

t **tramos**

nº 765 / enero 2026

Revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible



**Yebes,
vanguardia de la astronomía**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Grupo Transportes



Sostenibles
para ti



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Contenido

nº 765 / enero 2026

- 2 50 años escuchando el universo
- 16 Nuevostamos
- 26 La gran transformación del ferrocarril de mercancías en España
- 40 Conexión estratégica
- 52 CleanSeaNet, nuestros ojos en el mar desde el espacio
- 58 El «Cajón Ferroviario del CEDEX»: ensayos a escala real para la vía del futuro
- 64 Una década «colgando» sobre la bahía de Cádiz
- 78 Fundación ENAIRE, motor de la cultura aeronáutica en España
- 88 Tramos ejemplares



Créditos

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Página web: www.transportes.gob.es

Colaboran en este número: José Antonio López Fernández; Sandra Lorente; Javier Rodríguez-Ventosa; Jose A. Aza Arias; Comunicación CEDEX; Clara Bernal García; y Alejandro Muñiz Delgado.

Fotografía: Adif; EMSA; CEDEX; Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Comité de Redacción: Presidencia: Rafael Guerra Posadas (Subsecretario). Vicepresidencia: Alejandra González Madrid (Secretaria General Técnica). Vocales: Pere Rostoll Fernández (Director de Comunicación); Ainhoa Morondo Quintano (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado); Aida Joaquín Acosta (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría); Mónica Marín Díaz (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transporte Terrestre); Álvaro José Fernández-Iruegas Pombo (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo); y Tomás Herrero González (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Movilidad Sostenible).

Diseño y maquetación: Chelo Cruz. Centro de Publicaciones.

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléfono: 915 977 000.

Suscripciones: M^a Ángeles Baltar Arnaiz: 915 977 260; y Estrella Benedito Culebras: 915 977 814. **e-mail:** cpublic@transportes.gob.es

Acceso a la publicación en digital y compra de la revista en papel en <https://publicaciones.transportes.gob.es/>
Y al histórico de la revista en <https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/listado-de-revistas>


Dep. Legal: M-666-1958 • ISSN 3101-2345 • ISSNe: 3101-2353 • NIPO: 196-24-001-2 • NIPOe: 196-24-002-8 •

Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas.
Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente.

Portada

**Desde 1975 el Observatorio de Yebes
ha escrito las páginas más importantes de la
radioastronomía y geodesia espacial en España**

50 años escuchando el universo



El Observatorio de Yebes fue cuna de la radioastronomía en España en la década de los setenta. Hoy, 50 años después, se ha convertido en una de las seis infraestructuras científico-técnicas singulares de astronomía de nuestro país: alberga el radiotelescopio que ha detectado más moléculas interestelares a nivel mundial, construye instrumentación de alta tecnología para otros países y ocupa un puesto muy destacado en el grupo de las diez mejores estaciones geodésicas del mundo. 50 años de avances que hubieran sido imposibles sin la dedicación y vocación de las sucesivas generaciones de ingenieras, ingenieros, científicos y científicas del Instituto Geográfico Nacional.

- Texto: José Antonio López Fernández, subdirector general de Astronomía y Geodesia del Instituto Geográfico Nacional

El Observatorio de Yebes a finales de los 70.

El nacimiento

Había mucha actividad el 27 de octubre de 2025, el día elegido para celebrar los 50 años del Observatorio de Yeves. Poco después de descubrir el monolito conmemorativo, el ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, afirmaba en unas breves palabras:

«Este Observatorio rastrea entre las estrellas para aclarar los misterios del universo, vigila las oscilaciones de la Tierra. Con todo, lo más importante de estas instalaciones no son sus equipos sino las personas altamente cualificadas que los operan. Son ellas las que han hecho posible, por ejemplo, que este Observatorio se haya convertido en el más eficiente del mundo en el descubrimiento de moléculas interestelares, los ladrillos primarios que componen el edificio de la vida».

50 años antes, en la década de los 70, y en aplicación de los planes de Desarrollo, el Real Observatorio de Madrid (ROM) recibió una importante cantidad de presupuestos de inversión que tenían como objetivo la modernización de sus instalaciones y de sus instrumentos de observación astronómica. Como principal instalación del Observatorio, se creó el Centro Astronómico de Yeves (CAY), en la provincia de Guadalajara, en una parcela de unas 25 hectáreas, a unos 80 kilómetros al noreste de Madrid. Como instrumentación para este nuevo centro, los seis astrónomos del ROM que constituían toda su plantilla habían encargado la construcción de un astrógrafo doble de 40 centímetros (a la empresa Carl Zeiss de la República Democrática Alemana); un telescopio óptico infrarrojo de 1,5 metros de diámetro (a la empresa REOSC, de Francia) que finalmente se instaló en Calar Alto (Almería); y,



Noticias en la prensa local sobre la construcción del Observatorio de Yeves. *Nueva Alcarria*, 19 de febrero de 1972.

sorprendentemente, de un radiotelescopio de 14 metros de diámetro para longitudes de onda milimétricas (a la empresa ESSCO de Estados Unidos) que incorporaba la más alta tecnología de la época en ese tipo de instrumentos. También se tenía previsto instalar en el CAY, una torre solar construida al efecto, el telescopio y un espectrógrafo de 15 centímetros que venía utilizándose en el propio Observatorio de Madrid.

Guadalajara, poco acostumbrada a ser foco de atención comenzaba a hacerse eco de que también algo comenzaba a moverse. A principios de 1972 aparecían las primeras noticias relacionadas en la prensa local:

«Un trozo de nuestra hermosa región, la Alcarria, parece que va a servir de lugar ideal para emplazar un modernísimo observatorio astronómico nacional. La pureza de su cielo, la excelente comunicación con Madrid y otras circunstancias imprescindibles han merecido la elección de su emplazamiento en el próximo, casi limítrofe, pueblo de

Yeves. Es obvio dudar de que ello beneficiará y honrará a Guadalajara». *Nueva Alcarria*, 22 de enero de 1972.

«Treinta millones de pesetas hay consignados en el proyecto de Ley de Presupuestos Generales del Estado para la construcción de un nuevo Observatorio Astronómico Nacional en el término municipal de Yeves. El Ayuntamiento ha cedido unas 25 hectáreas de terreno llano erial en su mayor parte cubierto de matojos y chaparros». *La Vanguardia Española*, 19 de febrero de 1972.

Los acontecimientos se precipitaban y confirmaban las buenas nuevas que venían de Madrid. En el BOE del 13 de febrero de 1973 se aceptaba la donación de la parcela al Estado. En 1974 ya estaban terminadas las obras de cerramiento, carreteras interiores y acometidas de agua y el radiotelescopio de 13,7 metros ya estaba construido en fábrica. En 1975 se autoriza la instalación eléctrica y quedan terminados los edificios que albergarían los primeros telescopios. Y casi al final de año, el 11 de diciembre,

el ministro comisario de Planificación y Desarrollo, Gutiérrez Cano, decidió pasar las últimas horas de su cargo en el Observatorio. Fue cesado dos horas después, prácticamente lo que tardó en llegar al ministerio.

«Guadalajara contará con la mejor instalación de observación astronómica del territorio nacional y con una de las tres mejores de cuantas existen en el mundo. El señor Gutiérrez Cano, en efecto, con el cese prácticamente en el bolsillo, llegó a Yebes a las cinco y media de la tarde, permaneciendo

allí hasta más de las seis». Flores y Abejas, 16 de diciembre de 1975.

Desde entonces, con el ritmo lento de los primeros pasos, fueron sucediéndose los acontecimientos. En 1976 comienzan las primeras observaciones con el astrógrafo doble. Durante 1976 a 1978 se termina de instalar el radiotelescopio de 13,7 metros. Todas estas operaciones requirieron más tiempo del que estaba previsto debido en parte a las dificultades propias de las mismas y a frecuentes interrupciones del trabajo de la empresa concesionaria del montaje.

La noche del 1 de noviembre de 1979

Una vez construido el radiotelescopio se instaló su primer receptor a 90 GHz, desarrollado por la ETSIT de Madrid. Era unas 10 veces menos sensible que los receptores para aquella época utilizados en los observatorios con radiotelescopios de ondas milimétricas. En términos de ingeniería, su temperatura de ruido era de 7000 grados kelvin, muy ruidoso para la época. Esto, unido a la necesidad de los primeros ajustes, solo permitía la detección de fuentes muy intensas. Por ello, la fuente que se trató de localizar y detectar para hacer una primera calibración del telescopio fue la Luna. Para ello, se cubría un área de varios grados cuadrados en torno a las coordenadas celestes de posición de la Luna en cada momento, haciendo barridos en elevación y azimut.

«Recuerdo que mientras uno de nosotros movía la antena desde la sala de control, el otro salía (el RT14m está encerrado dentro de un radomo) para comprobar que, 'grosso modo', el telescopio apuntaba en la dirección de la Luna. Aquellos momentos, en la soledad -entonces mucho mayor- de los campos de Yebes donde se encuentra el Observatorio, fueron para nosotros algunos de los más emocionantes que hemos tenido la suerte de vivir (y que solo se pueden 'comprar' con entusiasmo y esfuerzo). Sobre todo, cuando, por fin, en uno de esos barridos, la aguja del registrador gráfico de papel comenzó a trazar la señal, ¡espléndida señal!, de la emisión térmica de la Luna a 3 milímetros de longitud de onda». *Apuntes sobre 30 años de radioastronomía en España*. Jesús Gómez González. *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional 2011*.

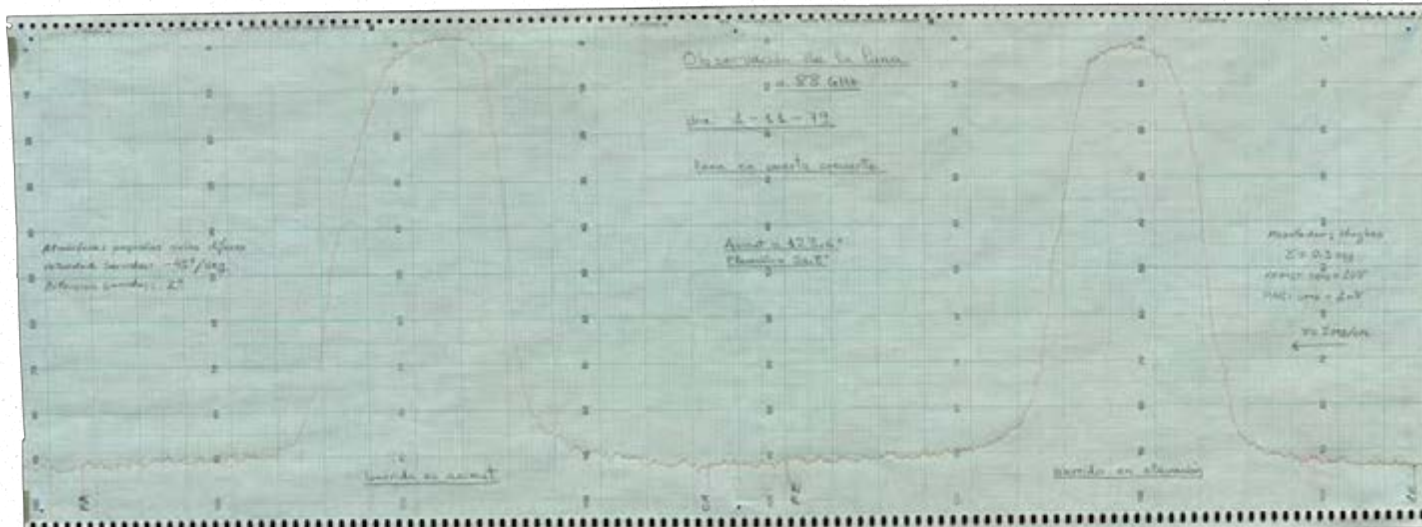
La radioastronomía

La radioastronomía comenzó en la segunda década del siglo XX, aunque no adquirió importancia hasta después de 1950. Es una ciencia que permite observar y estudiar el universo en longitudes de onda centimétricas y milimétricas. A estas longitudes, la radioastronomía ha desvelado un universo invisible al ojo humano y mostrado fenómenos físicos desconocidos anteriormente.

La radiación procedente del universo en longitudes de onda radio se detecta con receptores radioastronómicos situados en el foco de grandes antenas parabólicas. Los receptores son instrumentos muy sensibles que amplifican la señal más de mil veces y funcionan a temperaturas criogénicas próximas a 260 grados bajo cero. La criogenización de los receptores es fundamental para reducir el ruido producido por la agitación térmica de los electrones en las diferentes partes de la cadena de recepción.

El radiotelescopio de 13,7 metros se encontraba dentro de un radomo protector que permitía que funcionara en condiciones meteorológicas adversas de temperatura y viento.





Primera señal detectada con el radiotelescopio de 13,7 metros del Observatorio de Yebes. 1 de noviembre de 1979.

Aquellos comienzos no hacían presagiar los mejores augurios. 50 años después, el Observatorio de Yebes es uno de los más completos del mundo. No solo construye sus propios receptores (los más sensibles del mundo) también los exporta, es el que más nuevas moléculas interestelares ha detectado y es, además, una estación de la red internacional geodésica global, GGOS, una de las más influyentes del mundo. 50 años que demuestran que la fe y la ilusión de un maravilloso equipo humano no solo mueve montañas, también ayuda a medirlas con precisión milimétrica.

1975-1995. Dos décadas aprendiendo

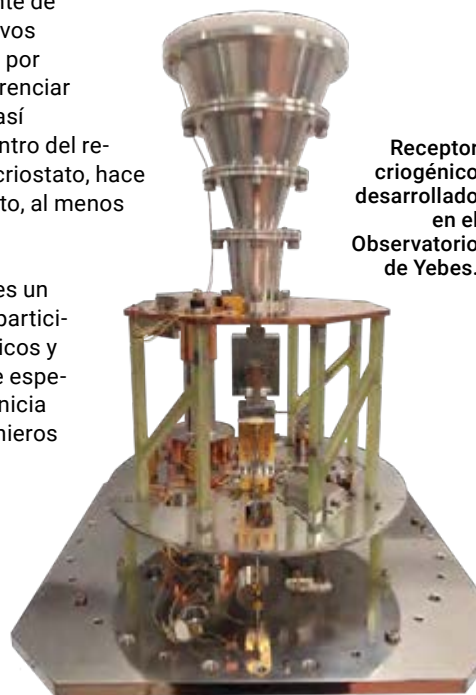
La plantilla del Observatorio, entonces seis astrónomos, un ingeniero geógrafo y dos técnicos (electrónico y mecánico), comienza a obtener los primeros resultados. Decide embarcarse en el diseño y construcción de un nuevo receptor a 45 GHz que se realizó por completo en los laboratorios y talleres del CAY, siendo el primer receptor refrigerado a temperaturas criogénicas (~ 15 K, 258 grados bajo cero) a tan altas frecuencias que se construía en nuestro país. El receptor se instaló en el RT14m en el año 1984.

Los receptores criogénicos

A simple vista un receptor radioastronómico es un cilindro hueco de acero, sin embargo, es sorprendente todo lo que ocurre en su interior. Su misión es convertir la alegre señal que se propaga como onda electromagnética en el espacio libre en una corriente de electrones confinada en un cable, pero de una manera super eficiente.

Una vez dentro del receptor, la señal encuentra primero al alimentador o antena. Esta debe atrapar la mayor cantidad de energía posible ya que el nivel de señal recibida es unos mil billones de veces inferior al de un teléfono móvil y no es cuestión de perder uno solo de esa larga lista de ceros. Es ahí donde se lleva a cabo la conversión. Posteriormente, ya convertida en electrones, es amplificada unas mil veces al atravesar el amplificador de bajo ruido. Diseñado para generar el mínimo ruido interno (la corriente de electrones dentro de los dispositivos electrónicos establece un umbral por debajo del cual no es posible diferenciar la verdadera señal del ruido), fija así nuestro límite de sensibilidad. Dentro del receptor, al que ahora llamaremos criostato, hace mucho frío, cerca del cero absoluto, al menos 260 grados bajo cero.

La fabricación de los receptores es un trabajo muy específico en el que participan ingenieros, técnicos electrónicos y mecánicos, todos ellos altamente especializados. Una actividad que se inicia en la mesa de trabajo de los ingenieros con los diseños del alimentador, el criostato, los amplificadores y los convertidores. Posteriormente, pasa a los laboratorios y talleres donde los técnicos llevan a cabo su construcción, y después son probados durante semanas en los laboratorios de medida para finalmente ser instalados en los radiotelescopios.



Receptor criogénico desarrollado en el Observatorio de Yebes.

El principal proyecto que se llevó a cabo con este radiotelescopio fue el seguimiento de las variaciones de intensidad de la emisión de los máseres circunestelares de SiO en estrellas evolucionadas, con vistas a establecer su posible correlación con la variación de su emisión en el infrarrojo (IR). Y constituyó un hito en la astronomía. Nuestras observaciones establecieron una clara correlación de las emisiones en el máser de SiO de la envoltura circunestelar y de la emisión IR de la estrella, resultado y datos observacionales que llevarían a poder realizar una importante aportación científica: la primera detección utilizando las técnicas de la VLBI de los máseres circunestelares de SiO, detección que ha abierto un nuevo campo de estudios de astrometría de estos objetos y con ello, de estudios de cinemática y evolución de las envolturas circunestelares.

Desde mediados de los años 90, los desarrollos de la radioastronomía en el IGN siguen dos líneas principales de actuación: las observaciones de interés puramente astronómico mediante el uso de radiotelescopios de antena única y de interferómetros conectados en tiempo real; y las observaciones de interés tanto astronómico, como geodésico, mediante la utilización de las técnicas de la VLBI.

En España, ya éramos capaces de hacer con nuestra propia instrumentación las observaciones radioastronómicas basadas en Tierra más complejas de aquellos tiempos. Por otra parte, jóvenes astrónomos del Observatorio habían realizado estancias de varios años en los mejores centros del mundo, aprendiendo un *know-how* precioso que en alguno de los casos ha resultado en carreras brillantes tanto en astronomía observacional como instrumental. La plantilla se duplicó

La interferometría de muy larga línea de base, VLBI

La Interferometría de muy larga línea de base, conocida por sus siglas VLBI, es una técnica de observación compleja en la que varios radiotelescopios observan simultáneamente un astro del cielo. Las señales recibidas en cada radiotelescopio se muestrean, digitalizan y registran con una marca temporal muy precisa. Después, los datos se envían a un centro de correlación que realiza una serie de operaciones complejas para obtener una imagen reconstruida del astro.

De este modo, se sintetiza un radiotelescopio virtual cuyo diámetro es igual a la máxima distancia entre las antenas, lo que permite observar astros muy brillantes con un detalle asombroso. Esta es la técnica astronómica de mayor resolución angular hasta la fecha y, por ejemplo, permitiría distinguir un objeto del tamaño a una pelota de tenis en la Luna desde la Tierra.

Más allá de aplicaciones radioastronómicas, para obtener mapas del cielo con el mayor detalle, el VLBI era también una técnica que permitía determinar la posición precisa de los radiotelescopios, lo que era de aplicación directa para determinar movimientos tectónicos. Además, es la única técnica capaz de determinar el tiempo universal (lo que tarda la tierra en girar) o los cambios de orientación de su eje de rotación. Todos estos efectos de máxima utilidad en navegación satelital o estudios de cambio global.

con personal formado y enamorado de su profesión.

Las primeras observaciones de VLBI se realizaron en el invierno de 1989, observando a 43 GHz con los radiotelescopios de Yebes, de Onsala (Suecia) y de Effelsberg (Alemania). Y, por primera vez, fue detectada la emisión del máser de SiO a esas frecuencias, abriendo así un nuevo campo de estudios radioastronómicos que ha producido un gran número de trabajos científicos de extraordinaria importancia en el conocimiento de la naturaleza y evolución de ese tipo de objetos. Y, lo más importante, significó la creación en España del primer grupo de radioastronomía experimental.

1995-2010: Renovarse o morir

Tras 20 años de explotación efectiva, el 13,7 metros comenzaba a dar signos de cansancio. Además,

la plantilla, entonces con 20 trabajadores, estaba preparada para nuevos retos. En 1992 comienza a discutirse la viabilidad de un nuevo radiotelescopio de gran área colectora y capaz de funcionar hasta el límite de frecuencias razonable en el emplazamiento de Yebes. Un radiotelescopio que permitiera seguir participando con solvencia en VLBI y en el descubrimiento de nuevas especies moleculares. Y, además, que fomentara la evolución de un grupo de desarrollo instrumental prometedor cuyos diseños comenzaban a ser famosos internacionalmente. Y así nació el proyecto del radiotelescopio de 40 metros. O lo que es lo mismo, multiplicar por 100 cualquiera de las figuras de mérito de aquellos inicios. Los 30 millones de pesetas (180 mil euros) se convertían en 18 millones de euros. Aquellos 7 mil grados de temperatura de ruido se convertían ahora en 70. Y las resoluciones



Izado del radiotelescopio de 40 metros del Observatorio de Yebes, el 14 de diciembre de 2004.

angulares aumentarían al menos en un orden de magnitud. ¿Estábamos preparados?

