garantizar la seguridad en la circulación, pueden implicar repercusiones económicas en su aplicación en determinados puntos singulares como estructuras o túneles, dado que el estudio puede culminar en que es necesario reducir el gálibo del material rodante compa-

CÁLCULO DE GÁLIBOS
La definición de los gálibos es un proceso complejo que garantiza la seguridad de la circulación evitando interferencias entre los vehículos y de estos con la infraestructura.

tible con la infraestructura o bien requerir una mayor infraestructura. En la actividad ferroviaria se trabaja con los siguientes gálibos:

▶ **Gálibo del material rodante:** es el perfil constructivo máximo del material rodante apto para circular, tanto en recta como en curva.

▶ **Gálibo de implantación de obstáculos:** es el espacio en torno a la vía, que no debe ser invadido por ningún objeto u obstáculo, ni por vehículos que circulen sobre vías adyacentes, al objeto de preservar la seguridad en la explotación. Se consideran tres tipos:

• **Gálibo límite:** se utiliza para un punto o tramo de una línea y delimita el espacio que no ha de invadirse en ninguna circunstancia.

• **Gálibo nominal:** similar al límite, pero incorpora márgenes complementarios para circulación de transportes excepcionales, incrementos de velocidad, etc.

• **Gálibo uniforme:** se define para una línea. Es un gálibo nominal obtenido del conjunto de parámetros más desfavorables que no se dan a la vez en ningún tramo.

▶ **Gálibo de cargamento:** es el espacio que no deberá ser rebasado en condiciones estáticas por el cargamento de un vagón.

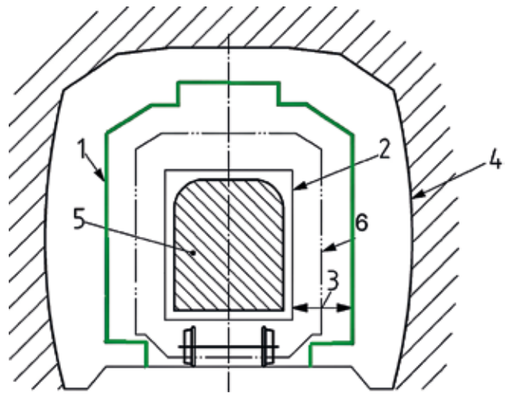
LOS ESTUDIOS DE GÁLIBOS CON UNA U OTRA TIPOLOGÍA DE VÍA, PUEDEN REDUCIR LA SECCIÓN DE LOS TÚNELES Y AHORRAR IMPORTANTES CUANTÍAS

LA NORMATIVA EN UNA EUROPA UNIDA

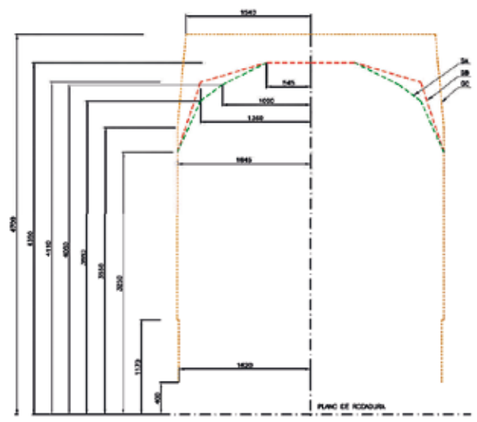
Existen diferentes normativas de gálibos, tanto en el ámbito estatal como a escala europea. La Agencia Europea de Ferrocarriles (ERA) fue creada en abril de 2004 con el objetivo de definir planteamientos comunes en materia de seguridad ferroviaria y generar normas comunes de interoperabilidad ferroviaria para preparar el camino a una red de la UE completamente integrada. Para lograr esto, la ERA contribuye técnicamente en la aplicación de la legislación de la Unión Europea con el fin de mejorar la posición competitiva del sector ferroviario. Las principales labores que realiza son mejorar el nivel de interoperabilidad de los sistemas ferroviarios; desarrollar un enfoque común de la seguridad en el sistema ferroviario europeo y contribuir a la creación de un espacio ferroviario europeo único sin fronteras, que garantice un alto nivel de seguridad.