En 1998 dio comienzo la construcción del pedestal de la antena, siendo colocada la «primera piedra» por el entonces ministro

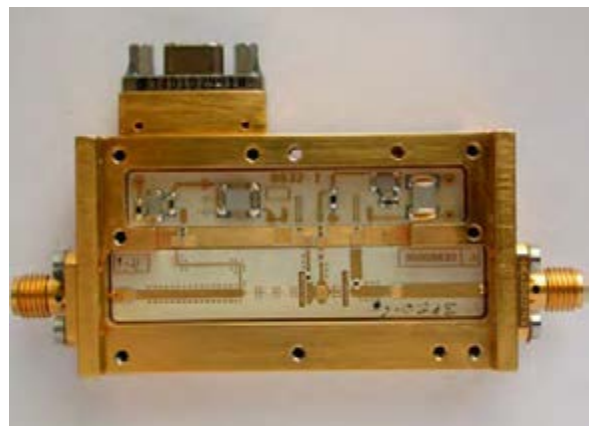
de Fomento D. Rafael Arias Salgado. Durante los años siguientes, la construcción de los distintos componentes y su montaje e instalación fueron progresando al ritmo que permitían su complejidad, la tramitación administrativa

y los presupuestos disponibles. Con diseño alemán pero fabricado en Tarragona, el radiotelescopio fue llegando por piezas a Yebes. Tras 5 años de diseño y construcción, las primeras piezas comenzaron a entrar en el verano de 2002. Tras 7 años de idas y venidas, el 14 de diciembre de 2002 se produjo el gran izado *biglift*. El 26 de abril de 2005, festividad de san Isidoro de Sevilla, patrón del IGN, Sus Altezas Reales los Príncipes de Asturias inauguraron la nueva antena.

Sin duda, la construcción del 40 metros significó un impulso definitivo para que los laboratorios del Observatorio alcanzasen una nueva dimensión. Hasta entonces los diseños de LNA habían alcanzado un altísimo nivel, equipando alguno de los radiotelescopios más importantes. Sin embargo, la necesidad de equipamiento del nuevo radiotelescopio impulsó el desarrollo de la tecnología de receptores

Los amplificadores criogénicos de bajo ruido, LNA

Sin duda, uno de los elementos clave de los receptores de un radiotelescopio son los amplificadores criogénicos de muy bajo ruido. El Observatorio de Yebes se especializó muy pronto en su diseño y fabricación. Esta actividad de alta tecnología que comenzó hace más de 30 años se mantiene activa a un altísimo nivel competitivo en la actualidad. El amplificador exige un diseño singular para que la pieza clave, el transistor HEMT, se rodee de las condiciones idóneas para ofrecer el mínimo ruido posible. Un circuito de microondas, la línea microstrip diseñada al efecto, componentes electrónicos chip y una caja metálica con fresados de precisión micrométrica recubierta de una fina capa de oro de unas pocas micras de grosor se encargan de ofrecer el entorno adecuado. Y para culminar, unos finos hilos de oro también de unas pocas micras de diámetro (el tamaño de un cabello humano) realizan las conexiones necesarias con el transistor. Y todo esto, a unos doscientos sesenta grados bajo cero, para que no se escape ninguna señal, sin importar cuán lejana sea su procedencia.



Amplificador de microondas de bajo ruido diseñado y construido en el Observatorio de Yebes.



Primera «luz» con el radiotelescopio de 40 metros el 21 de junio de 2007. Se muestra la señal detectada por el receptor de 22 GHz al realizar un barrido sobre la Luna.

criogénicos. Así se construyeron una serie de ellos, en el estado del arte, cubriendo las bandas desde 2 GHz hasta 22 GHz.

Precisamente el receptor de 22 GHz tuvo un papel crucial en los primeros pasos del RT40m. Llevaba ya 2 años construido cuando se decidió instalarlo en el foco del sistema. No había razón para demorar su estreno y el 21 de junio de 2007, y esta vez de forma instantánea, tuvimos la primera luz, por supuesto la Luna. Se había aprendido tanto

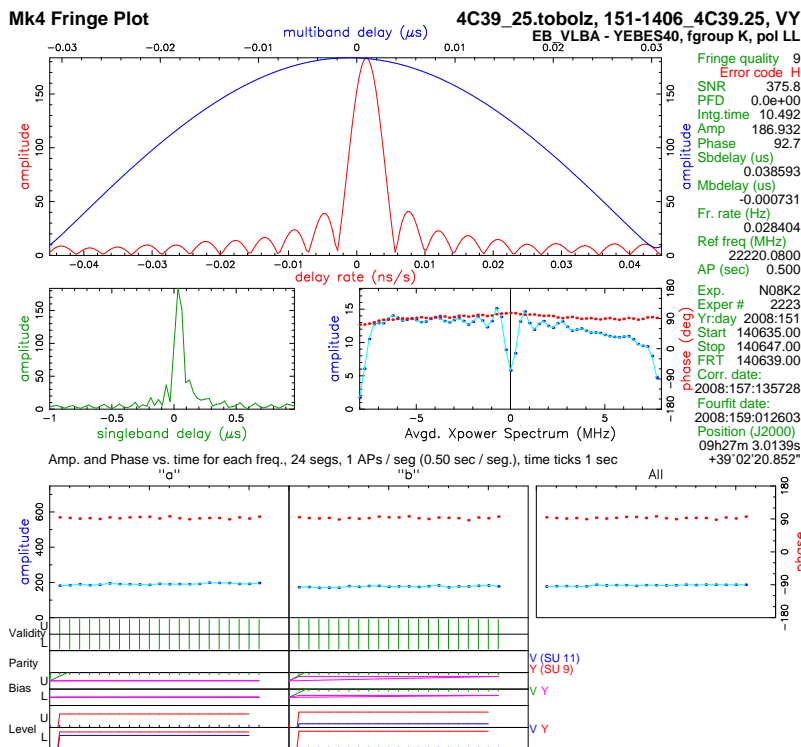
y tan rápido. Aunque no fue hasta un año después que el RT40m participó por primera vez en una sesión de VLBI, también a 22 GHz y también a la primera, pero no sin sufrimiento.

El primer experimento VLBI con el 40 metros a 22 GHz el 30-31 de mayo de 2008

Aquella mañana empezaba con el nerviosismo de la primera vez. Todo hacía presagiar que todo iba a

ir bien para la observación programada a las 14:00. A las 10:00 dejó de funcionar el subreflector, empezaban los problemas como si algo o alguien quisiera mantenernos a prueba un rato más. Pero el equipo reaccionó de forma inmediata y tras una actuación brillante todo estaba en marcha. Era normal que algo no funcionase, estábamos en pruebas.

Hacia el mediodía todo parecía caerse definitivamente con un fallo general de los ejes de movimiento. Era algo más que un simple fallo de *software*, había mucho *hardware* en juego. Pero de nuevo la reacción fue rápida y efectiva. Nada más podía pasar, pero una vez comenzada la observación los discos seleccionados donde se grabarían los datos estaban averiados. Solo 5 minutos más tarde pudo reanudarse el experimento. Ahora sí, solo había que enviar por FTP los primeros minutos de observación, pero el destino aún reservaba una prueba más, internet dejó de funcionar por una avería en la Universidad de Alcalá. Nada podía detenernos. Se decidió llevar el disco directamente en coche a Alcalá y desde allí enviar los datos por FTP. Al ritmo de unos cuantos megas, común por entonces y nada que ver con los 100 gigas actuales, llegaron al correlador en Holanda sobre las 16:00. Y sobre las 19:00 adelantan que parecían intuirse franjas de interferencia entre Yebes y Effelsberg. ¡Eso era bueno, muy bueno! Y a las 21:00 llega la confirmación de dichas franjas. Yebes había culminado su primera observación de VLBI. Tras este hito, el 40 metros participa rutinariamente en observaciones de VLBI tanto astronómico con la EVN como geodésico con la IVS, convirtiéndose por sus características y la sensibilidad de sus receptores en una antena clave de ambas redes.



Franjas de interferencia entre el 40 metros y el radiotelescopio de 100 metros de Effelsberg en Alemania.

2010-2015: Cinco años de locura

La nueva década comenzaba con un nuevo desafío. El VLBI geodésico necesitaba dar un salto de calidad como por ejemplo determinar con precisión milimétrica distancias intercontinentales. Nuevos métodos para conseguir retos hasta ahora inalcanzables. Para ello se iniciaba un proyecto denominado VLBI2010, posteriormente VGOS (VLBI Global Observing System): instalación de un gran número de radiotelescopios de 13,2 metros, de movimientos

rápidos (hasta 6°/s) y con receptores de banda ancha 2-14 GHz. Se procuraba observar el mayor número de fuentes (cuásares) y con la banda más ancha posibles, lo que permitía mejorar la precisión de los observables en un orden de magnitud. Es decir, pasar del centímetro al milímetro.

Era la excusa perfecta para que los ingenieros del Observatorio, que se incorporó a VGOS mediante el proyecto RAEGE, la red atlántica de estaciones geodinámicas y espaciales, intentaran dar el golpe de efecto definitivo. Cuatro

radiotelescopios geodésicos en tres placas tectónicas diferentes. El IGN adquirió tres de estos radiotelescopios: uno para Yeves, otro para Santa María y otro para Canarias. El proyecto tuvo doble efecto. Por una parte, hacía que Yeves aumentara sus actividades en geodesia espacial y, por otro, renovaba el espíritu desarrollador de sus ingenieros.

En 2013 se completó el radiotelescopio de Yeves, que fue inaugurado el 21 de octubre de 2013 por la ministra Ana Pastor acompañada por la presidenta de Castilla-La



El radiotelescopio de RAEGE de 13,2 metros de diámetro del Observatorio de Yeves.

IVS Newsletter

Issue 45, August 2016



First Transatlantic VGOS Fringes

– Chester Ruszczyk, MIT Haystack Observatory



Set of stations involved in the successful fringes tests across the Atlantic.

In recent months a lot of progress has been made in the roll-out of the VGOS (VLBI Global Observing System) network and system. Having successfully obtained interferometric fringes between the VLBI broadband systems at the Kokee Park Geophysical

Observatory, MIT Haystack Observatory, and Westford, VGT002 is running. The bottom line is, VGOS broadband compatibility is starting to shape up across the Pacific and the Atlantic.

This amazing accomplishment required the efforts of many dedicated people, among them, Alexander

(Alemania), GGAO, Westford, Kokee (los tres en USA) y, por supuesto, Yebes (España).

Y cómo se publicaba en la *newsletter* de la IVS (International VLBI Service) de agosto de 2016: «On Thursday, 9 June 2016 (day of year 161), fringes were obtained between GGAO, Westford, and Wettzell in all four VGOS observing bands (a.k.a. bands A, B, C, and D)

... There is still a lot of work ahead before reaching the next step with respect to scientific observations, but this represents a wonderful step to achieving the goal of an integrated geodetic broadband VGOS network». *IVS Newsletter issue 45.*

Primera observación exitosa de la red VGOS.

Mancha, María Dolores de Cospedal. Como resultado del continuo aprendizaje, la primera luz fue bastante rápida. Esta vez fue con el Sol en 2014. Finalmente se participó en

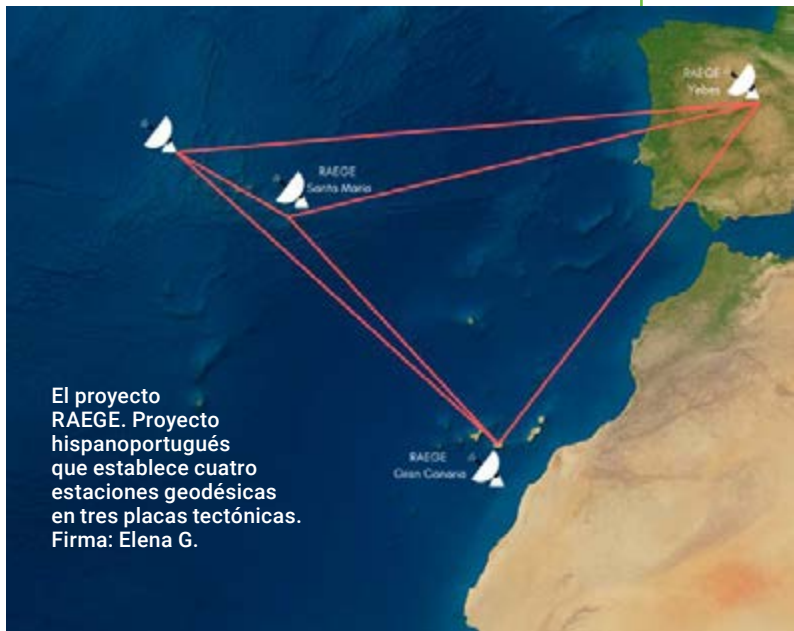
la primera observación de franjas transatlánticas VGOS en agosto de 2016. Tan solo 5 radiotelescopios de la nueva red participaron en el primer experimento: Wettzell

La geodesia y el VLBI geodésico

La geodesia es la disciplina que estudia la forma, dimensiones y el campo gravitatorio terrestre incluyendo su posición y orientación en el espacio. La Geodesia Espacial, que se desarrolla en el Observatorio de Yebes, permite determinar pequeños cambios sobre la superficie terrestre a partir de mediciones a satélites artificiales utilizando receptores de GNSS (Sistemas Globales de Navegación de Satélites) o telemetría láser (SLR), y otros objetos exteriores a la Tierra como los cuántares mediante VLBI. Esta técnica se emplea además para la definición de sistemas de referencia, como el Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) que sirven de base para técnicas como la navegación, la topografía o la ingeniería civil.

GGOS, el Sistema de Observación Global de Geodesia, es un componente de la Asociación Internacional de Geodesia constituido en 2003. Se creó para avanzar en el conocimiento de una Tierra dinámica. GGOS permite observar los cambios de forma de la Tierra, de su rotación y de la distribución de su masa. Además, proporciona un marco de referencia geodésico global.

La materialización del marco de referencia se hace con estaciones en la superficie de la Tierra que disponen de diferentes técnicas de medida: Interferometría de Muy Larga Línea de Base (VLBI), telemetría láser a satélites (SLR) y sistemas de posicionamiento global por satélite (GNSS). Las estaciones disponen, adicionalmente, de



El proyecto RAEGE. Proyecto hispanoportugués que establece cuatro estaciones geodésicas en tres placas tectónicas. Firma: Elena G.

otros instrumentos para medir la gravedad local terrestre y un sistema de colocación para vincular los diferentes sistemas de referencia de cada una de las técnicas.

En 2024, el Observatorio de Yebes se convirtió oficialmente en una de las ocho estaciones geodésicas fundamentales en el mundo al disponer de todas las técnicas anteriores.

Mientras tanto, el diseño estrella de Yeves, los LNA, seguía mejorando y ampliando horizontes. El gran proyecto ALMA disponía ahora de más de 500 de amplificadores del

Observatorio. Se ampliaban las bandas de frecuencia, éramos ya los líderes en la carrera del mínimo ruido. Poco antes se había embarcado uno de los LNA en un satélite.

Aquel noviembre de 2013: cuando Japón llama a tu puerta

Los ingenieros de Yeves habían desarrollado un nuevo concepto de

Receptores para geodesa espacial desarrollados en el observatorio de Yeves



| LOCALIZACIÓN | INSTITUTO | RECEPTOR |
|----------------------------|-----------|---------------------------------------|
| JAPÓN | GSI | Receptor tribanda |
| ANTÁRTIDA (Ohiggins) | BKG | Receptor S/X |
| ALEMANIA (Wetzell) | BKG | Receptor S/X |
| NORUEGA (Spitsbergen) | NMA | Receptor Tribanda y 2 Receptores VGOS |
| FINLANDIA (Metsahovi) | FGI | Receptor VGOS |
| AZORES (Santa María) | RAEGE | Receptor Tribanda y Receptor VGOS |
| TAILANDIA (Narit) | NARIT | Receptor VGOS |
| ITALIA (Matera) | EGEOS | Receptor VGOS |
| SUDÁFRICA (Hartebeesthoek) | HartRAO | Receptor VGOS |
| ESPAÑA (Yeves) | IGN | Varios |
| ARGENTINA (La Plata) | BKG/AGGO | Receptor S/X |



| LOCALIZACIÓN | INSTITUTO |
|----------------------------|---------------------------------|
| JAPÓN | GSI / NAOJ |
| ANTÁRTIDA (Ohiggins) | BKG |
| ALEMANIA | BKG / Max-Planck / ESO |
| NORUEGA (Spitsbergen) | NMA |
| FINLANDIA (Metsahovi) | FGI |
| AZORES (Santa María) | RAEGE |
| TAILANDIA (Narit) | NARIT |
| ITALIA (Matera) | EGEOS |
| SUDÁFRICA (Hartebeesthoek) | HartRAO |
| ESPAÑA (Yeves) | IGN |
| ARGENTINA (La Plata) | BKG / AGGO |
| CHINA (Nankin) | Purple Mountain |
| PAISES BAJOS | Sron / Nova |
| FRANCIA | IRAM / Callisto / Meudon / CNRS |
| SUECIA | Chalmers |
| ISRAEL | Technion |
| CHILE | APEX / ALMA |
| HAWAII | SMA |
| EEUU | VLBA |
| INGLATERRA | U. Oxford |

AMPLIFICADORES YEBES



Distribución de tecnología *made in Yeves* en el mundo.

receptor para VGOS. Se trataba de uno ultrasensible y de banda ultra ancha. Poco antes también diseñaron un pionero o «pathfinder». Un receptor que permitía explotar la banda S/X y simultáneamente la banda Ka. Esto llegó a oídos de los diferentes institutos interesados en VGOS que solicitaron ayuda.

Uno de esos institutos fue GSI (Autoridad de Información Geoespacial) de Japón. El IGN recibió un encargo oficial que constituía el primer desarrollo de receptor criogénico completo para una institución externa. El desafío era considerable, especialmente por desarrollar tecnología para un país que superaba tecnológicamente a España. Manos a la obra, el equipo de Yebes lo construyó en tiempo récord, constituyendo el hito que marca un antes y un después para los laboratorios de Yebes. Posteriormente fueron varios los países que solicitaron sus servicios, en especial para el desarrollo del receptor de banda ancha: Noruega, Finlandia, Italia, Sudáfrica o Tailandia disponen hoy en día de tecnología *made in Yebes*. Lo que constituye más de la mitad de la red VGOS. Se había conseguido que el mundo del VLBI geodésico fuera Yebes-dependiente.

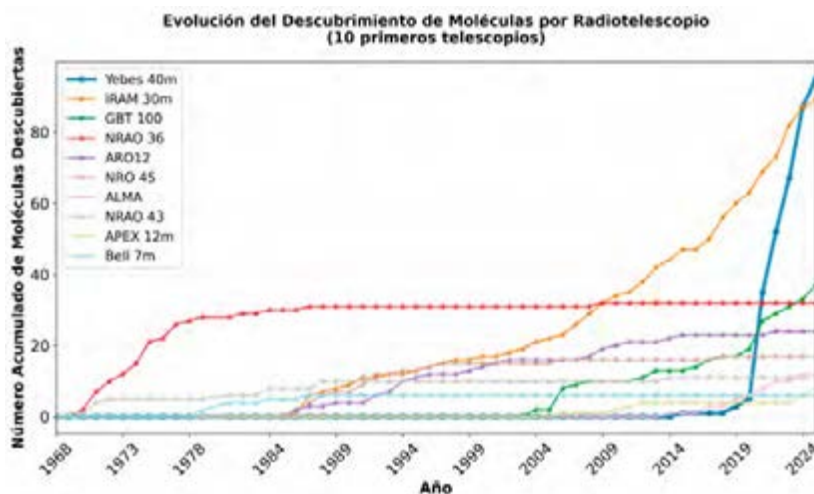
El funcionamiento cada vez más preciso del RT40 metros y su instrumentación permitieron que el Observatorio fuera incluido en el primer mapa de ICTS de España en 2007. En la actualidad son seis los observatorios astronómicos incluidos en este mapa, lo que les permite el acceso a fondos europeos para su mantenimiento y desarrollo. Junto al Observatorio de Yebes se encuentran al Observatorio de Calar Alto en Almería, el GRANTECAN en Canarias, los Observatorio de Canarias, el Observatorio de Javalambre en Teruel y

el radiotelescopio del Instituto de 30 metros del Instituto de Radioastronomía Milimétrica en Granada.