La interoperabilidad del sistema ferroviario europeo tiene entre sus objetivos permitir la circulación segura e ininterrumpida de trenes compatibilizando los diversos sistemas ferroviarios nacionales de los países de la UE, suprimiendo o reduciendo las barreras técnicas. Para mejorar el nivel de interoperabilidad, la ERA establece y gestiona el desarrollo y actualización de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI). Las ETI tratan de garantizar los requisitos esenciales de la *Directiva 2008/57/CE* sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario europeo.

1



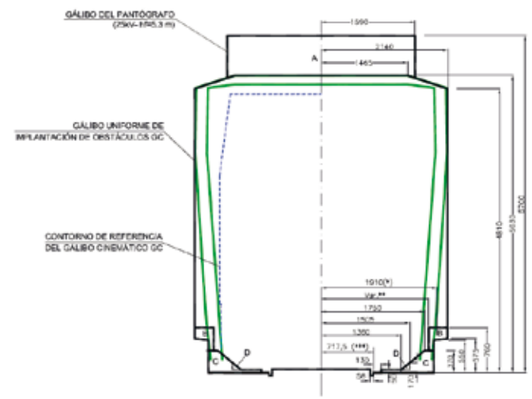
2



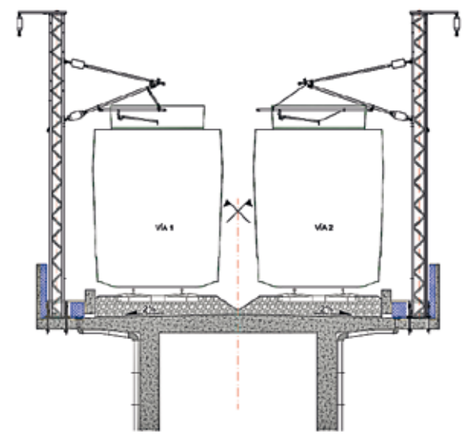
La ETI del subsistema infraestructura en el sistema ferroviario de la Unión Europea (Reglamento nº1299/2014), establece en sus apartados *4.2.3.1 Gálibo de implantación de obstáculos, 4.2.3.2 Distancia entre ejes de vías y 4.2.9.3 Separación de los andenes,* el gálibo y el entreeje a implantar así como la ubicación de los andenes según la norma *UNE- EN 15273:2013 Aplicaciones ferroviarias. Gálibos.* Además, establece la evaluación del gálibo en sus apartados *6.2.4.1 Evaluación del Gálibo de implantación de obstáculos, 6.2.4.2 Evaluación de la distancia entre ejes de vías y 6.2.4.11 Evaluación de la separación de los andenes.*

A escala nacional se ha redactado la *Orden FOM/1630 /2015,* de 14 de julio publicada en el BOE del 04/08/2015, por la que se aprueba la *Instrucción Ferroviaria de Gálibos,* que define los gálibos que se deben considerar, tanto para la construcción de vehículos, como para la colocación de elementos próximos a la vía, así como el cargamento en vagones abiertos. Dicha instrucción se ha redactado en coherencia con la norma de gálibos *EN 15273:2013* y respeta las ETI de los subsistemas de infraestructura, material rodante y energía de los sistemas ferroviarios de la Unión Europea.

3



4



1. Gálibo de implantación de obstáculos.
(1) Gálibo de implantación de obstáculos
(2) Perfil constructivo máximo del material
(3) Suma de los movimientos del vehículo y de los fenómenos de interacción con la infraestructura
(4) Infraestructura
(5) Vehículo
(6) Contorno de referencia

2. Contorno de referencia de los gálibos cinemáticos GA, GB y GC. Partes altas contornos de referencia, (contorno llevado sobre los ejes de coordenadas, al objeto de definir el gálibo del material rodante y el gálibo de implantación de obstáculos mediante el método del gálibo cinemático) de las partes altas de los gálibos cinemáticos de ancho estándar europeo (1.435 mm) GA (en verde), GB (en rojo) y GC (en amarillo).

3. Gálibo uniforme GC. En la figura se representa el gálibo uniforme, que es un gálibo nominal obtenido para una envolvente de parámetros (radios, peraltes, etc.) suficientemente desfavorables, que no se superan en la mayor parte de la línea. Esto permite emplear un único gálibo para toda la línea. Además, se representa el gálibo del pantógrafo, en cuyo cálculo influye el tipo de pantógrafo, el tipo de catenaria, la altura del hilo de contacto, el tipo y estado de la vía, así como los parámetros del trazado. Los datos de partida para el cálculo anterior han sido:
- Radio mínimo en planta: 250 m
- Radio mínimo de acuerdo vertical: 2.000 m
- Peralte máximo: 160 mm
- Insuficiencia de peralte máxima: 150 mm
- Vía en balasto en mal estado
- Pantógrafo 1.950 mm con trocadores no aislados
- Catenaria EAC-350

4. Gálibo uniforme GC en sección viaducto. En la figura se representa el gálibo GC y gálibo eléctrico del pantógrafo calculado para una sección de viaducto.

LA EXPERIENCIA DE INECO EN GÁLIBOS

Ineco ha participado tanto en la redacción de la norma europea *UNE-EN 15273:2013* como en la redacción de la *Orden FOM/1630/2015* como experto representante de la parte relativa a la infraestructura (gálibo de implantación de obstáculos), asistiendo de forma periódica a las reuniones del grupo de trabajo WG 32 perteneciente al CEN-Comité Técnico de Aplicaciones Ferroviarias TC 256, como a las reuniones del Grupo Espejo Nacional de Gálibos (espejo del WG32) *AEN/CTN 25/SC04/GT 03 GÁLIBOS*. En ellas ha colaborado con expertos europeos y españoles del sector ferroviario (Adif, Renfe, Talgo, CAF, Infrabel, SNCF, Alstom, RSSB, RATP, ÖBB, etc.). La *Orden FOM 1630/2015* es de aplicación a la definición del gálibo de implantación de obstáculos a considerar en el proyecto de líneas ferroviarias de nueva construcción o de acondicionamiento de las existentes, integradas en la red ferroviaria de interés general de anchos ibérico, estándar europeo o métrico (excepto en la línea Cercedilla-Cotos, de la provincia de Madrid).

La compañía cuenta con más de 30 años de experiencia en gálibos y lleva más de cinco realizando estudios de gálibos de implantación de obstáculos, determinación del gálibo del pantógrafo, determinación de distancia entre ejes de vías y de separación entre eje de vía y borde de andén. Esto se realiza tanto en proyectos de líneas ferroviarias de nueva construcción o de acondicionamiento de las existentes, integradas en la red ferroviaria de interés general de anchos ibérico, estándar europeo o métrico. Este proceso implica el análisis de los parámetros del trazado (radio horizontal, radio del acuerdo vertical, tipo y estado de la vía, velocidad máxima, peralte e insuficiencia de peralte máximos, etc.), la realización de los cálculos según la normativa europea y/o española, la creación de las figuras que definen los contornos resultantes y la redacción de informes describiendo la metodología empleada y las principales conclusiones. Al final del proceso de cálculo se obtiene la anchura y la altura mínima de cada punto del contorno de referencia estudiado, fuera del cual deben situarse los obstáculos.

La experiencia ha llevado a Ineco a realizar cálculos a lo largo de toda la geografía española, incluyendo tramos del Corredor Mediterráneo y la Y vasca, entre otros, y a escala internacional para los proyectos de las línea de alta velocidad en Arabia Saudi –Haramain– y para HS2 –*High Speed 2*– en el Reino Unido, la línea de alta velocidad entre Londres y Birmingham. Recientemente, en junio de 2016, Ineco participó como ponente en la Jornada Formativa de Gálibos celebrada en la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE). En esta jornada se impartió una introducción al gálibo de implantación de obstáculos y la aplicación práctica de su cálculo. ■

Todo sobre mi arte

De los anónimos artistas prehistóricos de Altamira a *Las Meninas* de Velázquez, en el Prado, el *Guernica* de Picasso, en el Reina Sofía, hasta centros de vanguardia como el Guggenheim de Bilbao o el MUSAC de León, la historia de España se puede recorrer a través de sus museos.

Redacción ***ITRANSPORTE***

El Museo del Prado (02) recibió en 2015 2,7 millones de visitantes, más que todos los habitantes del municipio de París juntos. Junto con el Centro de Arte Reina Sofía y el Thyssen-Bornemisza, todos ellos en Madrid, es la estrella del panorama museístico español. Aunque está lejos de las cifras de visitas del número uno del mundo, el Louvre, figura entre los primeros por la relevancia de su colección permanente, que incluye las principales obras de artistas españoles universales como Francisco de Goya y Diego Velázquez.