2015-2025: La década prodigiosa

La ICTS comenzaba a recibir fondos europeos, lo que permitió una intensa modernización mediante la ampliación de los laboratorios y talleres. También pudo adquirirse instrumentación de medida de laboratorio y máquinas de precisión de taller para el desarrollo de instrumentación radioastronómica. Algo

más de 20 millones en no más de diez años. Se seguían recibiendo pedidos de receptores y amplificadores, lo que constituía una fuente importante de ingresos. E incluso se emplearon estos fondos para la adquisición de un SLR (Satellite Laser Ranging). Un instrumento de geodesia espacial que permitiría a Yebes ser considerado una estación geodésica fundamental al emplear tres técnicas de geodesia espacial: GNSS, SLR y VLBI. Yebes entraba en el grupo de las 10 mejores estaciones geodésicas del mundo.



Evolución de la detección de moléculas en el universo. La línea azul corresponde a las detectadas con el radiotelescopio de 40 metros.

Las moléculas en el espacio

El espacio interestelar no está vacío a pesar de que la densidad de materia es extraordinariamente pequeña. En él se encuentran átomos, fundamentalmente de hidrógeno, moléculas y granos de polvo. Las moléculas se agrupan habitualmente en vastas estructuras de materia conocidas como nubes moleculares. En estas regiones, con diferentes condiciones físicas y químicas, se producen reacciones químicas donde se forman moléculas complejas. La primera molécula interestelar (OH) se descubrió en 1963 y, desde entonces hasta el momento de esta publicación, se han detectado más de 340 especies moleculares de las que el radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes ha descubierto 95 en los últimos 5 años. En 2021 se detectaron por primera vez la etalonamina, la cabeza hidrófila de un fosfolípido, en la dirección del centro de nuestra galaxia, y las primeras moléculas policíclicas aromáticas en forma de anillo en la nube molecular oscura de Tauro.

Estos estudios son muy importantes para entender la química del medio interestelar y su relación con la emergencia de la vida en los planetas.

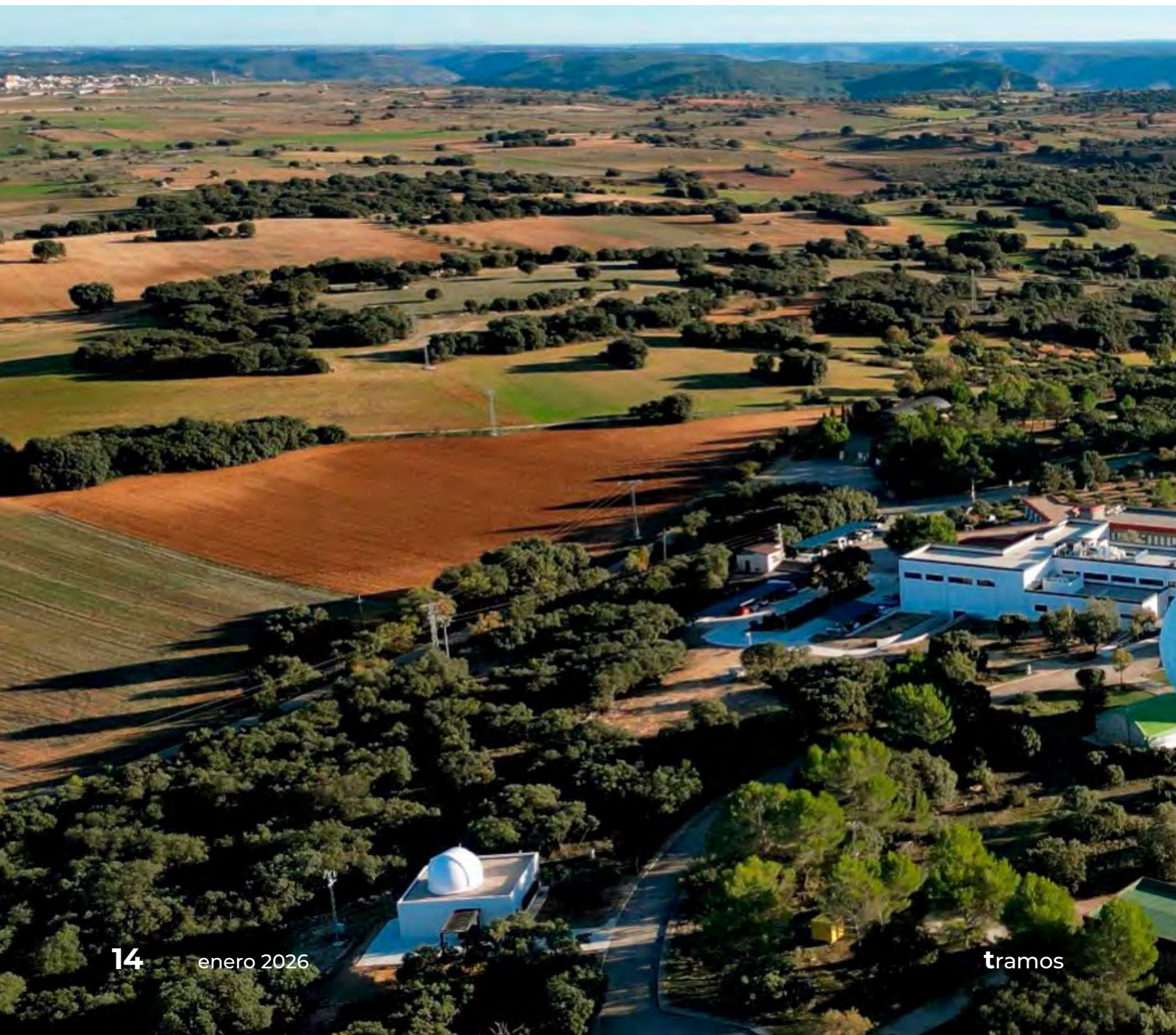


Acto de celebración del 50 aniversario del Observatorio de Yeves.

El Observatorio de Yeves en la actualidad.

Nanocosmos y el récord de los buscadores de moléculas

Y entonces llegó Nanocosmos. Un proyecto financiado por Europa y en cooperación con el CSIC. Nanocosmos suponía una importante inyección de fondos, aproximadamente 3 millones de euros, para desarrollar una nueva generación de receptores milimétricos de altísima sensibilidad. Los ingenieros de Yeves desarrollaron tres de los receptores más sensibles hasta la fecha: 3 mm, 7 mm, 14 mm.



Nanocosmos empezó a convertirse en una factoría de detección de nuevas especies moleculares en el medio interestelar, lo que constituye un hito sin precedentes para la astroquímica. Y sin precedentes fue la lista de moléculas descubiertas. Hoy el RT40m se ha convertido en el radiotelescopio que más ha descubierto, aproximadamente un tercio de las totales descubiertas hasta la fecha. Además, el proyecto permitió participar en la detección del primer agujero negro.

En palabras del ministro Óscar Puente durante el acto del 27 de octubre de 2025:

«50 años puede parecer demasiado tiempo en un país que, en muchas ocasiones, ha considerado a la ciencia una realidad marginal. Afortunadamente, los tiempos del 'que inventen ellos' han quedado atrás. Felicito a quienes han hecho posible que este Observatorio sea un orgullo para todos nosotros y le auguro una larga vida».

50 años después, aquel Observatorio que daba los primeros

pasos en la moderna técnica observacional llamada radioastronomía se ha convertido en el Observatorio más completo del mundo. Varias generaciones de astrónomos e ingenieros españoles se han encargado de poner los cimientos más firmes a los tres pilares que lo sustentan: ser el mejor buscador de moléculas en radioastronomía, ser el mejor centro de desarrollo de instrumentación radioastronómica, y ser una estación geodésica fundamental. Sigamos escuchando al universo. ■





Ya en vigor la **Ley de Movilidad Sostenible**

La Ley de Movilidad Sostenible ya está en vigor desde el pasado 4 de diciembre. Su objetivo es establecer unas condiciones para que ciudadanos y entidades dispongan de un sistema de movilidad que contribuya a una mayor cohesión social y territorial; favorecer el desarrollo económico; y la reducción de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Con tal fin, se recogen una serie de obligaciones para la optimización energética de terminales de transporte, talleres y otras infraestructuras, así como el uso de energías renovables en dichas instalaciones.

Avala a los municipios para poder cobrar, si así lo desean, una tasa por la circulación de vehículos que superen los límites de emisiones o las categorías máximas de libre circulación estipuladas en las zonas de bajas emisiones. También regula las medidas a adoptar durante episodios de alta contaminación, como

el corte de carreteras. La nueva normativa apuesta por la intermodalidad integrando los servicios tradicionales de transporte público, por carretera y ferrocarril, con los nuevos como el *carsharing*. Se introduce una nueva categoría de transporte público conocido como 'a demanda', el cual permitirá a las administraciones públicas ajustar la prestación de servicios a las propias características de zonas con escasa demanda. Además, se impulsará una Estrategia Estatal para el uso de la bicicleta, promocionándola tanto para la movilidad cotidiana como para el turismo, e instalando aparcamientos y servicios públicos de bicicletas compartidas en intercambiadores y estaciones. En un plazo máximo de 24 meses las empresas con más de 200 trabajadores o 100 por turno deberán disponer de planes de movilidad sostenible para que los empleados puedan acudir al trabajo impulsando el vehículo compartido y el transporte público. 🌱



España al frente por tercera vez de la **presidencia de la Organización Marítima Internacional**

España presidirá, por tercer bienio consecutivo y hasta el año 2027, el Consejo de la Organización Marítima Internacional (OMI). Así lo han decidido por aclamación los 40 miembros de este órgano ejecutivo de la organización que representa a los 176 Estados miembros que la constituyen. El propio ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, participó activamente en la 34.ª Asamblea de la OMI donde defendió la candidatura española para seguir formando parte del Consejo de este organismo internacional dentro del bloque de categoría B al que pertenece en la actualidad y que reúne a los 10 países con mayores intereses en el comercio marítimo internacional. Víctor Jiménez Fernández, que ocupa la presidencia desde 2021 y es el representante alterno de nuestro país en la OMI, ha sido reelegido presidente del órgano ejecutivo de las Naciones Unidas para el tráfico marítimo internacional. Durante el próximo bienio 2026-2027, el Consejo tiene entre otros retos desbloquear los objetivos de reducción de emisiones con medidas concretas y obligatorias para la sostenibilidad del transporte marítimo. 🌱





MADRID

AV350
ESPAÑA



BARCELONA

En estudio la viabilidad para aumentar la velocidad a 350 kilómetros por hora en la LAV Madrid-Barcelona

Con el fin de analizar actuaciones de mejora de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Barcelona, aumentar la velocidad de este corredor a 350 Km/h y reducir el trayecto entre ambas ciudades a menos de 2 horas, Transportes ha licitado dos estudios por 2,3 millones de euros (IVA incluido). Ambos proyectos incluyen nuevas variantes de acceso para Madrid y Barcelona, así como la ejecución de nuevas estaciones de Alta Velocidad en Parla y el Prat de Llobregat. En concreto, uno de ellos analizará en dos fases la mejora de la LAV Madrid-Barcelona-Frontera francesa y nuevas variantes de acceso a Madrid y Barcelona. Mientras que el segundo valorará la viabilidad de la estación de El Prat de Llobregat que

estaría conectada con la red de Rodalies. La futura estación de Alta Velocidad en Parla también conectaría con Cercanías y permitiría efectuar parada a los trenes transversales Andalucía-Cataluña. También se va a estudiar un nuevo acceso a la estación Madrid Chamartín-Clara Campoamor desde el este con un ramal hacia el sur, dotando de un acceso alternativo y sin necesidad de emplear el túnel de ancho estándar para los trenes procedentes de todo el Mediterráneo y Andalucía. Por último, se analizará un nuevo tramo de Alta Velocidad directo Lleida-Barcelona que podría solventar la falta de capacidad del tramo actual con Tarragona e incrementar los servicios regionales en Cataluña. 🌐

Valencia y Barcelona estarán conectadas en vías de Alta Velocidad en el 2027

El ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, ha asegurado que en 2027 será posible circular en ancho estándar desde Barcelona hasta Valencia completando el eje de Alta Velocidad del arco mediterráneo y reforzando la red de mercancías entre los puertos y los principales centros de producción. Desde 2018, el ministerio ha duplicado el ritmo de ejecución en el corredor con inversiones que superan los 8300 millones de euros, de los cuales 6480 millones han sido adjudicados y 5389 ejecutados. En septiembre de 2025, el 36 % de las líneas del Corredor Mediterráneo ya se encuentran en servicio y un 83 % del trazado se encuentra en fase de obras. «Todas las comunidades autónomas tienen obras en marcha y avances contrastables», ha remarcado Puente.

intermodal de La Sagrera será la gran puerta norte del corredor tras una inversión de 1000 millones de euros. En paralelo, se desarrollan infraestructuras logísticas clave como la terminal de La Llagosta, el acceso ferroviario a SEAT-Martorell y la conexión con el puerto de Tarragona. El avance del Corredor Mediterráneo consolida a España como referente europeo en la red básica TEN-T, y garantiza el cumplimiento de los objetivos de interconexión fijados por la Comisión Europea para el 2030. 🌐

En el sur, Andalucía concentra una de las mayores transformaciones con la modernización integral de la línea Algeciras-Bobadilla, clave para conectar el principal puerto español con la red transeuropea, y la construcción de la nueva Línea de Alta Velocidad Murcia-Almería, donde ya se trabaja en el montaje de vía y la electrificación. Paralelamente, se redactan los proyectos para reformar el eje Antequera-Granada-Almería, donde destaca la variante de Loja. En la Comunidad Valenciana, la conexión en Alta Velocidad reducirá los tiempos de viaje entre las tres capitales Castellón, Valencia y Alicante a menos de una hora y facilitará la conexión de la red con los principales nodos logísticos. En Cataluña, la futura estación

Corredor Mediterráneo
infraestructuras (vías y vías)





El BEI financiará la LAV Burgos-Vitoria

El Consejo de Administración del Banco Europeo de Inversiones (BEI) ha aprobado una financiación de 1700 millones de euros para la Línea de Alta Velocidad Burgos-Vitoria. Esta inyección de capital supone un importante impulso a la conectividad ferroviaria en Alta Velocidad en la península ibérica y con el resto de Europa. El proyecto dará continuidad a la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Valladolid-Burgos hasta el País Vasco donde enlazará con la 'Y' vasca y su conexión con la frontera francesa en ancho estándar. Se espera que, una vez puesta en marcha la línea y junto con la 'Y' vasca, se alcancen los 5,5 millones de viajeros al año en el corredor Madrid-País Vasco. En los próximos días se firmará un primer tramo de este préstamo por importe de 325 millones de euros. El apoyo del BEI a las líneas de Alta Velocidad en España supera los 14 000 millones de euros de financiación. 🌍



El sector marítimo español ya tiene plan de Descarbonización

El Consejo de Ministros aprobó el pasado noviembre el Plan de Acción Nacional para la Descarbonización del Transporte Marítimo que incluye un plan de ayudas públicas de 250 millones de euros en 5 años (2026-2030) destinado a subvencionar a las navieras para la renovación y transformación de buques existentes y la construcción de nuevos, bajos en emisiones de gases de efecto invernadero (200 millones). Las ayudas también promocionarán proyectos piloto para el uso de nuevos combustibles renovables de origen no biológico, como el amoníaco o el metanol (49,6 millones).

Este plan está liderado por la Dirección General de la Marina Mercante y establece las líneas estratégicas, medidas y programas de ayuda para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % en 2030 con respecto a las emisiones que el sector generaba en 2008. 🌍



La futura estación intermodal de Londres sur lleva sello español

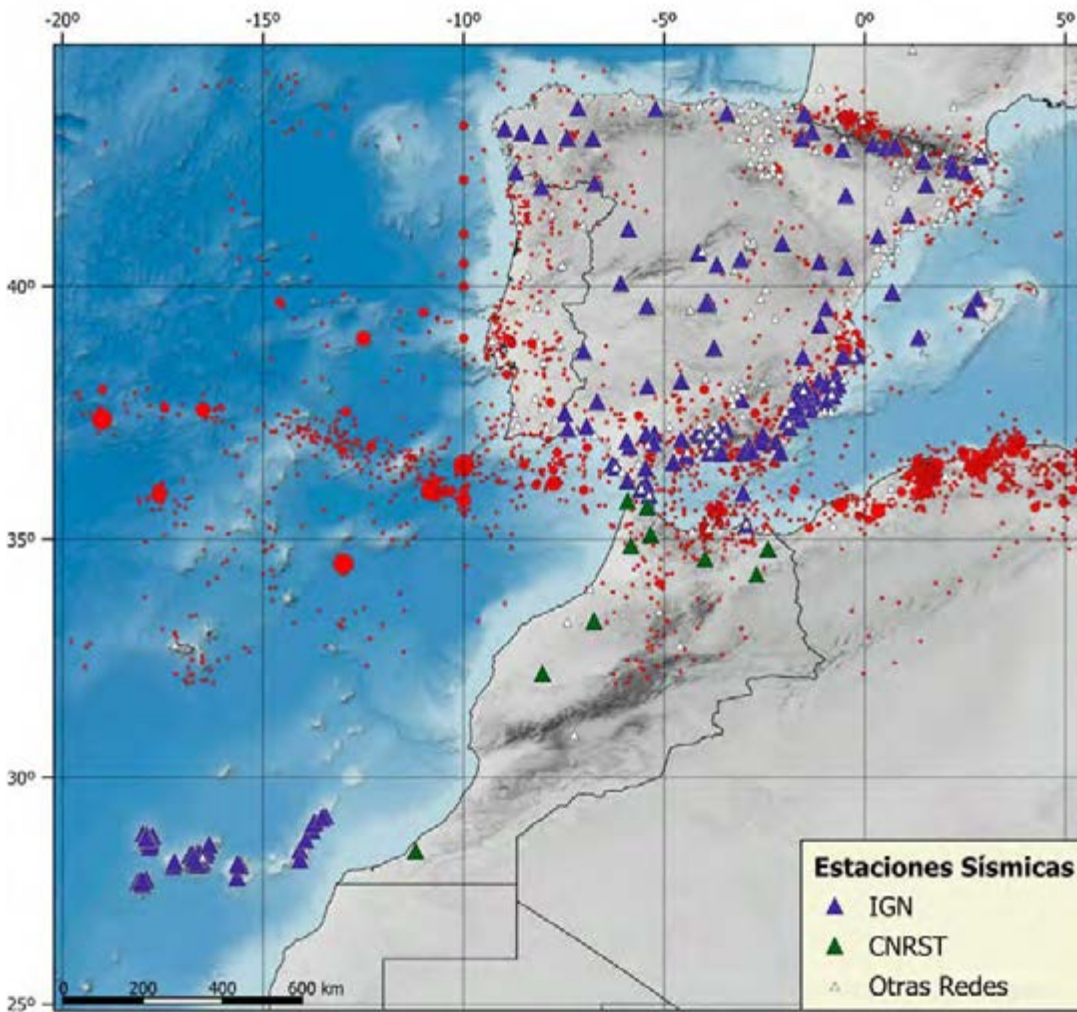
En el marco de la 34.ª reunión de la Organización Marítima Internacional celebrada el pasado noviembre en Londres, el ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, aprovechó la ocasión para apoyar los trabajos de las empresas españolas en el Reino Unido. En una visita a las obras, Puente pudo ver como la estación HS2 (High Speed Two Ltd.) de Londres, construida por Dragados en alianza con la británica Mace, marcha a buen ritmo. Funcionará como la estación sur para la Alta Velocidad y conectará Londres y Birmingham en apenas 49 minutos. La futura estación intermodal se convertirá en un punto neurálgico del transporte en Reino Unido. 🌍



Reunión de alto nivel España-Marruecos

El ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, y el ministro delegado de Inversiones, Convergencia y Evaluación de Políticas Públicas de Marruecos, Karim Zidane, han mantenido una reunión de alto nivel para analizar materias de interés común y futuras colaboraciones entre ambos países. Puente ha trasladado el interés de España en acompañar la transformación de la movilidad marroquí y en los planes de inversión en infraestructuras.

Durante el encuentro ambos países han firmado también un Memorándum de Entendimiento para colaborar por un periodo de tres años en el estudio de la actividad sísmica en el estrecho de Gibraltar. Con este acuerdo rubricado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional para la Investigación Científica y Técnica de Marruecos (CNRST), se trata de mejorar el conocimiento común sobre terremotos y posibles tsunamis, el intercambio de información científica y la coordinación para el despliegue de redes de observación instrumental. 🌍



Estaciones del CNRST (verde) cuyos datos se reciben en tiempo real por el IGN para la monitorización sísmica de la región ibero-magrebí. Estaciones sísmicas del IGN (azul), de otras redes (blanco) y las localizaciones epicentrales recogidas en el catálogo sísmico del IGN (1048-2023).





España defiende la relevancia de los corredores en el Consejo de Transportes de Bruselas

Durante el último Consejo de Transportes celebrado en Bruselas en diciembre, el secretario de Estado de Transportes, José Antonio Santano, en representación del ministro de Transportes defendió la relevancia de los corredores para nuestro país y para las conexiones con los países vecinos y el resto de la Unión Europea, así como para salvaguardar la competitividad de los puertos. Insistió en la necesidad de priorizar los Fondos del Mecanismo Conectar Europa —dotados con un presupuesto de 50 000 millones de euros— para impulsar proyectos transfronterizos.

Además, Santano manifestó que España ha acogido bien las disposiciones que facilitan la adopción de vehículos de cero emisiones, incluidos los ajustes relativos a las masas y dimensiones que son esenciales y defendió la igualdad de trato para el transporte nacional e internacional en la aplicación de los límites superiores de masa. España también apoyó el nuevo paquete de medidas sobre la inspección técnica de vehículos, un paso más hacia la 'Visión Cero' en muertes y accidentes graves. Igualmente, valoró positivamente la iniciativa para poner en marcha la Coalición de Estados miembros pioneros en eSAF, los combustibles sostenibles que representan el principal motor para reducir las emisiones en el sector aéreo. 🌱



Navarra y Aragón conectadas por la autovía A-68

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ha puesto en servicio un nuevo tramo de la autovía A-68 entre las localidades de Mallén, en Zaragoza, y Cortes, en Navarra. Con esta última apertura culmina el proyecto iniciado en 2022 para duplicar y mejorar el trazado de 15,2 kilómetros de la N-232 y convertirlo en autovía. Se establece así una vía de alta capacidad entre la comunidad autónoma de Aragón y la Comunidad Foral de Navarra que integra y favorece la vertebración del territorio. La actuación ha supuesto una inversión de 75,2 millones de euros. 🌱

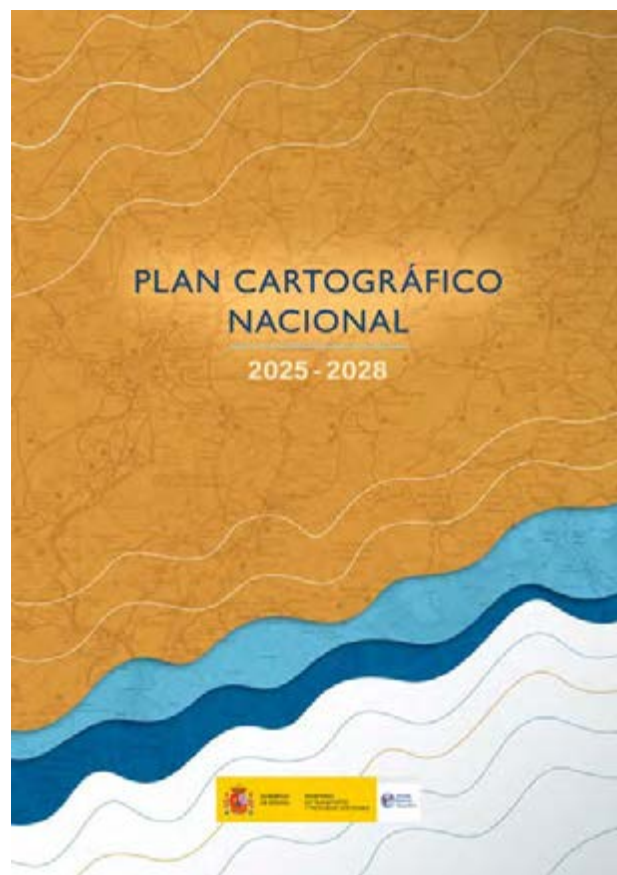
Innovación, sostenibilidad y ciberseguridad: ejes de la feria Rail Live

Más de 10 000 personas han pasado entre los días 26 y 28 de noviembre por Rail Live. Se trata de la exposición y conferencia internacional celebrada en Ifema Madrid que busca promover el ferrocarril como principal medio de transporte para mercancías y viajeros. En este último encuentro, la innovación, la sostenibilidad y la ciberseguridad han sido algunos de sus ejes claves. Durante el acto de inauguración, el ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, destacó la evolución del sistema ferroviario español en las últimas décadas, al mismo tiempo que reivindicó el papel de España como referente tecnológico internacional en el sector. Por su parte, el presidente de Renfe, Álvaro Fernández Heredia, expuso algunos proyectos en los que trabaja la compañía uniendo la tecnología, la sostenibilidad y la orientación al cliente para responder a los desafíos de la movilidad del futuro. Mientras, el presidente de Adif, Pedro Marco, abordó la situación del modelo ferroviario de nuestro país y los retos de desarrollo de la red. Por otro lado, Ineco ha querido poner el foco en su función clave en el despliegue del ERTMS en el que la ingeniería lleva trabajando más de 25 años. También ha participado en Rail Live la Fundación de Ferrocarriles Españoles con la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE) y la revista *Vía Libre*.



Nuevo Plan Cartográfico Nacional 2025-2028

El Plan Cartográfico Nacional contará con una inversión de 195,26 millones de euros para el período 2025-2028. Coordinado desde el Instituto Geográfico Nacional es el instrumento de planificación que permite desarrollar la producción de cartografía e información geoespacial del Estado. Durante los próximos cuatro años se han programado 420 operaciones que incluyen la actualización de la cartografía catastral, la creación y renovación de productos cartográficos, así como la implantación de geoservicios web y de servicios cartográficos y geoespaciales. El plan permitirá, entre otras actividades, desarrollar políticas públicas ligadas a usos catastrales y medioambientales, apoyar proyectos de grandes infraestructuras de ingeniería civil, y la gestión de emergencias y desastres naturales.





Aena acuerda la mayor financiación del sector aeroportuario de Brasil

Aena y el Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) de Brasil junto con el Banco Santander han firmado un acuerdo de financiación de 915 millones de euros para ampliar y modernizar 11 de los aeropuertos que la empresa aeroportuaria española gestiona en Brasil. Además de dotar al aeropuerto de Congonhas en São Paulo —el segundo más importante del país— de una nueva terminal y de ampliar la plataforma, Aena invertirá significativamente en Campo Grande, Ponta Porã, Corumbá, Santarém, Marabá, Carajás, Altamira, Uberlândia, Uberaba y Montes Claros. Durante el desarrollo de las inversiones en estos 11 aeropuertos, que en 2024 dieron servicio a 27,5 millones de pasajeros, Aena Brasil estima que se generarán más de 2000 empleos directos e indirectos. 🌍



Más avances en la LAV Murcia-Almería

Adif AV continúa avanzando en la nueva Línea de Alta Velocidad (LAV) Murcia-Almería, eje estratégico en el Corredor Mediterráneo con una inversión de 3600 millones de euros. Ya está adjudicado por 5,3 millones de euros el suministro de desvíos de última tecnología necesarios para montar la vía en el trazado de 68 kilómetros comprendido entre Vera y Almería. También ha licitado por 4,3 millones de euros el primero de los contratos relacionados con el montaje de vía del tramo de 61,5 kilómetros entre Lorca-Vera. Se trata del contrato relativo al suministro de los aparatos de dilatación de vía que preservan el carril de las tensiones generadas por variaciones térmicas. Simultáneamente impulsa la electrificación del tramo Murcia-Lorca y tiene licitada la de Lorca-Almería, al mismo tiempo que ya ha adjudicado el despliegue de las comunicaciones ferroviarias (GSM-R) y la señalización ERTMS para toda la línea. Finalmente, para poder desarrollar la plataforma en el tramo de 10 kilómetros entre Murcia y Totana, están realizando diferentes intervenciones como la reposición de la carretera regional RM-502 que cruza por encima de la línea de ferrocarril actual. 🌍



Una solución de intermodalidad para conectar la provincia de León

Autobuses eléctricos sobre la antigua traza de la línea ferroviaria es la apuesta del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible para responder a las necesidades de movilidad de la población leonesa y alcanzar la estación de León-Matallana. Así se lo presentó el secretario de Transportes y Movilidad Sostenible, José Antonio Santano, a los alcaldes por cuyo territorio transcurre la línea 1 de Cercanías. Una opción sostenible que combina el ferrocarril hasta la estación de la Asunción-Universidad y el uso de autobuses eléctricos que realizarían tres paradas intermedias: Hospitales, Ventas-San Mamés y Parque de San Mamés, siguiendo el recorrido de la antigua Feve. También se ha planteado la prolongación del trayecto hasta la estación de trenes de León que concentra los servicios de AVE, Larga Distancia y Media Distancia, con un tiempo de recorrido total de 24 minutos.

Más de dos millones de euros para estudiar la integración del ferrocarril en la ciudad de Jaén

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ha contratado, a través de Adif, la redacción de los estudios y proyectos que permitirán llevar a cabo la integración del ferrocarril en la ciudad de Jaén. Para ello, se ha encargado a Ineco presentar diferentes soluciones para mejorar la permeabilidad ferroviaria con plataformas peatonales y pasos para vehículo que garanticen la continuidad urbana y una mejor convivencia entre la población y el ferrocarril. También se abordará la modernización de la estación y su urbanización con el entorno, se valorará la posible ubicación de la terminal de autobuses junto a la misma, así como la duplicación y reordenación de las vías en la estación, mejorando su capacidad y funcionalidad.



La estación de Puertollano estrena una tercera vía para parada de trenes de Alta Velocidad

La estación de Puertollano ha estrenado una tercera vía destinada a trenes de Alta Velocidad fundamentalmente con salida y llegada a Madrid. Para ello, se han cambiado todos sus elementos (traviesas, carril y desvíos) y adaptado los equipos y sistemas de electrificación, señalización y comunicaciones a los parámetros de la Alta Velocidad. Con esta nueva vía la terminal refuerza su capacidad y operativa, y responde así al aumento de tráfico de trenes y viajeros. Forma parte de los trabajos de remodelación y refuerzo de capacidad que Adif ultima en Puertollano que, con una inversión de 18 millones de euros, comprende la ampliación de los andenes que tendrán más espacio para viajeros y facilitarán el acceso a los trenes.





En pruebas un pasillo europeo de aerotaxis

Enaire ha estado realizando una serie de pruebas entre los aeropuertos de Málaga-Costa del Sol y Federico García Lorca Granada-Jaén como parte del proyecto europeo OperA, una iniciativa de investigación destinada a validar futuras operaciones de movilidad aérea. En colaboración con Aena se han llevado a cabo cuatro vuelos de helicóptero que simulaban los procedimientos que seguirían aerotaxis pilotados o drones de carga en espacios aéreo controlado, no controlado y U-space. Con las pruebas se pretendía comprobar que tanto las rutas como los procedimientos operativos puedan coexistir sin interferir con la actividad habitual de los aeropuertos y aeronaves convencionales con los máximos niveles de seguridad.



Digav, IA para controlar las vías de trenes

Ineco ha diseñado DIGAV (Dispositivo de Inspección Gráfica de Aparatos y Vía), un nuevo programa de inspección visual para el mantenimiento de las vías ferroviarias. A través de la inteligencia artificial el dispositivo puede, entre otras funciones, recoger y localizar automáticamente la falta de algún activo, su posición en la vía o

la comprobación de gálibos en la estructura ferroviaria. También es capaz de generar modelos 3D que facilitan visualizar los carriles desde cualquier ángulo gracias a las diez cámaras estereoscópicas incorporadas. Supone un salto exponencial reduciendo los tiempos en un 40 % e incrementando la calidad de gráficos y datos.

Primera jornada sobre el uso de drones en Puertos del Estado

Puertos del Estado organizó el pasado noviembre en Tarragona la primera jornada sobre el uso de drones en el sistema portuario de titularidad estatal. Se trataba de ofrecer orientación a los puertos sobre el proceso de implantación y uso de drones, al mismo tiempo que facilitar un espacio de intercambio de experiencias y buenas prácticas. Actualmente, diez autoridades portuarias utilizan dispositivos no tripulados de forma operativa, aplicándolos a ámbitos tan diversos como la vigilancia y seguridad, la inspección de infraestructuras, el control ambiental o la monitorización de operaciones portuarias.



Renfe impulsa el cicloturismo en el Día Mundial del Transporte Sostenible

Coincidiendo con el Día Mundial del Transporte Sostenible, Renfe da un nuevo paso en su apuesta por la movilidad y el cicloturismo con el Plan de Acción Tren + Bici que facilita el acceso en tren a las Vías Verdes. Entre otras medidas se ha incorporado un filtro en la web del operador que permite buscar trayectos donde es posible viajar con bicicletas sin plegar. También se ha introducido un nuevo billete gratuito tren + bici en los servicios de Media Distancia y ha dejado de ser obligatoria la funda para bicicletas plegables. Todas estas mejoras permiten acceder más cómodamente a las 140 Vías Verdes existentes en nuestro país a través de algunas de las 700 estaciones situadas a menos de 10 kilómetros de alguna de ellas. Estas Vías Verdes han sido impulsadas por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.



Nueva plataforma para la descarga de datos geográficos marinos del Instituto Hidrográfico de la Marina

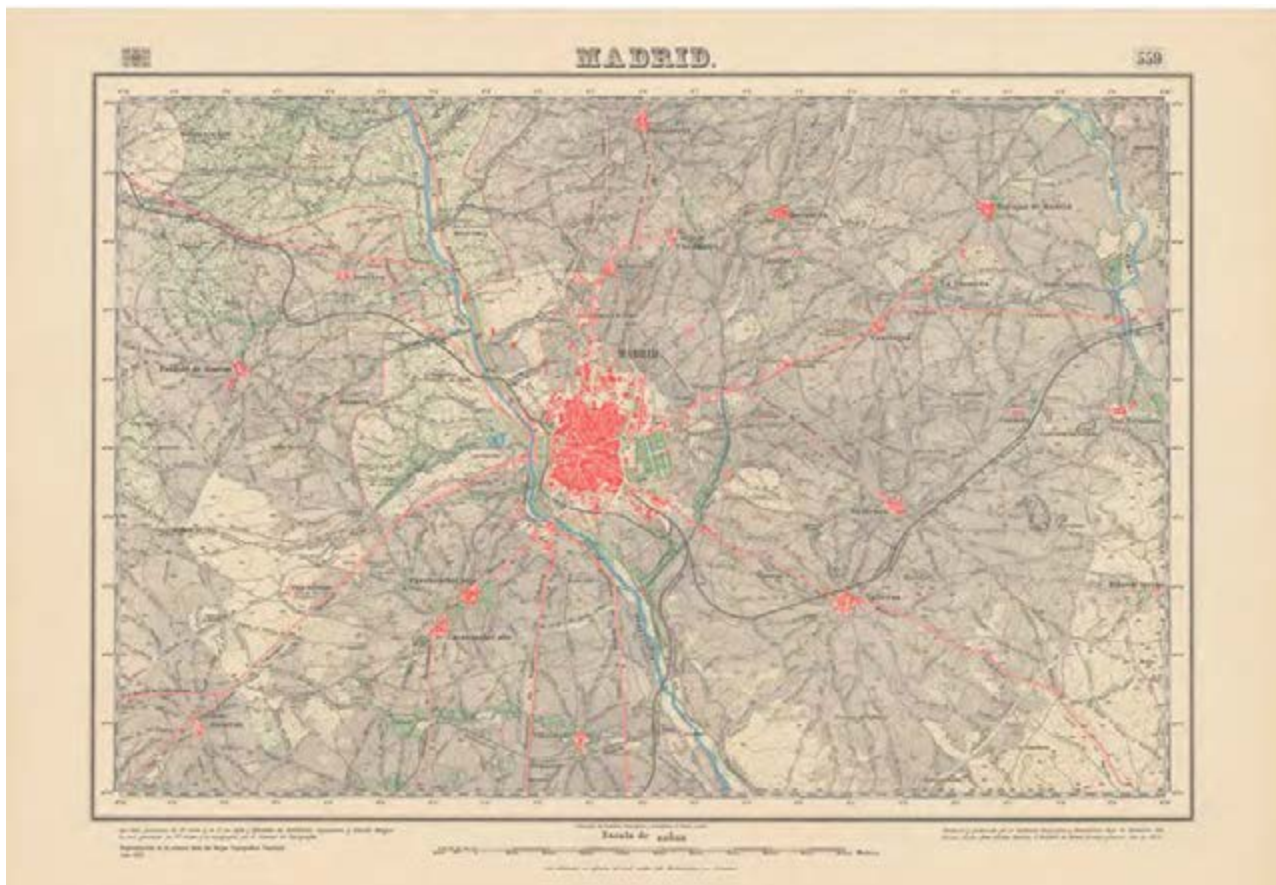
El O.A. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) ha desarrollado una nueva plataforma para poder consultar y descargar los modelos batimétricos del Instituto Hidrográfico de la Marina que representan la morfología del fondo marino y que permiten medir la variación de su profundidad. A través de un visualizador cartográfico es posible, entre otras actividades, la gestión del litoral y de zonas someras o de poca profundidad, o la planificación de dragados y estudios ambientales en ingeniería costera. Todos los datos son de libre disposición siempre que estén destinados para usos no comerciales como la investigación, la educación, la divulgación u otros proyectos públicos u obras derivadas no comerciales. 🌐



150 años de la publicación de la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional

En 2025 se ha conmemorado el 150 aniversario de la publicación de la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1 : 50 000 correspondiente a Madrid y que salió a la luz en 1875. Fue el inicio de una serie de 1106 hojas que completaron la cobertura

topográfica de España, con la última hoja, San Nicolás de Tolentino (Gran Canaria), publicada en 1968. El MTN, base de la cartografía española, remonta sus orígenes a la Comisión del Mapa dirigida a mediados del siglo XIX por Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero. 🌐



La intermodalidad carretera-ferrocarril comienza a barajarse como opción a medio plazo en las cadenas de suministros

La gran transformación del ferrocarril de mercancías en España



El transporte ferroviario de mercancías se encuentra en un momento histórico y decisivo para su verdadera eclosión. Ahora que la red se somete a una inversión sin precedentes para optimizar su tráfico de mercancías, tanto los operadores ferroviarios como los posibles usuarios de este modo de transporte son conscientes de que ha llegado el momento del ferrocarril y se preparan para ello. La confianza en este modo de transporte como alternativa en un plazo de tres años es real y ha devuelto la ilusión a las empresas del sector y a los responsables de elegir los modos de transporte para sus cadenas de suministro.

- Texto: Sandra Lorente, periodista.
Jefa de Gabinete y Comunicación
de la Oficina del Comisionado del Corredor Atlántico



La intermodalidad,

con el ferrocarril como nuevo eslabón activo de la cadena de suministro, avanza y se abre camino en España donde, con una cuota ferroviaria del 4 %, las posibilidades de crecimiento son enormes. El compromiso de la Administración se traduce en inversiones históricas y ayudas al tejido empresarial, que trabaja para ser competitivo y para posicionarse como un complemento ideal al transporte por carretera.

En este objetivo, la presión ambiental sobre las cadenas de suministro, las nuevas directivas europeas que buscan un transporte menos contaminante y la cada vez más acuciante falta de conductores profesionales en la carretera, favorece la necesidad de subir más mercancías al tren. La combinación de todos estos factores ya se traduce en una ilusión real y palpable



Un momento del Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías con Ramón García (CEL), Miguel Fañanás (Medway), Jordi Coll (Seat), Alfonso Rodríguez (Pecovasa), Norberto Garrido (Cobasa) y José Ignacio García Murillo (Renault).

sobre el futuro a medio plazo del transporte ferroviario de mercancías. Hay confianza.

El plazo para que todo esto confluja está claro: de tres a cinco

años. Así quedó de manifiesto en el Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías, organizado por la Oficina del Corredor Atlántico en



Los corredores Atlántico y Mediterráneo, en la imagen, concentran inversiones históricas sin precedentes para impulsar el transporte ferroviario de mercancías en España.

colaboración con el Centro Español de Logística (CEL). Será dentro de tres años porque, por entonces, las obras que actualmente hay en marcha estarán finalizadas y se podrá producir el despegue ferroviario que ahora mismo se está fraguando.