La extraordinaria riqueza de sus fondos abarca cuatro siglos de arte español, italiano y flamenco, entre otros: Tiziano, Tiépolo, Rafael, Rubens, Rembrandt, El Greco o El Bosco (01), pasando por Mengs, Correggio y otros muchos. ■

02

DE ALTAMIRA A GOYA

Las Cuevas de Altamira, en Cantabria -declaradas por la UNESCO patrimonio de la Humanidad en 1985- guarda las huellas de los primeros pobladores a través del arte rupestre, entre 35.000 y 13.000 años a.C., que en forma de reproducciones se pueden encontrar también en el Museo Arqueológico Nacional, en Madrid, recientemente remodelado. Este museo, junto con el de Arte Romano de Mérida, entre otros, muestra las obras de artistas fenicios, griegos, cartagineses, romanos y visigodos.

ARTE SACRO

03

Catedrales y monasterios de toda España albergan casi dos centenares de museos de arte sacro, que contienen desde retablos y ornamentos religiosos hasta imaginería religiosa, desde la Edad Media al Barroco, como por ejemplo el Museo de Semana Santa de Valladolid (03), el de Zamora o los museos de las grandes catedrales góticas españolas como Burgos, León, Sevilla o Segovia.

DE EL GRECO A SOROLLA

Toledo alberga el Museo de El Greco, uno de los grandes maestros del renacimiento español. La creación del Museo, en 1911, fue iniciativa del mismo fundador del Museo del Romanticismo de Madrid, el marqués de la Vega-Inclán.

Por su parte, el Museo Thyssen- Bornemisza dispone de una destacada representación de impresionistas españoles como Mariano Fortuny, Darío de Regoyos, Ignacio Zuloaga o Joaquín Sorolla, que cuenta también con un museo monográfico en Madrid.

DE PICASSO A DALÍ

04

Los grandes genios del siglo XX como Pablo Picasso (04) (cubismo), Salvador Dalí o Joan Miró (surrealismo), cuentan con una amplia presencia en los museos españoles: el célebre *Guernica* de Picasso, alegato contra la guerra civil española (1936-39) es el buque insignia del Centro de Arte Reina Sofía, aunque su extensa obra se expone también en los museos Picasso de Barcelona y Málaga. Las creaciones de Dalí se pueden encontrar en Cataluña (Museo-Teatro de Figueres, en Girona, Casas Museo de Púbol y Portlligat, Centre d´Art Perrot-Moore de Cadaqués, el Museu de Montserrat o el Museo Comarcal del Maresme); aunque también en el Thyssen y el Reina Sofía de Madrid, o el Museo de Arte Contemporáneo de la Fundación Juan March, en Palma de Mallorca. La Fundación también dirige el Museo Español de Arte Abstracto, situado en las Casas Colgadas de Cuenca, que exhibe obras de Millares, Tàpies, Torner, Rueda, Saura o el fundador, Fernando Zóbel, entre otros.

05

EDIFICIO-ARTE

Mención aparte merecen los museos de arte contemporáneo donde se diluye la separación entre el continente y el contenido, formando un todo donde el edificio se concibe como una obra de arte más. Es el caso del Guggenheim de Bilbao, de Frank O. Gehry, que alberga obras de artistas como Chillida,Tàpies, Andy Warhol o Jeff Koons (05); el MUSAC de León (Premio Mies van der Rohe) o el ARTIUM de Vitoria, que exhibe obras pictóricas y escultóricas de Miquel Barceló, Antonio Saura o Jorge Oteiza, además de piezas de Dalí, Miró o Rafael Canogar.

Cabe mencionar también al Instituto Valenciano de Arte Moderno (IVAM), que dedica un importante espacio a la fotografía y el diseño gráfico, con obras de Constantin Brancusi, Man Ray o Robert Capa.

Experiencia, competitividad y tecnología al servicio de la sociedad

Ineco cuenta con una larga experiencia en ingeniería del transporte: más de 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 ingeniería y consultoría global referente en infraestructuras. Presente en más de 50 países, cuenta con un equipo experto de 2.500 profesionales y contribuye, desde hace más de 45 años, al desarrollo de proyectos en todos los ámbitos del transporte: planificación, aeropuertos, navegación aérea, ferroviario, transporte urbano y puertos. Su actividad se extiende al sector del medio ambiente, y a la arquitectura y la edificación.

Ineco ofrece soluciones integrales en todas las fases de un proyecto, desde los estudios previos de viabilidad hasta la puesta en servicio, incluyendo la mejora de los procesos de gestión, operación y mantenimiento.