Adecuar la red e invertir en ella ha supuesto un elevado volumen de obras que, en aquellos casos en los que no hay alternativa, ha conllevado el cierre de algunas líneas o el desvío a otras para poder poner en marcha mejoras. Como quedó de manifiesto en el foro, estas obras, tan necesarias como

imprescindibles, están marcando el día a día operativo, dificultando en muchas ocasiones la fluidez ideal de las operaciones. No obstante, permitirán que dentro de dos años se pueda hablar ya del ferrocarril como una alternativa real en todas las cadenas de suministro.

Mientras tanto, el sector ferroviario ya se está preparando e invierte en material rodante, en digitalización y en nuevos servicios que atraigan la atención de los clientes, porque otro hándicap a vencer es lograr que los posibles usuarios pierdan el miedo

Los productos siderúrgicos lideran el tráfico de mercancías movidos por ferrocarril en España y en 2024 supusieron el 37,3 % del total.

Sara Hernández, secretaria general de Movilidad Sostenible:
«El ferrocarril en España vive un momento de inversiones sin precedentes, a lo que se suma el impulso de las autopistas ferroviarias como palanca de cambio estructural».



a transportar por ferrocarril sus mercancías.

Punto de inflexión

Tal y como quedó de manifiesto en el Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías, España ha entrado en un punto de inflexión con el desarrollo de los corredores Atlántico y Mediterráneo dentro de la Red Transeuropea de Transportes (cuyo primer gran hito temporal es 2030). El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ha licitado más de 3000 millones de euros solo en el Corredor Atlántico en lo que va de año, duplicando la inversión del año anterior; mientras que el Corredor Mediterráneo, cuyo nivel de planificación ya se encuentra al 100 %, también bate sus propios récords con un nivel

Miguel Fañanás, responsable de Desarrollo de Negocio en Medway Iberia: «Nos quedan dos años complicados de obras, pero nosotros confiamos en el ferrocarril y nos estamos preparando con la compra de nuevas locomotoras eléctricas y más vagones para ser más competitivos en cuanto terminen las obras».



de ejecución de 2600 millones de euros en los últimos dos años.

Las reformas estructurales esenciales se centran en la conectividad europea y la eficiencia. Estas actuaciones incluyen la adecuación de la infraestructura existente para albergar trenes de mayor longitud, de hasta 740 metros. Además, se lleva a cabo la

electrificación progresiva de la red y la implementación del sistema europeo ERTMS para garantizar la interoperabilidad.

La meta es clara y viene marcada en el Plan Mercancías 30: alcanzar el 10 % de la cuota modal en los próximos cinco años. El comisionado del Corredor Atlántico, José Antonio Sebastián, se mostró

El año pasado en España se movieron por tren 9207,9 millones de toneladas kilómetro netas.



convencido de que en cinco años el ferrocarril llegará al 11 % de cuota modal de transporte.

Más allá de lo anecdótico del porcentaje, lo cierto es que el convencimiento de que el punto de inflexión ha llegado es generalizado en el sector. De hecho, ya se traduce en planes de acción por parte de los operadores. Miguel Fañanás, del área de Desarrollo de Negocio del operador Medway, explicó que su compañía está invirtiendo en locomotoras eléctricas y vagones porque «estamos convencidos de que este modo de transporte es una alternativa real».



Alfonso Rodríguez, director general de Pecovasa: «El tren y la carretera son complementarios a corto plazo. El tren está llamado a ser la columna vertebral del transporte de largo recorrido».

Las obras incomodan, pero son necesarias. Alfonso Rodríguez, director general de Pecovasa Renfe Mercancías, puso en valor la trascendencia de los nuevos desarrollos en infraestructuras ferroviarias a medio y largo plazo. Al respecto, Mar Chao, presidenta de la Autoridad Portuaria de Valencia, aseguró que «la cantidad de incidencias que hay ahora no deben quitarnos la visión positiva del momento histórico que vivimos con el ferrocarril como palanca del cambio». «Cuando terminen las obras será una alternativa real y plausible», concluyó Norberto Garrido, director de Desarrollo de Negocio y Operaciones de Cobasa.

José Ignacio García Murillo, director de la Local Supply Chain de Renault Group Iberia, confirmó que en los próximos cinco años en

su estrategia tendrá más protagonismo la multimodalidad. La gran transformación del ferrocarril para el transporte de mercancías pasa también por la continua colaboración y diálogo entre todos los eslabones de la operativa. En este sentido, la gestión de las incidencias e imprevistos es fundamental.

Jesús Calvo, director de Tramesa, insistió en la necesidad de «ter-

minar de pulir estos detalles» para consolidar las autopistas ferroviarias, lo que exige una colaboración estrecha entre Administración y operadores. Advirtió de que las incidencias por catástrofes meteorológicas, incendios o problemas de maniobras son frecuentes y presentan una «probabilidad de riesgo enorme» que debe minimizarse, ya que los clientes exigen mucho en tránsito y precio.

Norberto Garrido, director de Desarrollo de Negocio y Operaciones de Cobasa: «El reto es ser capaces de que los servicios ferroviarios sean flexibles para los clientes».



En este sentido, Mar Chao, se mostró realista: «Si te viene una dana es imposible competir con la flexibilidad de la carretera, pero eso hay que trabajarlo también con los clientes finales». Lo cierto —añadió— es que «el futuro del ferrocarril será positivo y entre todos tenemos que trabajar en mejorar la coordinación en la respuesta ante las incidencias que pasan».

Digitalización y fiabilidad

Entre los próximos retos, por parte del tejido empresarial, la digitalización se erige como una palanca clave para la trazabilidad y la eficiencia. Jordi Coll, del área Logistics Distribution de SEAT, insiste en que es imprescindible invertir en la trazabilidad de los datos de la cadena logística, ya que es vital saber en cada momento dónde se encuentran sus mercancías. En este sentido, Alfonso Rodríguez confirmó que Pecovasa ya está desarrollando herramientas para el seguimiento y

Jordi Coll, Logistics Distribution de SEAT: «Nuestro hito es conectarnos el año que viene con el Corredor Mediterráneo y, en ese momento, esperamos incrementar exponencialmente la cuota ferroviaria de exportación».




José Ignacio García Murillo, director de la Local Supply Chain de Renault Group Iberia: «En los próximos cinco años podremos elaborar una estrategia diferente al uso del transporte por carretera y eso pasa por la multimodalidad».



Miguel de San Juan, director de VIIA: «Nuestros únicos clientes son los transportistas por carretera y el hilo conductor es facilitar el acceso al tren, así captamos una parte del mercado que enseguida se traduce en volúmenes masivos de transporte».





Ramón García, director general del Centro Español de Logística (CEL): «El ferrocarril es una necesidad estratégica si queremos descarbonizar y hacer más eficiente el transporte de mercancías en España».



trazabilidad de la mercancía, trabajando de cerca con fabricantes y clientes.

Otro gran desafío será la flexibilidad. Norberto Garrido subrayó que el reto es que los servicios sean flexibles y que las empresas ferroviarias ofrezcan soluciones ágiles en el mercado, lo cual ha sido históricamente lo más complicado.

En resumen, tal y como concluyó Ramón García, director del Centro Español de Logística (CEL): «El ferrocarril es una necesidad estratégica si queremos descarbonizar y hacer más eficiente el transporte de mercancías en España. Para lograrlo, no basta con invertir en vías o terminales: necesitamos también digitalización, interoperabilidad y, sobre todo, confianza. Confianza en que el ferrocarril puede ser competitivo, fiable y flexible. Si conseguimos eso, estaremos construyendo un sistema logístico más sostenible, resiliente y preparado para el futuro».

Juan Carlos Arocas, director general de Trans Italia en España: «Para nosotros, el tren no es un sustituto de la carretera sino un complemento que hace que nuestra logística sea más fuerte y competitiva».



Retos regulatorios a nivel europeo

Sara Hernández, secretaria general de Movilidad Sostenible, resumió en cuatro los retos regulatorios todavía por delante: medioambiental, digitalización, económico y técnico.

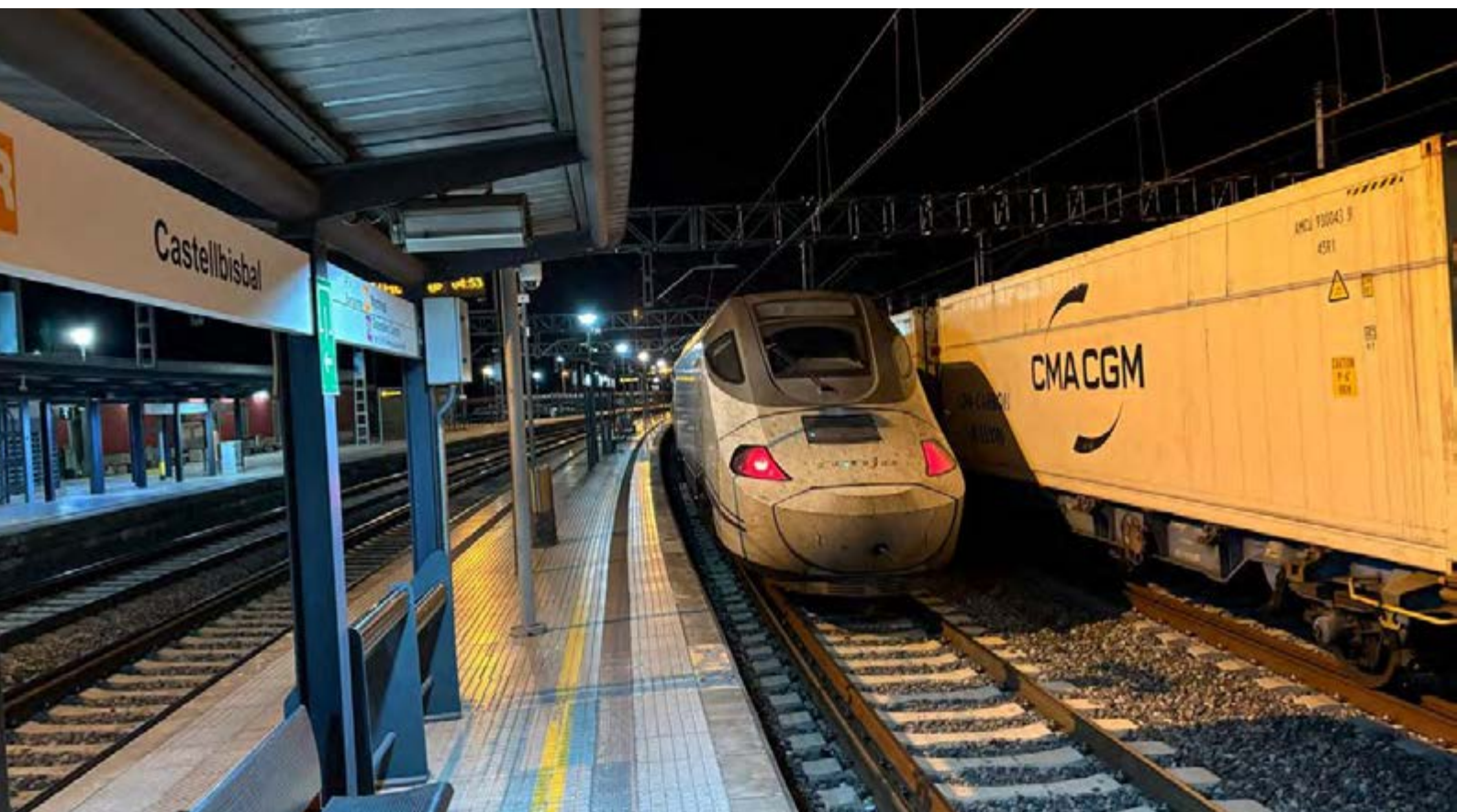
Como explicó, no debemos olvidar estos retos normativos, porque condicionan nuestra capacidad de progreso. En materia medioambiental, en relación con la Directiva de Transporte Combinado (que busca el uso de modos más sostenibles como el ferrocarril o el transporte marítimo de corta distancia en combinación con el mínimo recorrido posible de la carretera en su etapa inicial o final), insistió en que el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible defiende que la orientación de esta directiva «sea más justa y eficaz», centrada en reducir emisiones y minimizar impactos ambientales. «No se trata de sustituir la carretera por el ferrocarril, sino que ambos modos se complementen en una transición hacia cadenas de suministro más limpias y eficientes», aseguró.

Respecto al reto de la digitalización y su regulación, aseguró que debemos garantizar la plena alineación

con el Reglamento eFTI, que es el Reglamento europeo sobre Información Electrónica de Transporte de Mercancías (Electronic Freight Transport Information). «Hay que aprovechar la digitalización como auténtica palanca de competitividad, reforzando la trazabilidad de la carga y simplificando la gestión administrativa mediante sistemas interoperables y transparentes», argumentó.

En el ámbito económico y técnico, indicó: «Nuestra prioridad es que la reforma de la directiva de masas y dimensiones sirva para mejorar la eficiencia del transporte y facilitar la interoperabilidad entre países, pero sin generar bloqueos ni desventajas competitivas para nuestra flota en el tráfico internacional. Somos muy conocedores de esta problemática y vamos a trabajar duramente para conseguir desbloquear esta situación». «Desde el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible seguimos trabajando por una necesaria regulación armonizada y equilibrada que facilite la competitividad de nuestras empresas y la interoperabilidad real entre países».

El desarrollo de las conexiones transfronterizas favorecerán un impulso del transporte ferroviario de mercancías con Europa.



Impacto en el sector de la Ley de Movilidad Sostenible

Mención específica requiere la Ley de Movilidad Sostenible como instrumento jurídico que permita la continuidad jurídica de las políticas de transporte y movilidad. La aprobación por parte del Congreso de los Diputados del Proyecto de Ley de Movilidad Sostenible da un paso decisivo «hacia la consolidación de un nuevo marco normativo en materia de movilidad que, por más que pensamos que es un derecho, no existía y persigue mejorar la competitividad del transporte de mercancías y de la cadena logística, promoviendo una transición hacia modos más sostenibles, una mayor eficiencia energética y la coordinación entre administraciones para fortalecer los nodos logísticos y los corredores de transporte. La movilidad no debe ser un objeto de debate político sino un derecho», insistió Sara Hernández en el Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías.

Las principales medidas para el sector que introduce esta ley son:

- Reconocimiento del transporte de mercancías como servicio público esencial, garantizando su eficacia y continuidad en condiciones que minimicen los impactos sobre el clima, el medio ambiente y la salud.
- Creación de zonas de estacionamiento seguras y protegidas para el transporte de mercancías por carretera, reforzando la seguridad vial y laboral.
- Identificación y planificación de nodos logísticos de importancia estratégica estatal y autonómica como elementos vertebradores de la red intermodal del país.
- Digitalización del documento de control administrativo del transporte de mercancías por carretera, impulsando la eficiencia y la trazabilidad.
- Impulso al transporte ferroviario de mercancías, mediante el desarrollo de autopistas ferroviarias en corredores estratégicos, sistemas de bonificación de cánones y programas de apoyo a la modernización e innovación del sector.
- Compromiso de realizar un estudio sobre zonas de estacionamiento seguras para el transporte de mercancías peligrosas, garantizando la seguridad de las personas y las cargas.
- Mitigar los efectos de las restricciones de capacidad en la Red Ferroviaria de Interés General, asegurando la continuidad del transporte ferroviario de mercancías durante las inversiones de modernización de la red. «Con estas medidas —explicó Sara Hernández— la ley consolida un modelo logístico y de transporte más competitivo, resiliente y sostenible que favorece el cambio modal hacia el ferrocarril, promueve la digitalización del sector y mejora la seguridad y eficiencia de toda la cadena de suministro. Pero sobre todo que sea una hoja de ruta



Sara Hernández destacó que los retos regulatorios europeos se centran en cuatro bloques principales: medioambiental, digitalización, económico y técnico.



La secretaria general de Movilidad Sostenible puso en valor el potencial de crecimiento de los tráficos internacionales ferroviarios.

estable, permanente en el tiempo y consolidada. El ferrocarril requiere inversiones y tiempos y lo que hay que asegurar es la fiabilidad de estos compromisos».



Dentro de los tráficos ferroviarios de mercancías, el vagón intermodal representa el 57% del total de toneladas-kilómetro netas transportadas en 2024.

Autopistas Ferroviarias, la gran palanca de cambio

Si existe un ejemplo de que la intermodalidad se abre camino como alternativa para las cadenas de suministro ese es el de las autopistas ferroviarias, que son los servicios ferroviarios que transportan directamente semirremolques de camión en tren. Es decir, los camiones se suben directamente al tren.

Su auge está condicionado, de momento, a la adaptación necesaria que hay que hacer de los gálibos de túneles y demás infraestructuras, ya que al subir el

semirremolque al tren su altura es mayor que con otro tipo de cargas y, por tanto, hay que adaptar la infraestructura existente a este nuevo gálibo. El hecho de que para estudiar la adaptación de la infraestructura se requiera de un compromiso empresarial de mover semirremolques en ese recorrido garantiza su éxito.

El Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías demostró que las autopistas ferroviarias van a ser la gran palanca de cambio del ferrocarril. Absolutamente todos los intervinientes

coincidieron en ello. Con las autopistas ferroviarias, la carretera y el ferrocarril dejan de ser competidores para constituirse como cliente y proveedor, haciendo realidad la intermodalidad dentro de las cadenas de suministro y basándose en la colaboración.

Miguel San Juan, director de VIIA, se mostró convencido de que, a medio plazo, el futuro de la intermodalidad pasa por un modelo que él denominó 4R, es decir, *Ro-Ro-Rail-Road*, las siglas en inglés de la modalidad de transporte que combina las autopistas del mar, las autopistas ferroviarias y la carretera. San Juan enfatizó la naturaleza complementaria del servicio de las autopistas ferroviarias, señalando que sus únicos clientes son los transportistas por carretera y que el hilo conductor es precisamente facilitar el acceso al tren a los camiones. Las autopistas ferroviarias resultan atractivas porque permiten «combinar la flexibilidad de la carretera de corta distancia y la larga distancia del ferrocarril», reflexionó.

Jesús Calvo, director general de Tramesa: «Para nosotros la fiabilidad y competitividad del servicio es determinante, por eso la colaboración con la Administración para minimizar riesgos que impacten en la fiabilidad es clave».



Como empresa especializada en transporte por carretera, Trans Italia sabe bien de esta combinación. Juan Carlos Arocas, director general de esta compañía en España, también se mostró convencido de esta complementariedad, indicando que «como transportistas no vemos al tren como un sustituto, sino un complemento que hace que la logística sea más fuerte. Es más, esa unión hace que seamos más competitivos». Arocas añadió que el ferrocarril para largas distancias es una alternativa muy clara debido a los tiempos de tránsito y a los problemas crecientes por la falta de conductores en el mercado laboral.

Mar Chao, presidenta de la Autoridad Portuaria de Valencia, aseguró que las autopistas ferroviarias son una «palanca de cambio y ejercen como motor para promover la multimodalidad». En Valencia esta combinación es «ganadora» y podría llevar a que muchos de los servicios *feeder* tradicionales de las navieras se acaben transformando en multimodales. «La apuesta por la sostenibilidad, la digitalización y la innovación van a convertir al ferrocarril en un modo de transporte ganador», aseguró Chao.

Pero no todo está hecho. Juan José Aguilar, jefe del departamento de Operaciones e Intermodalidad del Puerto de Algeciras, aclaró que estos servicios por sí solos «no va a ser suficiente» para el cambio. Subrayó que se necesita más inversión en infraestructuras y nuevos nodos logísticos. Además, los operadores ferroviarios deben ser capaces de ofrecer un «producto vendible y que sea acogido por los cargadores». Eso sí, se mostró convencido de que «el transporte ferroviario está en un momento dulce».

Juan José Aguilar, director de Operaciones e Intermodalidad del Puerto de Algeciras: «En el Puerto de Algeciras tenemos un hito que marcará un antes y un después. En 2027 estará operativa la autopista ferroviaria Algeciras-Zaragoza para dar una alternativa ferroviaria a los camiones 500 000 camiones al año que cruzan el Estrecho».



José Antonio Sebastián, comisionado para el Corredor Atlántico: «Con toda seguridad la cuota ferroviaria llegará al 11 % en 2030. Son muchas las empresas que me trasladan su interés en subir tráfico al ferrocarril, veo que por primera vez en mucho tiempo hay ilusión por el potencial de este modo de transporte».



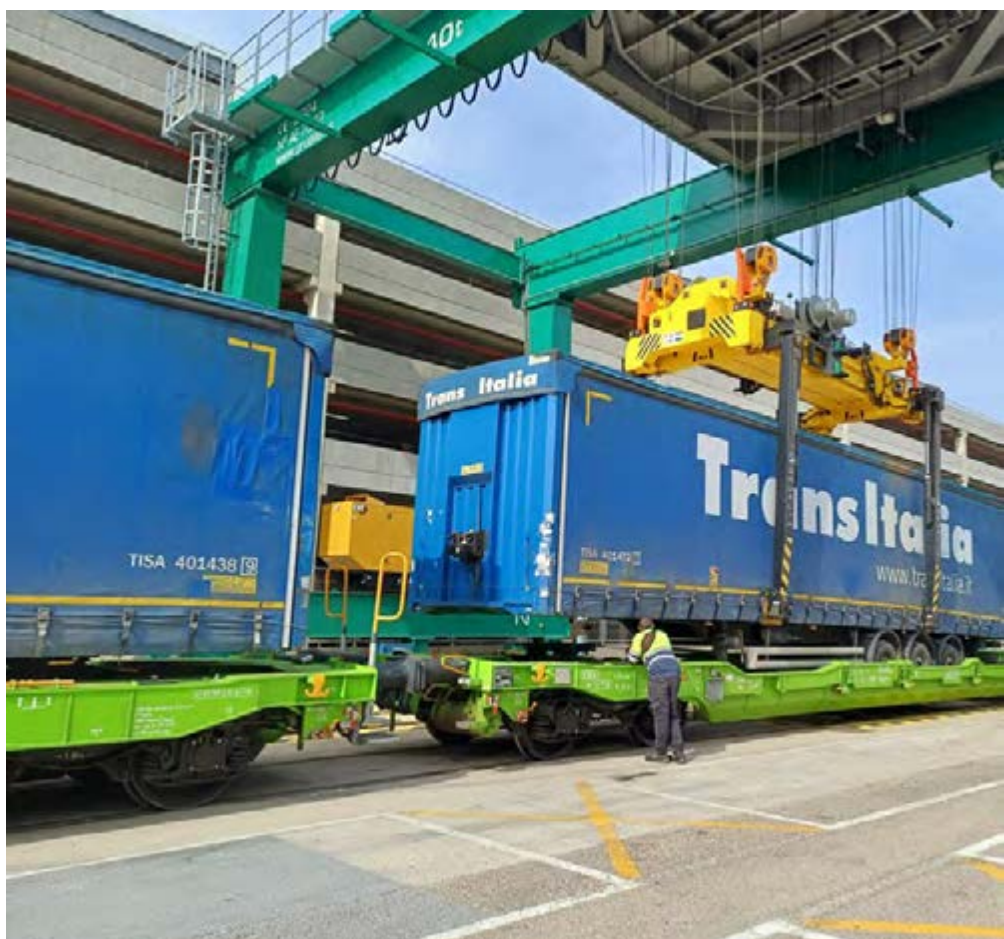
Juan Diego Pedrero, presidente ejecutivo de la Asociación de Empresas Ferroviarias Privadas: «El cliente lo que quiere es un buen precio y un servicio eficiente y en tiempo».

El caso de éxito de Tramesa y Trans Italia

Si hay un referente en España de autopistas ferroviarias es la comprendida entre Valencia y Madrid, puesta en marcha por el operador logístico Tramesa y Trans Italia. Tras más de cinco años de colaboración con las distintas administraciones implicadas, la ruta se inauguraba el 30 de junio de 2024. Se trata de la primera autopista ferroviaria de España en ancho ibérico.

Los semirremolques, que llegan al Puerto de Valencia a través de transporte marítimo de corta distancia procedente de los puertos de Salerno, Civitavecchia, Livorno, Savona, Palermo y Catania, son cargados en los trenes y transportados por ferrocarril hasta la terminal de Madrid-Abroñigal, desde donde continúan por carretera hasta su destino final.

El objetivo de esta autopista ferroviaria es subir al tren 10 000 camiones al año. De hecho, cada frecuencia entre Valencia y Madrid absorbe 28 000 kilómetros de tráfico pesado de la carretera, a lo que se une el ahorro anual de más de 7 millones de euros de costes externos (accidentes, ruido, contaminación, congestión, efectos urbanos, etc.) y una reducción de emisiones de más de 16 000 toneladas de dióxido de carbono.



Tramesa y Trans Italia suman año y medio operando la primera autopista ferroviaria en ancho ibérico (puerto de Valencia-Madrid).

Primera autopista ferroviaria del Corredor Atlántico

Coincidiendo con el Foro Protagonistas del Transporte Ferroviario de Mercancías, quedaba inaugurada la primera autopista ferroviaria del Corredor Atlántico, entre Bettembourg (Luxemburgo) y Mouguerre (cerca de Bayona, Nueva Aquitania), operada por VIIA – Lorry Rail. Este servicio arrancó con dos viajes de ida y vuelta a la semana, con planes de aumentar a cuatro viajes semanales. La línea facilita el tráfico transfronterizo y abre la costa atlántica a las autopistas ferroviarias, utilizando tecnología Modalohr para la carga horizontal de semirremolques.

Con un ahorro de 1424 kilos de CO₂ por semirremolque transportado. Los trenes mixtos podrán transportar 24 semirremolques en carga horizontal utilizando la tecnología



A mediados de octubre, VIIA-Lorry Rail inauguraron la primera autopista ferroviaria del Corredor Atlántico europeo, entre Bettembourg y Mouguerre.

Modalohr y 22 contenedores cada uno, y circularán por la ruta Mouguerre-Narbonne-Bettembourg. ■

Renovación integral de la línea Bobadilla-Algeciras, clave para potenciar el tráfico de mercancías del principal puerto español



©Challenger 179

Conexión estratégica

adif

Línea Bobadilla - Algeciras

Algeciras, Los Barrios, Almoraíma, Jimena de la Frontera, San Pablo, Gaucín, Cortes de la Frontera, Jímera de Líbar, Benaoján - Montejaque, Ronda, Arriate, Setenil, Bobadilla, Almargen - Cañete la Real, Campillos, Antequera Santa Ana, Antequera IV, Málaga María Zambrano, Fuengirola.

176,2 km
472 M€ INVERSIÓN

Renovación integral

Red Convencional Red Alta Velocidad
 Terminal de mercancías Puerto

Trenes de mercancías en dos tramos del trayecto entre Bobadilla y Ronda.



©Challenger 179

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de Adif, avanza en la renovación integral de la línea Bobadilla-Algeciras, conexión estratégica para el transporte de mercancías que enlazará el puerto Bahía de Algeciras, principal del país, con el resto de España y con Europa a través de los futuros servicios de la autopista ferroviaria Algeciras-Zaragoza. Las actuaciones en esta línea convencional que atraviesa la serranía de Ronda tienen por objeto alcanzar la interoperabilidad con las redes europeas para impulsar el tráfico ferroviario de mercancías desde el puerto, elevar la cuota modal respecto a la carretera y mejorar la sostenibilidad del transporte. Las obras también beneficiarán a los trenes de viajeros.

- Texto: Javier R. Ventosa
- Fotos: Adif

La línea

Bobadilla-Algeciras es la puerta ferroviaria de acceso al puerto Bahía de Algeciras, primero de España y cuarto de Europa por volumen total de tráfico de mercancías, que por su privilegiada situación junto al estrecho de Gibraltar es una encrucijada estratégica por donde pasan las principales rutas marítimas intercontinentales entre Europa, África y América. Esta línea es, además, origen y destino de los corredores Mediterráneo y Atlántico definidos en la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T), dos grandes ejes que cuando estén terminados en territorio español, multiplicarán la eficiencia del transporte por ferrocarril entre el puerto y su entorno con el resto de España y con Europa. Sin embargo, las características de la línea ferroviaria, con un trazado construido en el siglo XIX, no responden a las necesidades actuales de transporte de mercancías del puerto, encauzadas a través de carreteras conges-

tionadas que tienen un impacto medioambiental negativo, lo que lastra sus posibilidades de intermodalidad ferroportuaria y, por tanto, su competitividad frente a otros puertos. También son insuficientes para el transporte competitivo de viajeros.

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible impulsa desde hace algunos años un conjunto de actuaciones para adecuar las conexiones terrestres del puerto que beneficiarán, asimismo, a la comarca del Campo de Gibraltar donde se ubica. Las actuaciones ferroviarias, cuya actualización fue presentada por el titular del departamento en febrero de 2024, se encuadran en dos ejes: el Plan Director de la línea Bobadilla-Algeciras y el impulso a la autopista ferroviaria Algeciras-Zaragoza. El desarrollo de estos ejes, con un presupuesto cercano a 1000 M€ (472 M€ el primero y más de 500 M€ el segundo, ambos con financiación europea), ha sido encomendado a Adif, con

apoyo de Ineco. Ambos ejes, que promueven la descarbonización del transporte, están interrelacionados entre sí: el Plan Director tiene por objeto la renovación integral de la línea para desarrollar todo su potencial e impulsar el tráfico de mercancías, particularmente el de la autopista ferroviaria, considerada como una palanca para el crecimiento del puerto. A su vez, la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras (APBA) está ejecutando otras obras complementarias en el interior y el entorno del recinto portuario para potenciar esa conexión ferroviaria.

Características de la línea

Las actuaciones en estos ejes buscan modernizar la línea 420 de Adif (Bifurcación Maravillas-Algeciras), infraestructura de ancho ibérico que discurre en sentido norte-sur a lo largo de 176,2 kilómetros en la punta más meridional de la península ibérica, entre la estación de Bobadilla (Málaga) y la estación y el puerto Bahía de Algeciras (Cádiz), conectando en el entorno de Antequera con las líneas convencional y de Alta Velocidad de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) que gestiona Adif.

Más de dos tercios partes del trazado se desarrolla por terrenos abruptos y montañosos de la serranía de Ronda, incluido un largo tramo que transcurre encajonado siguiendo el cañón del río Guadaro, con numerosas curvas de radio reducido y pendientes elevadas (máxima del 24 por mil), discurriendo en la parte final por terrenos de un perfil llano. El desnivel de la línea oscila entre la cota 0 en Algeciras y la cota máxima de 640 metros en Setenil de las Bodegas. La línea es de vía única en ancho ibérico y no está electrificada, disponiendo

de bloqueo telefónico en el tramo Bobadilla-Ronda. En el trazado existen 21 estaciones y apartaderos, 108 puentes, 15 túneles y 66 pasos a nivel.

Las características técnicas y del entorno natural de la línea han condicionado históricamente la circulación ferroviaria e impuesto limitaciones para la velocidad, longitud (limitada a 500 metros y excepcionalmente a 550 metros) y potencia de los trenes, en especial para los de mercancías. A ello se suman los importantes condicionantes medioambientales existentes (el trazado se adentra en dos espacios protegidos, los parques naturales de Grazalema y Los Alcornocales, y discurre también por la reserva natural de la Laguna de Campillos), que tienen una gran influencia a la hora de ejecutar las obras.

Las actuaciones

Para adecuar la línea a las necesidades actuales del transporte, sobre todo de mercancías, el Plan Director y las inversiones para impulsar la autopista ferroviaria, así como las que realiza la APBA, contemplan una serie de obras en infraestructura y superestructura cuyo objetivo general es alcanzar la interoperabilidad de la línea según estándares europeos: ancho mixto (ibérico y estándar, gracias al tercer carril), electrificación a 25 kV, sistemas de señalización interoperables, ampliación de gálibos y apartaderos para trenes de 740 metros. Los beneficios que se espera alcanzar son notables: mayor capacidad (se podrá pasar de 28 circulaciones diarias a 56), incremento de la seguridad, reducción del consumo energético, disminución de los tiempos de viaje, aumento en la fiabilidad de la circulación, incremento de la longitud de los trenes y, en suma, una



Vía terminada en el tramo Almoraima-Algeciras.

mayor competitividad en costes para los operadores. El fin último es captar en el puerto un mayor volumen de mercancías para el ferrocarril frente al transporte por carretera, lo que reducirá el tráfico y la congestión en las autovías y, consecuentemente, favorecerá la sostenibilidad del transporte.

Parte de estas actuaciones se llevan a cabo desde la década pasada, aunque se encuentran estructuradas en la actualización del Plan Director de la línea presentado hace dos años. El ministerio, a través de Adif, ha movilizado cerca del 90 % de las inversiones previstas en la línea entre proyectos acabados, licitados o en proceso de adjudicación.

A continuación, se detallan las actuaciones ya finalizadas o en marcha en la línea. Aunque buscan el mismo objetivo general y están interrelacionadas entre sí, pueden dividirse en tres grupos según su naturaleza o la procedencia de las inversiones: los previstos en el Plan Director, los correspondientes a la autopista ferroviaria y las actuaciones que ejecuta la APBA.

Plan Director

Por medio del Plan Director se está llevando a cabo la renovación integral de la línea en cuatro ámbitos: infraestructura y vía, señalización, electrificación y telecomunicaciones. Para la ejecución de las obras, Adif ha tramificado la línea en dos grandes segmentos (Bobadilla-Ronda y Ronda-Algeciras), aunque esta configuración no se cumple en el caso de infraestructura y vía. Seguidamente se desarrolla el estado de los contratos de obra en estos ámbitos:

Infraestructura y vía

- **Bobadilla-Ronda (69 km).** Las actuaciones en este tramo, divididas a su vez en tres subtramos que se encuentran en distintas fases de desarrollo, tienen como principales objetivos la renovación de la superestructura de vía existente mediante la sustitución de todos sus elementos (carril, traviesas, balasto y aparatos de vía) por otros de mayores prestaciones y la preparación para la implantación del tercer carril

(ancho mixto), así como otras obras en la plataforma y de mejora de gálibo.

En el subtramo más largo, comprendido entre los p. k. 26+500 y 69+583, se ejecuta actualmente la renovación de vía, mejoras en el trazado, actuaciones puntuales en infraestructura, el aumento de capacidad del drenaje en vía y la adaptación de gálibo de pasos superiores, con un presupuesto de 52,8 M€ (IVA incluido). También está en marcha la ejecución de un paso superior en sustitución de un paso a nivel en Ronda. En el subtramo situado entre los p. k. 20+000 y 26+500 se está tramitando la licitación para

ejecutar actuaciones similares al tramo anterior, con una inversión prevista de 21,6 M€ (IVA incluido). Finalmente, ya ha finalizado la evaluación ambiental para renovar la vía del en el subtramo ubicado entre los p. k. 0+000 y 20+000, que fue sometido a una evaluación ambiental ordinaria junto con la electrificación y una posible variante en Campillos.

- **Ronda-Cortes-San Pablo (59 km).** Obras ya finalizadas. Incluyeron la renovación integral de vía, la protección de trincheras y estabilización de terraplenes, la construcción de un viaducto sobre el río Guadiaro, el tratamiento integral de 14 túneles para reforzar la seguridad y

ampliar el gálibo para acoger la futura electrificación y el aumento de longitud de vías de apartado en cuatro estaciones. Como singularidad, en el tramo se introdujeron por primera vez en Andalucía las traviesas de hormigón AM-05, de implantación prevista en el resto de la línea, que permitirán instalar el tercer carril para circulaciones en ancho mixto.

- **San Pablo-Almoraima (26 km).** Las actuaciones se han dividido en dos fases. La fase I, desarrollada en la totalidad del tramo salvo la estación de Jimena de la Frontera, consistió en la renovación de vía, con ajustes puntuales de plataforma, mejora



Trenes de mercancías en el puerto Bahía de Algeciras.



Colocación y montaje de marcos de hormigón del sistema de drenaje transversal en el tramo Bobadilla-Ronda.

de terraplenes inestables y adecuación del drenaje en la mayor parte del tramo. Finalizó en julio de 2022, tras una inversión de 13,1 M€ (IVA incluido). La fase II, en ejecución desde 2024 con un presupuesto de 13,2 M€ (IVA

incluido), contempla una nueva configuración de vías y andenes en la estación de Jimena de la Frontera (una vía principal, dos secundarias y otras dos que acaban en topera), la mejora de la accesibilidad con un nuevo paso

inferior entre andenes, la reposición de dos pasos superiores para cumplir con el gálibo de la futura electrificación y la reparación de cuatro estructuras, así como un estudio de ruidos en cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Este contrato lleva asociada la ejecución, ya iniciada, de las obras de control, mando y señalización en la nueva configuración de vías de la estación, adjudicadas por 3,1 M€ (con IVA).

- **Almoraima-Algeciras, excepto San Roque (16,7 km).** Obras finalizadas en 2020 en los subtramos p. k. 1+200 al p. k. 3+100 y p. k. 6+800 al p. k. 21+600. Incluyó actuaciones en las estaciones de San Roque-La Línea, Los Barrios y Algeciras. Tanto en este tramo como en el anterior se han contratado recientemente obras para la supresión de cuatro pasos a nivel.
- **Entorno de San Roque Mercancías (3,7 km).** Obras de



La línea está siendo equipada con traviesas AM que permitirán implantar el tercer carril.

renovación de vía ya finalizadas, con una inversión de 8,5 ME. Comprendieron la construcción de una variante de trazado y de tres nuevas vías de apartado para trenes de 740 metros.

Señalización

- **Bobadilla-Ronda (70 km).** La actuación en este tramo, adjudicada por 27,9 M€ (IVA incluido) y con finalización prevista en 2026, contempla la supresión del bloqueo telefónico, que será sustituido por un nuevo sistema de señalización y telecomunicaciones y un Bloqueo Automático en Vía Única (BAU) –sistema que garantiza la distancia entre trenes– y que funcionará con Control de Tráfico Centralizado (CTC), el cual gestionará las circulaciones en este tramo. Las

Apartaderos de 750 metros

Una de las claves para mejorar la eficiencia del transporte ferroviario de mercancías es la formación de composiciones largas que implican una mayor capacidad de transporte, un menor coste por tonelada transportada y, en definitiva, una mayor competitividad para el ferrocarril. Por ello, Adif está habilitando vías de apartado de hasta 750 metros en vías y estaciones de líneas de la red convencional para permitir el estacionamiento y el cruce de trenes de esa longitud, que es el estándar de interoperabilidad definido para los corredores europeos. Hasta hace algo más de una década, la longitud útil habitual de los trenes de carga en España era de 300 a 450 metros.

Esta estrategia se está implementando también en la línea Bobadilla-Algeciras, donde habrá al menos ocho estaciones con vías de apartado de esa longitud. Estos apartaderos ya están en servicio en cuatro estaciones (San Roque Mercancías, La Indiana, Campillos y Setenil de las Bodegas). Recientemente se ha adjudicado la obra de ampliación de la longitud útil de la vía de la estación de Bobadilla (en conjunto con la estación de La Roda de Andalucía) y se ha iniciado la redacción del proyecto de los apartaderos de Almargen y Gaucín. También está previsto equipar con vías de esta longitud la futura instalación técnica que proyecta la APBA en Botafuegos. Asimismo, ya está operativa la adecuación de vías de apartado en la estación de Castellar de la Frontera.

Estas actuaciones se enmarcan en el convenio de colaboración entre Adif y la APBA que cuenta con financiación de ambas entidades. El convenio, además, incluye otros contratos relativos a la electrificación y la mejora de instalaciones de seguridad de la línea.



Colocación de geocompuesto y riego de balasto en el tramo Almoraima-Algeciras.



Tren auscultador de Adif durante un recorrido de inspección.

actuaciones previstas incluyen la sustitución de enclavamientos eléctricos y mecánicos por enclavamientos electrónicos en tres estaciones, su integración en los CTC de Ronda y Córdoba, la construcción de nuevos edificios técnicos para las instalaciones de señalización y telecomunicaciones y nuevos gabinetes de circulación en las estaciones de Bobadilla, Campillos y Almargen/Cañete la Real. Con esta actuación, que supondrá de hecho la automatización del tramo e introducirá una mayor racionalización en su explotación, se dará un salto cualitativo en la mejora de las condiciones de seguridad, fiabilidad de las instalaciones y

calidad del servicio. Al término de esta obra, el BAU con CTC quedará implantado en toda la línea, al estar ya instalado entre Ronda y Algeciras.

- **Ronda-Algeciras (105,5 km).** Obras de implantación de BAU con CTC y de sistemas de señalización (ASFA Digital) ya finalizadas y en servicio. Ejecutadas en tres contratos: Ronda-Gaucín, Entorno de San Roque Mercancías y Gaucín-Algeciras, excepto San Roque Mercancías (19,5 M€).

Electrificación

Actuación clave para adecuar la línea a los estándares europeos y que contribuirá a la sostenibilidad

ambiental del transporte. Con la electrificación proyectada (25 kV de corriente alterna con catenaria tipo CA200, centros de autotransformación asociados y telemando de energía), se conseguirá una mayor eficiencia energética y se reducirán tanto las emisiones como los costes de mantenimiento. Además, supondrá una notable mejora en las prestaciones de la línea al permitir una mayor velocidad de operación, una mayor capacidad de carga para el tráfico de mercancías y de pasajeros y un aumento del número de trenes desde el puerto.