Su alta capacidad tecnológica le permite aportar los desarrollos más avanzados e innovadores, tanto para el sector público como para el privado, en cualquier parte del mundo. ■

MODOS

Aeronáutico · Transporte Urbano · Ferroviario · Puertos · Carreteras

PROYECTOS

- ORAT del aeropuerto de **Abu Dabi**
- *Project Management* de la ampliación del aeropuerto internacional de **Kuwait**
- Modernización de la red aeroportuaria y reorganización del espacio aéreo español. **España**
- Red de alta velocidad española. **España**
- Alta velocidad HS2. **Reino Unido**
- Alta velocidad La Meca-Medina. **Arabia Saudí**
- Líneas CPTM São Paulo. **Brasil**
- Agente Administrador Supervisor de la autopista de Guadalajara-Colima. **México**
- Plan Nacional Estratégico de Movilidad y Transporte de **Ecuador**
- Ampliación del aeropuerto internacional de Lima. **Perú**
- Despliegue del ERTMS en **Europa**
- Plan Director de Transporte Público de Mascate. **Omán**
- Plan Nacional de Gestión de Residuos 2016-2026. **Panamá**
- Plan Nacional de Riego y Drenaje de **Ecuador**
- Modernización de la línea ferroviaria Samsun-Kalin. **Turquía**
- Ampliaciones y mejora de las estaciones ferroviarias españolas. **España**
- Gestión del Programa de Infraestructuras de Transportes (PIT) y Plan Nacional de Transportes de **Costa Rica**
- Supervisión técnica de los nuevos trenes de Metro de Medellín. **Colombia**
- Línea 4 del tranvía de Tallín. **Estonia**
- Coordinación del tramo final del Rodoanel Mário Covas-Trecho Norte en São Paulo. **Brasil**

INECO EN EL MUNDO

ÁFRICA
Angola, Argelia, Cabo Verde, Egipto, Etiopía, Kenia, Malí, Marruecos, Mauritania, Namibia, Uganda

AMÉRICA
Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela

ASIA
Arabia Saudí, Catar, China, EAU, Filipinas, India, Irak, Jordania, Kazajistán, Kuwait, Malasia, Nepal, Omán, Singapur, Taiwán

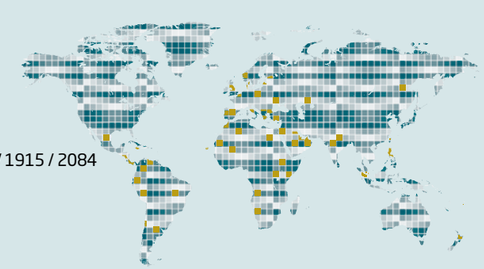
EUROPA
Bulgaria, Comisión Europea, Croacia, Dinamarca, España, Estonia, Francia, Italia, Lituania, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, Serbia, Turquía, Ucrania

OCEANÍA
Nueva Zelanda, Samoa

MÁS DE 50 PAÍSES

ESPAÑA (SEDE SOCIAL)
Paseo de La Habana, 138
28036 Madrid
Tel.: +34 91 452 12 00
Fax: +34 91 452 13 00
info@ineco.com
www.ineco.com

ARABIA SAUDÍ / Yeda +34 91 788 05 80
BRASIL / São Paulo +55 11 3287 5195
EAU / Abu Dabi +971 2 495 70 00
ECUADOR / Quito +59 39 7942 1220
KUWAIT / Kuwait City +965 6699 2395
MÉXICO / Ciudad de México +52 55 5547 4110 / 1915 / 2084
PANAMÁ / Panamá +507 66848892
PERÚ / Lima +51(1) 7105227
REINO UNIDO / Londres +44 78 27 51 84 31
SINGAPUR +65 6808 6044



Tapones para una nueva vida®

Fundación SEUR ayuda a sonreír a niños con graves problemas de salud, facilitándoles tratamiento médico y ortopedias no contempladas en la Seguridad Social.

Si tú también quieres poner tu granito de arena, **recoge tapones de plástico y entrégalos en una de las 300 tiendas que SEUR** tiene repartidas por España, Portugal y Andorra. Te sorprenderá ver cómo un gesto tan pequeño, puede convertirse en algo tan grande.

Entra en fundacionseur.org

FUNDACIÓN SEUR

ESPAÑA
CONSTRUYE
INNOVACIÓN
DESARROLLO
COMPETITIVIDAD
FIABILIDAD
MARCA
ESPAÑA