- **Ronda-Algeciras.** Obras iniciadas, por importe de 18,3 M€ (IVA incluido), del proyecto preliminar para proteger las instalaciones



Recrecido de andén en la estación de Campillos.

de señalización ejecutadas como BAU como consecuencia de la futura electrificación de la línea. El expediente de proyecto y obra para ejecutar la línea aérea de contacto del tramo, por importe de 20,2 M€, se encuentra en fase de supervisión.

- **Bobadilla-Ronda.** En la pasada primavera se culminó la fase de planificación en el proceso de electrificación de la línea tras la aprobación de la DIA y la aprobación definitiva del estudio informativo para la electrificación de este tramo. Con ello se da paso a las siguientes fases de proyecto y ejecución de obras. El estudio informativo analizó tres alternativas de trazado para

evitar la afeción a la reserva natural Lagunas de Campillos, seleccionando la electrificación del trazado actual, aunque incorporando varias medidas para garantizar la mínima afectación al medio ambiente. También contempla la construcción de cuatro centros de autotransformación y actuaciones sobre la infraestructura existente para su compatibilidad con los requerimientos de electrificación entre los p. k. 0+000 y p. k. 20+000.

En ambos tramos, la electrificación también incluye los proyectos para dotar a la línea de subestaciones eléctricas y centros de autotransformación asociados e integrar el telemando

de energía en el centro de control, encargados de proporcionar a la catenaria la energía que necesitan los trenes para circular. Adif dio el pasado octubre un impulso en este ámbito al licitar los proyectos de las dos subestaciones de tracción necesarias para alimentar el tramo. En concreto, licitó las obras de la subestación de Marchenilla (tramo Ronda-Algeciras) y licitó la redacción del proyecto constructivo de la estación de Ronda (tramo Bobadilla-Ronda). Ambas subestaciones de tracción se situarán cerca y estarán conectadas a sendas estaciones de transporte de Red Eléctrica Española (REE), que proporcionarán la energía



Vía doble en la estación de Castellar.



Autopista ferroviaria Algeciras-Zaragoza.

necesaria al sistema ferroviario. De ellas, la de Castellar de la Frontera tiene las obras finalizadas y la de Ronda está pendiente de la DIA.

Telecomunicaciones

- **Bobadilla-Ronda.** Actuación con la obra civil ya ejecutada, con una inversión de 2,7 M€ (IVA incluido). Su finalidad era dotar de instalaciones de telecomunicaciones móviles GSM-R a este tramo para equiparlo con la tecnología desplegada en el resto de la línea. El GSM-R, modelo interoperable elegido por la mayoría de las compañías ferroviarias europeas, proporciona todos los servicios necesarios para la comunicación mediante radiotelefonía entre los trenes y el puesto de mando. Este sistema permite al maquinista estar en contacto permanente con el Centro de Regulación y Control (CRC) y es a su vez complementario con los sistemas de señalización de BAU con CTC que ya operan en el resto de la línea. La fibra óptica necesaria tanto para el GSM-R como para la señalización, la energía y demás servicios están incluidos en el proyecto de señalización en este tramo.

- **Ronda-Algeciras.** Al disponer ya de radiotelefonía tren-tierra, en el contrato de instalaciones de este tramo solo se ha incluido la redacción del proyecto de telecomunicaciones fijas para poder prestar comunicaciones a los distintos servicios.

Autopista ferroviaria

El segundo grupo de actuaciones, que complementan a las del Plan Director, tiene por objeto la adecuación de la línea a las necesidades de la autopista ferroviaria Algeciras-Zaragoza, proyecto impulsado

desde 2021 por Adif, la APBA, Aragón Plataforma Logística y el operador Rail&Truck. El objetivo es propiciar el trasvase de mercancías desde la carretera al ferrocarril en este trayecto de 1048 kilómetros, adaptado para trenes de 740 metros que transportan semirremolques o contenedores con su carga. Para los operadores logísticos, el principal atractivo de esta autopista es su enorme potencial para captar tráficos entre Europa y Marruecos (se estima que unos 600 000 camiones habrán cruzado el estrecho de Gibraltar en 2025, es decir, 1600 al día), que canalizará entre el puerto gaditano, los puertos secos del centro (Madrid y Guadalajara) y la plataforma PlaZa de Zaragoza para su posterior distribución por el resto de España y Europa.

La adaptación de la línea a los futuros servicios de autopista ferroviaria requiere sobre todo de intervenciones en la infraestructura, ya sea la ampliación del gálibo en túneles y pasos superiores con el fin de adecuarlos a las dimensiones de los semirremolques que transportará el ferrocarril, y la habilitación de la longitud de vías de apartado para trenes de 740 metros, así como otro tipo de obras.

Aunque la mayor parte de las intervenciones para ampliar los gálivos en el trayecto Algeciras-Zaragoza se destina a los tramos Córdoba-Alcázar de San Juan y Madrid-Zaragoza, que es donde se sitúa la mayoría de las cerca de 400 estructuras que necesitan adaptación, este tipo de obras se realizan también en el tramo Córdoba-Bobadilla-Algeciras. En este sentido, Adif adjudicó el pasado mes de mayo dos actuaciones para adaptar la línea Bobadilla-Algeciras a la autopista ferroviaria por importe de 66,6 M€, con un plazo de ejecución de 24 meses. Se trata de obras incompatibles con el tráfico

Una línea con historia

- **Construcción.** El origen de la línea Bobadilla-Algeciras es una concesión otorgada en 1888 a la compañía inglesa The Algeciras-Gibraltar Railway Line para construir y explotar una nueva conexión ferroviaria que comunicara Gibraltar con la línea Córdoba-Málaga. El Gobierno, por razones estratégicas, solo autorizó que el trazado finalizara en Algeciras. La obra se completó en cuatro años y se inauguró el 27 de noviembre de 1892. Dos años después, la concesionaria creó una línea de vapores para conectar Algeciras con el Peñón, para lo cual construyó el primer muelle de madera del puerto, conectado a la estación mediante un ramal de 700 metros.
- **Titularidad.** En 1913, la concesión fue traspasada a la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces, que explotaba casi todas las líneas andaluzas salvo la línea troncal Madrid-Córdoba-Sevilla. La explotó hasta su incautación por el Estado en 1936. En 1941, Renfe asumió la titularidad de la infraestructura, que gestionó durante 64 años. A partir de enero de 2005, Adif se hizo cargo de la gestión de la línea.
- **Infraestructura.** La línea tiene 176 kilómetros y 21 estaciones, destacando las dos ferropuertas del puerto Bahía de Algeciras (Isla Verde e Isla Verde Exterior), Algeciras (terminal de pasajeros), San Roque, Ronda y Bobadilla (cerca de un histórico nudo ferroviario). El trazado discurre en parte por la Serranía de Ronda, con notables pendientes y varios túneles y viaductos. En los años 50 y 80 del pasado siglo se renovó la vía total o parcialmente. En los años 70 se construyó un ramal industrial exclusivo de mercancías para conectar San Roque con el Polo Industrial del Campo de Gibraltar. Ya en este siglo, Adif inauguró la terminal logística intermodal de San Roque-Mercancías.
- **Tracción.** La línea fue recorrida durante más de 70 años por locomotoras de vapor hasta su completa dieselización en 1968. Desde entonces opera material con tracción diésel, aunque está en marcha su electrificación. En 2023 concluyó con éxito una prueba piloto con locomotoras de mercancías propulsadas por HVO (diésel renovable) entre Algeciras y Córdoba, con vistas a implantar este combustible verde para descarbonizar el trayecto.
- **Servicios.** Desde su origen por la línea circulan trenes de pasajeros y mercancías. Los servicios históricos han sido el tren correo, el expreso – ambos de ida y vuelta con Madrid– y el *corto* de Ronda. Es una línea con escaso tráfico en la que se están equiparando las circulaciones de trenes de pasajeros (2132 en 2022) y de mercancías (1788 el mismo año). En el segmento de pasajeros existen conexiones directas entre Algeciras y Madrid (dos frecuencias diarias de S-730) y con Granada, además de viajes combinados hacia otros destinos con trasbordo en Antequera-Santa Ana. También hay servicios directos de mercancías entre Algeciras y otras ciudades, como Madrid, Zaragoza, Ponferrada, Barcelona y Marín.
- **Intermodalidad.** La estratégica ubicación de Algeciras, junto al Estrecho, ha alimentado históricamente la línea con tráficos de pasajeros que han realizado el intercambio modal ferrocarril-barco en el puerto: Sud-Expreso (1897, conexión París-Tánger), Marocco Express (1948-1950, conexión estival París-Algeciras, antecedente lejano del actual paso del Estrecho), Castellano Express (1955-1964, tren que recogía en Algeciras a los pasajeros de transatlánticos en escala procedentes de Nueva York para su traslado a Madrid) y Estrella Media Luna (1989-2011, tren estival Algeciras-Hendaya/Cerbere, enfocado a la emigración magrebí). Desde los años 70 se sincronizaron los horarios de llegadas de los trenes y de salida de los ferris hacia Ceuta y Tetuán.



Paso superior en el entorno de Benaoján.

ferroviario. La primera de estas actuaciones es la ampliación de la sección de 21 túneles y falsos túneles existentes entre Bobadilla y Algeciras para compatibilizarlos con el gálibo de los vagones que circularán por la autopista ferroviaria. También se actuará sobre la superestructura, ya que se llevará a cabo el recentrado de la vía mediante su ripado. El nuevo gálibo deberá ser compatible con la electrificación de la línea.

La segunda actuación tiene por objeto estabilizar una ladera inestable situada en el término de Cañete del Real (Málaga), entre las estaciones-apaderos de Almargen

y Setenil, que afecta desde hace años a este tramo de la línea. La solución proyectada por Adif para asegurar la denominada ladera de Almargen, que se extiende a lo largo de 7 kilómetros, contempla, en primer lugar, el levantamiento de la plataforma para permitir la ejecución de pilotes de mortero que mejoren el cimiento de la nueva plataforma. También se ejecutarán muros y espaldones de escollera, así como una red de drenaje superficial y profunda. Posteriormente, se recrecerá la plataforma y se montará de nuevo la vía. Con esta intervención se espera solucionar

definitivamente los problemas de deslizamiento de material sobre la vía, lo que mejorará la fiabilidad de la línea y se reducirán los costes de mantenimiento.

Otra actuación encuadrada en las inversiones de la autopista ferroviaria es la adecuación de los gálibos de dos pasos superiores y un sifón situados en distintas partes del trazado, que es necesaria para la electrificación de la línea. Este proyecto está actualmente en fase de redacción.

Autoridad Portuaria

La APBA ejecuta actualmente un tercer grupo de actuaciones para mejorar la capacidad de sus instalaciones y optimizar las operaciones con el ferrocarril, tanto dentro como fuera del recinto portuario, con el fin de atender con garantías el previsible crecimiento del tráfico. El Plan de empresa de la APBA 2024-2028 contempla una inversión cercana a 90 M€ (con financiación comunitaria) en estas actuaciones, englobadas bajo el denominado proyecto Última Milla.

Por el volumen de inversión (46 M€), la actuación más relevante es la construcción de una nueva instalación técnica en la zona de Botafuegos, a poca distancia del puerto, que funcionará como apartero ferroviario, y un ramal de conexión exclusivo entre la nueva instalación y el puerto que discurrirá en paralelo a la vía existente. Cuando estas infraestructuras estén en servicio permitirán la realización de operaciones de fraccionamiento o formación de trenes de carga de hasta 750 metros con destino/procedencia de las terminales ferroportuarias del puerto, evitando así las maniobras que puedan suponer la interrupción del tráfico en el interior del puerto, así



como la expedición o recepción de esos mismos trenes. Ineco ultima la redacción del estudio informativo de estas infraestructuras, paso previo para la redacción de proyectos y la ejecución de obras que se plasmarán en un convenio con Adif.

Asimismo, la APBA está acelerando la tramitación de una segunda actuación en el interior del recinto portuario consistente en la

mejora y ampliación de las terminales ferroviarias de los muelles Isla Verde Exterior e Isla Verde, con el fin de adaptarlas al tráfico esperado en el medio y largo plazo. En el primer caso, se ampliará la playa de vías con nuevas vías aptas para la carga y descarga simultánea, mientras que en la segunda se extenderá la longitud útil de la playa de vías. Con estas mejoras, el puerto podrá atender

diariamente hasta 10 trenes de 750 metros de longitud.

Por otro lado, se está ultimando un convenio entre la APBA, el Ayuntamiento de Algeciras y Adif para la supresión del paso a nivel que conecta las calles La Perlita y Los Arcos, en Algeciras. El gestor ferroviario ha iniciado el estudio de soluciones para ejecutar esta actuación, destinada a mejorar la seguridad. ■



Tren de mercancías en el puerto Bahía de Algeciras.

España refuerza la vigilancia marítima con tecnología satelital europea

CleanSeaNet, nuestros ojos en el mar desde el espacio



Para vigilar, monitorizar, evaluar y proteger nuestros mares, España cuenta con el servicio de alertas CleanSeaNet (CSN), el guardián invisible del mar europeo, probablemente la herramienta más potente disponible hoy en día.

Un servicio clave desarrollado y gestionado por la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) que desempeña un papel esencial en la protección y vigilancia del medio marino en aguas europeas. EMSA ofrece cuatro servicios principales: CleanSeaNet, Vigilancia Marítima, Control de Fronteras y Guarda Costas/Emergencias.

- Texto: Jose A. Aza Arias
- Fotos: EMSA

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR/CNUDM), —denominada como «La Constitución de los Océanos»—, en su artículo 192 establece la obligación general de los Estados de proteger y preservar el medio marino. Es decir, los Estados tienen la obligación de proteger el medioambiente, especialmente en las actividades que se realizan bajo su jurisdicción.

España, miembro desde 1982, ha ido incorporando estas obligaciones en sus propias leyes, como la Ley de Protección del Medio Marino o la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. La vigilancia se produce respecto a todos los buques que se encuentren en espacios marítimos en los que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, tanto si se dirigen a puerto español como si se encuentran en tránsito.

En este contexto, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima juega un papel clave para cumplir esta crucial misión. Una mancha en

el mar no es sólo «algo que está ahí flotando», es un hecho que afecta a la salud de las personas, al turismo, a la economía, a la propia imagen internacional del país, a los recursos naturales y al medioambiente. De ahí la importancia tan grande que tiene preservar sus costas, mares y océanos.

España: un gigante marítimo y un reto constante

España cuenta con más de 7600 kilómetros de costa y alrededor de un millón y medio de km² de superficie marítima como área de responsabilidad SAR (Search and Rescue), es decir, el triple del territorio terrestre. Está dividida en cuatro zonas (Atlántico, Estrecho, Mediterráneo y Canarias), lo que la sitúa a la cabeza de la Unión Europea en este ámbito. Además, cuenta con algunas de las rutas marítimas más transitadas del mundo como es el caso del estrecho de Gibraltar —se estima que al año transita el 10 % del comercio mundial por sus aguas— y esto, aunque vital para el comercio y la economía, también

conlleva un riesgo significativo para los mares españoles por su vulnerabilidad: los vertidos de hidrocarburos, tanto si son accidentales como intencionados.

Frente a esta potencial gran amenaza, la Unión Europea decidió actuar de forma contundente. Así, en el mes de abril del año 2007, puso en marcha el programa CleanSeaNet cuyo objetivo principal es detectar y vigilar posibles vertidos de hidrocarburos u otras sustancias potencialmente contaminantes en el mar, e identificar los buques implicados utilizando tecnología satelital de observación terrestre.

Cómo funciona CleanSeaNet: tecnología satelital al servicio del mar

El sistema se basa en el análisis de imágenes de observación de la Tierra proporcionadas, principalmente, por satélites SAR o de radar de apertura sintética (Synthetic Aperture Radar) y complementadas con imágenes ópticas. Para ello, utiliza satélites de la constelación Sentinel del programa europeo Copernicus. Este tipo de satélites son de órbita polar heliosincrónica —completando cada órbita en unos 100 minutos—, es decir, que en su trayectoria pasan cercanos a los polos lo que permite una cobertura global; y que sean heliosíncronos o de órbita heliosincrónica al sol significa que cada vez que el satélite pasa sobre un punto determinado de la Tierra lo hace a la misma hora solar local. Esto es muy útil para mantener condiciones de iluminación constantes y obtener datos fiables, algo especialmente importante en las imágenes ópticas.

A diferencia de otros sensores ópticos, los de tipo SAR emiten pulsos de microondas para obtener imágenes de la superficie



Imagen proporcionada por SAR e imagen óptica.



Imagen proporcionada por SAR de una detección.

terrestre. El radar puede capturar imágenes de la superficie marina de día o de noche —no necesita iluminación solar a diferencia de las imágenes ópticas— y en cualquier condición meteorológica, incluso con nubes o niebla —las imágenes ópticas se ven afectadas por las nubes o las nieblas—. También tiene sus limitaciones, por ejemplo, el hecho de que la intensidad del viento afecta a la calidad de las imágenes.

En general las mejores horas para la toma de imágenes SAR son las primeras horas de la mañana (05:00-08:00) y las últimas de la tarde (17:00-20:00).

Las tres funciones básicas del sistema

CleanSeaNet procesa y analiza las imágenes en cuestión de minutos para realizar tres funciones

esenciales: detectar, identificar y monitorizar.

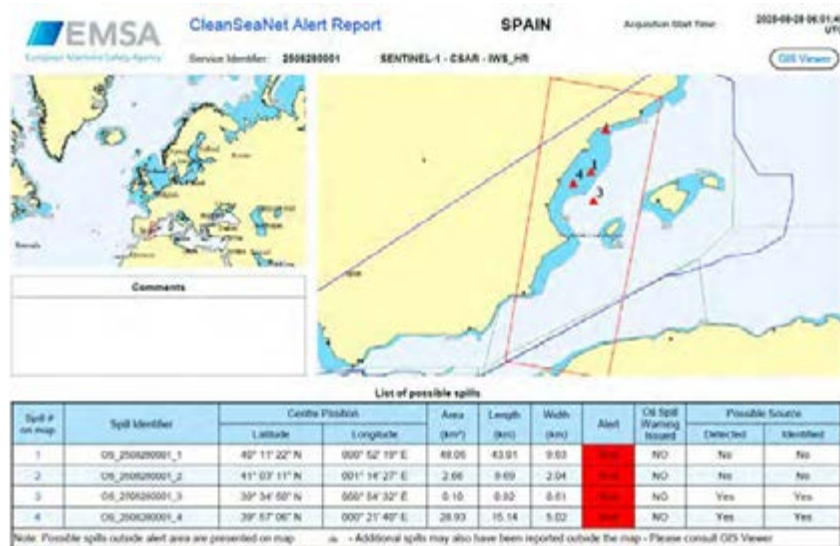
1. **Detectar** la posible presencia de hidrocarburos en la superficie del mar, incluyendo vertidos ilegales de hidrocarburo mineral

u otras sustancias potencialmente contaminantes del medio marino.

2. **Identificar** a posibles contaminadores/infractores.
3. **Monitorizar** la evolución y dispersión del vertido durante emergencias marítimas.

Estas imágenes SAR permiten identificar anomalías en la superficie del mar como manchas oscuras —las imágenes SAR son en tonos grises— que podrían indicar la presencia de hidrocarburos flotantes. El sistema analiza esas imágenes de forma automática y asistida por expertos analistas y en, aproximadamente, 20 minutos desde que la imagen es captada, se emite un informe de alerta a las autoridades marítimas nacionales competentes del país afectado.

Una vez recibida esa alerta se puede decidir enviar un medio aéreo o marítimo al área señalada para verificar el origen y naturaleza del vertido y, en su caso, proceder a la toma de muestras que serán enviadas al laboratorio para su posterior análisis. Si hay un buque cerca del punto de la mancha, el sistema también permite cruzar la información con datos del AIS (Sistema



Informe de alerta CleanSeaNet.

de Identificación Automática) y así identificar al posible responsable del vertido.

Ventajas y efectos: rapidez, disuasión y registro histórico

Esta capacidad de detección casi en tiempo real es fundamental por varias razones:

- En primer lugar, permite reaccionar rápidamente ante incidentes, ya sean derrames accidentales o descargas ilegales. La rapidez es clave para minimizar los daños medioambientales, especialmente si se trata de zonas protegidas, con alta biodiversidad o cercanas a la costa.
- En segundo lugar, tiene un efecto disuasorio muy importante. Al saberse vigilados desde el espacio, los buques tienen menos incentivos para realizar descargas ilegales (conocidos popularmente como sentinazos), una práctica que ha sido muy común en el pasado, especialmente durante operaciones de limpieza de tanques.
- En tercer lugar, el sistema genera un registro histórico muy útil para investigaciones, evaluaciones medioambientales y también para llevar a cabo procedimientos legales. Cada imagen queda registrada, georreferenciada y archivada, constituyendo una prueba técnica sólida.

CleanSeaNet también permite a los Estados miembros programar sus misiones de vigilancia aérea de una forma realmente eficiente, concentrando los recursos en las áreas con mayor riesgo o incidencia. Además, ofrece cobertura para zonas marítimas extensas, incluyendo aguas territoriales, zonas económicas exclusivas y, en algunos casos, áreas más allá de la jurisdicción nacional.



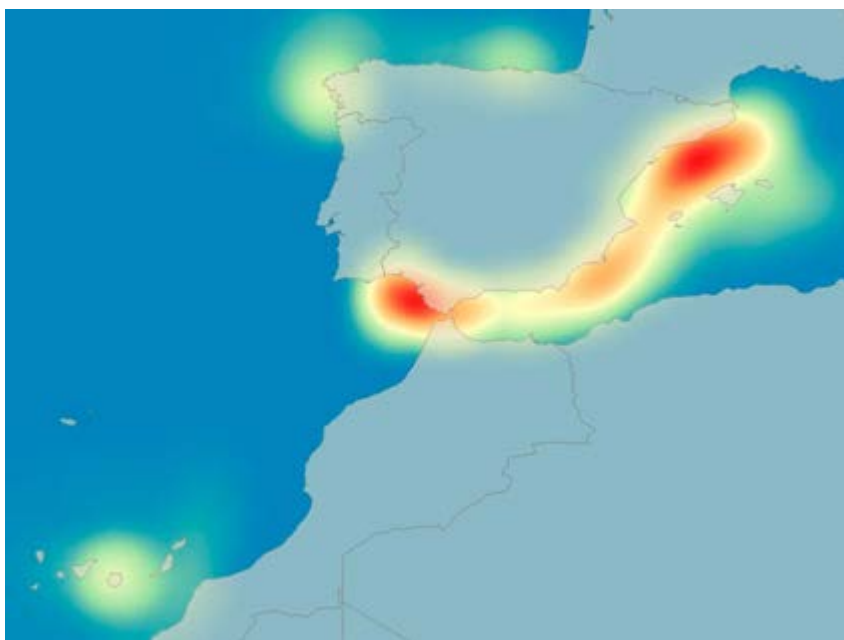
Pantalla de visualización del funcionamiento CleanSeaNet. EMSA.

Evolución del programa CleanSeaNet: innovación constante

Desde su creación, CleanSeaNet ha enviado miles de alertas. Aunque hay que tener en cuenta que no todas las detecciones captadas por el sistema son hidrocarburos —algunas pueden ser concentraciones de algas, aguas calmas o fenómenos naturales—, aun así, el sistema ha demostrado tener una tasa muy alta de acierto. Y lo más

importante, ha ayudado a mejorar el cumplimiento de las leyes y normas en materia medioambiental en el mar.

CleanSeaNet no opera de forma aislada. Es parte de una estrategia más amplia de EMSA que incluye servicios como [SafeSeaNet](#), un sistema de seguimiento e información del tráfico marítimo de la UE: los buques que transitan por aguas de la Unión se monitorizan diariamente en tiempo real, lo que hace mejorar



Mapa de calor emergencias medioambiente coordinadas por SASEMAR 2016-2024.

la protección del medioambiente y la eficiencia del transporte; **THE-TIS**, un sistema para inspecciones de buques que permite el registro e intercambio de información de cumplimiento, armonización de procedimientos y el acceso a una base de datos de inspecciones; y otras herramientas de vigilancia y control.

Además, CleanSeaNet se actualiza constantemente, incorporando mejoras tecnológicas como la inteligencia artificial y adaptándose a las necesidades de los países miembros. Hoy en día se puede integrar con modelos de deriva que predicen hacia dónde evolucionará una mancha, o combinarse con sensores aéreos y marinos, creando

un sistema de vigilancia medioambiental completo, eficaz y robusto.

En los últimos años, además, se ha ampliado su uso más allá de los hidrocarburos, incluyendo la detección de descargas de aguas residuales, basuras marinas o, incluso, sustancias químicas peligrosas o potencialmente peligrosas, siempre y cuando las condiciones lo permitan.

Cooperación y cultura de vigilancia

Un aspecto fundamental del éxito de CleanSeaNet es la cooperación entre EMSA y

los Estados miembros. Cada país designa puntos de contacto y centros responsables que reciben diariamente las alertas emitidas por el sistema y deciden cómo actuar. En España son los Centros de Salvamento Marítimo de Finisterre, Las Palmas y Valencia. Cabe destacar que EMSA, por su parte, no actúa como un ente sancionador, sino como un facilitador de tecnología, información, formación, análisis y coordinación.

Gracias a esta colaboración, CleanSeaNet ha contribuido a crear

CleanSeaNet permite la observación del mar desde el espacio.

una cultura de vigilancia medioambiental en el mar. Ya no es posible descargar residuos al agua con la misma impunidad que décadas atrás. Hoy hay «ojos» que observan desde el espacio y sistemas capaces de rastrear e identificar a los responsables con gran precisión.

Tecnología y cooperación para un mar más limpio

Es importante subrayar que todo esto se traduce, en última instancia, en una mejor protección del medio

ambiente marino, de las costas y de los recursos que dependen de él como la pesca, el turismo, la biodiversidad, e incluso la propia salud.

Cada vertido evitado, cada mancha detectada a tiempo, cada infracción documentada, son pequeños pasos hacia una mar más limpia y más segura.

Todo esto hace que CleanSeaNet represente lo mejor del enfoque europeo: cooperación entre países, uso avanzado de la tecnología, compromiso con el medio ambiente y apoyo a las políticas públicas basadas en datos.

En un mundo en el que los océanos sufren amenazas crecientes y constantes, desde el cambio climático hasta la contaminación por plásticos, presión del tráfico marítimo, etc., contar con herramientas como CleanSeaNet no es un lujo, sino una necesidad real.

En definitiva, CleanSeaNet es un claro ejemplo de cómo la tecnología satelital puede ponerse al servicio de la sostenibilidad, la seguridad marítima y la protección al medioambiente marino. La vigilancia desde el espacio es hoy una pieza clave para proteger el futuro de nuestros mares. ■

El «Cajón Ferroviario del CEDEX» es una instalación, única en Europa, para la experimentación ferroviaria mediante ensayos acelerados a escala real

El «Cajón Ferroviario del CEDEX»: ensayos a escala real para la vía del futuro



Panorámica del «Cajón Ferroviario del CEDEX» (CFC) preparado para ensayar sobre una sección en balasto.

En un mundo donde la velocidad, la seguridad y la sostenibilidad marcan el rumbo del transporte ferroviario, el CEDEX alberga una instalación singular que permite ensayar el futuro del transporte sobre carriles. La instalación de ensayos llamada «Cajón Ferroviario del CEDEX», única en Europa, reproduce a escala real las condiciones más exigentes del tráfico ferroviario, convirtiéndose en un laboratorio estratégico donde la ingeniería se transforma en soluciones reales para las líneas de hoy y del mañana.

- Texto: Comunicación CEDEX
- Fotos: CEDEX

En el CEDEX,

en Madrid, se encuentra una instalación única en Europa que marca un antes y un después en la experimentación ferroviaria: el «Cajón Ferroviario del CEDEX» (CEDEX Track Box, CFC). Esta infraestructura de ensayo, concebida en el marco de los proyectos europeos SUPERTRACK e INNOTRACK, permite reproducir a escala 1 : 1 el comportamiento de secciones completas de vía férrea tanto convencional como de alta velocidad bajo condiciones de carga, tráfico mixto y velocidades de hasta 420 km/h.

Una instalación singular para retos globales

El CFC tiene unas dimensiones imponentes: 21 metros de longitud, 5 metros de anchura y 4 metros de profundidad. Estas proporciones no son arbitrarias y permiten dividir la instalación en tres tramos de ensayo independientes, construir el hombro de balasto sin efectos de borde y realizar los ensayos sobre un terraplén típico de alta velocidad. En conjunto se logra una

representación fiel de la vía real, ideal para realizar ensayos que permiten la caracterización estática y dinámica de la sección ferroviaria y analizar la fatiga de los materiales que componen la vía.

Lo más sorprendente es su capacidad de acelerar el tiempo. En solo una semana de ensayo, el CFC puede simular el efecto del paso de trenes durante un año completo en una vía real. Esto supone un avance

crucial en la evaluación de materiales, diseño de soluciones innovadoras y validación de nuevas tecnologías ferroviarias.

Más que un banco de pruebas, el «Cajón Ferroviario del CEDEX» es una plataforma estratégica para el estudio de la seguridad ferroviaria donde se ensayan soluciones que garantizan seguridad, eficiencia y sostenibilidad en las líneas del presente y del futuro.

Ajustes y montaje de los actuadores hidráulicos y sensores durante los ensayos del CFC.





Sala de control del CFC durante la ejecución de ensayos.

Una instalación singular para retos globales

- Ensayos a escala real para reproducir condiciones de tráfico ferroviario.
- Investigación aplicada: alta velocidad, vibraciones, fatiga y nuevos materiales.
- Monitorización avanzada con sensores y modelos numéricos para optimizar diseños.
- Innovación sostenible: materiales y soluciones para climatología extrema.

Tecnología de simulación avanzada

El sistema de carga que permite modelizar el paso de los trenes en el CFC está compuesto por:

- **Tres parejas de actuadores servohidráulicos** que permiten simular el paso puntual de cada rueda del tren, aplicando cargas

de hasta 250 kN con frecuencias de hasta 50 Hz.

- **Dos actuadores piezoeléctricos** que permiten reproducir las imperfecciones en el contacto entre carril y rueda durante su rodadura, aplicando cargas de hasta 20 kN con frecuencias de hasta 300 Hz.

Actuadores piezoeléctricos.



La sincronización de estos actuadores se realiza mediante un control en tiempo real de alta precisión que permite ajustar individualmente cada tren de cargas y generar un estado global de fuerzas y desplazamientos semejante al paso de un tren real, permitiendo la simulación del paso de diferentes tipos de trenes.

Uno de los retos más críticos que se estudian en el CFC es la determinación de la conocida como velocidad crítica de una sección ferroviaria, fenómeno semejante a la resonancia por el cual se pueden amplificar los movimientos de la vía cuando la velocidad del tren es superior a los 350-400 km/h, comprometiendo la seguridad del material rodante. Este fenómeno ha llevado a países como Japón y Alemania a sustituir la vía en balasto por vía en placa en sus líneas de alta velocidad.

El trabajo del CEDEX *Determinación de la velocidad crítica de secciones ferroviarias*, en el que se desarrolla un método de cálculo fiable, sencillo y robusto para calcular la velocidad crítica de una sección ferroviaria, fue premiado en el año 2022 con el premio Talgo a la Innovación Tecnológica, premio que supone un reconocimiento a aquellos proyectos que supongan un avance tecnológico de cuya aplicación en la operación ferroviaria se obtengan mejoras significativas.

Instrumentación de alta resolución

Para capturar la respuesta de la vía, el CFC está equipado con una red de sensores que incluye:

- **Acelerómetros, y células de presión** que se colocan distribuidos en el terraplén y en las capas de asiento ferroviario (balasto, subbalasto y capa de forma).

- **Sensores láser, geófonos, potenciómetros, geófonos y acelerómetros** que se instalan en los componentes de la superestructura (carril, traviesa y suela).

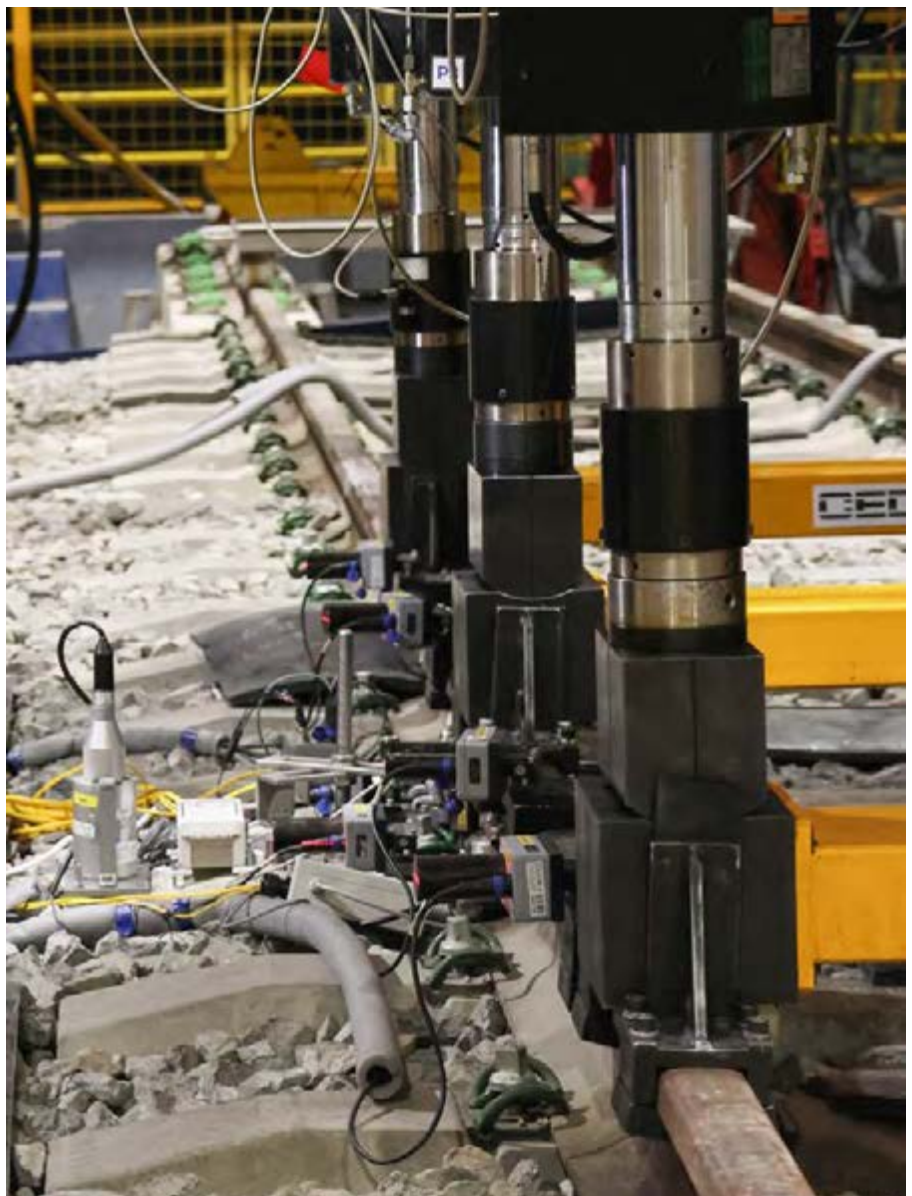
Esta instrumentación permite analizar con detalle el comportamiento dinámico de cada elemento de la vía, determinar la rigidez de la sección y estudiar la propagación de vibraciones en el interior de la infraestructura ferroviaria.

Cada ensayo se acompaña de modelos numéricos basados en

Datos clave del «Cajón Ferroviario del CEDEX»

- Instalación única en Europa.
- Ensayos acelerados de fatiga.
- Simulación de velocidades superiores a 300 km/h.
- Instrumentación muy completa: acelerómetros, geófonos, sensores láser, células de presión.
- Referencia nacional e internacional en experimentación ferroviaria.

Detalle de la instrumentación colocada en la superficie de la sección ferroviaria.





Explicación de funcionamiento del CFC durante una visita.

que permite ensayar una amplia variedad de configuraciones y materiales:

- Vías en balasto y en placa.
- Tramos rectos y curvos, incorporando cargas horizontales.
- Cruces, desvíos y zonas de transición.
- Diferentes materiales que constituyen las capas de balasto, subbalasto, capa de forma y terraplén.
- Traviesas estándar, polivalentes y de tres hilos.

Nuevos materiales: suelas bajo traviesa, mantas elásticas, balasto artificial, subbalasto bituminoso, geotextiles, suelos estabilizados con cal o cemento, y materiales ligeros.

Participación en el Proyecto Europeo GEOLAB de Horizonte 2020

En los últimos cuatro años, el CEDEX ha participado, a través del Laboratorio de Geotecnia, en el Proyecto Geolab financiado por la Unión Europea y de cuatro años de duración (2021-2025). Puedes consultarlo aquí: <https://www.cedex.es/centros-laboratorios/laboratorio-de-geotecnia-lg/proyectos/proyecto-europeo-geolab>

En este proyecto han participado instalaciones europeas cuyo objetivo es estudiar el comportamiento e interacción entre elementos estructurales de infraestructuras críticas y su entorno. Estas instalaciones permiten realizar ensayos sobre modelos físicos a diferentes escalas.

Una vez finalizado, el pasado 1 de octubre el CEDEX presentó en Lisboa los resultados de los trabajos llevados a cabo dentro del Proyecto que ha reunido a 11 instalaciones geotécnicas singulares europeas con el objetivo de facilitar



Visita institucional al CFC.

el Método de los Elementos Finitos (FEM). Esta combinación entre datos de ensayo y modelización numérica permite simular escenarios extremos, anticipar patologías y optimizar diseños, alineando los criterios de

mantenimiento con las normativas internacionales.

Versatilidad en los ensayos

El CFC no sólo reproduce condiciones normales de operación, sino



Ejemplo de materiales usados: balasto (izq.), árido ligero de arcilla expandida (drch.).

el acceso abierto a equipos y ensayos a escala real, promoviendo así la investigación colaborativa en el ámbito de la geotecnia.

Geotecnia ferroviaria aplicada

En definitiva, la geotecnia ferroviaria, como rama especializada de la ingeniería geotécnica, encuentra en el CFC una herramienta excepcional para estudiar el comportamiento de los materiales que componen

la infraestructura ferroviaria. Desde el balasto hasta prototipos de vía en placa, pasando por el uso de nuevos materiales en cualquier elemento de la sección, cada componente puede ser analizado en condiciones reales de carga, así como establecer su comportamiento tras ensayos de fatiga.

El «Cajón Ferroviario del CEDEX» representa un salto cualitativo en la investigación ferroviaria. Su capacidad para simular condiciones

reales de operación, acelerar procesos de ensayo y validar soluciones innovadoras lo convierte en un pilar fundamental para el desarrollo de infraestructuras ferroviarias más seguras, duraderas y sostenibles.

En un mundo donde la movilidad ferroviaria avanza hacia mayores velocidades y exigencias técnicas, instalaciones como el CFC son esenciales para garantizar que la vía esté a la altura del tren del futuro. ■

Transición entre dos zonas de ensayo en el CFC: vía en placa (izquierda) y vía en balasto (derecha).



10º aniversario del Puente de la Constitución de 1812

Una década «colgando» sobre la bahía de Cádiz

Vista aérea del Puente de la Constitución de 1812.



El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ha conmemorado los 10 años del Puente de la Constitución de 1812, que sigue siendo un hito de la ingeniería española y un referente mundial en el sector. Esta infraestructura levantada sobre la bahía de Cádiz fue inaugurada en 2015 y mejoró notablemente la movilidad en el área metropolitana de la capital gaditana.

La construcción de este nuevo acceso por carretera a la ciudad ha sido una de las obras de mayor complejidad y magnitud que ha afrontado el ministerio. El proceso constructivo fue todo un desafío, pero el resultado final no tiene parangón en España. Diez años después sigue siendo un paso viario imprescindible, y también un símbolo de conexión social, de modernización y de superación técnica que bate varios récords constructivos nacionales e internacionales.

Esta infraestructura pública, icono local y nacional, cambió para siempre la forma de acceder, vivir y moverse en Cádiz. Marcado por su gran utilidad, el Puente de la Constitución de 1812 ha cumplido una década en pie sobre una bahía que ya es imposible de concebir sin su silueta.

- Texto: Clara Bernal García

El 24 de septiembre de 2015 quedó marcado en el calendario como una fecha histórica para Cádiz con la puesta en servicio del Puente de la Constitución de 1812, construido sobre las aguas de la bahía gaditana. Aquel día se estrenó una nueva infraestructura sin precedentes en España y que supuso un nuevo acceso directo por carretera a la ciudad.

Antes de la apertura de este puente, por carretera solo se podía acceder a la ciudad de a través del histórico [Puente José León de Carranza](#) (CA-36, antigua N-433), también levantado sobre el mar y que data del año 1969, así como por la carretera de San Fernando (CA-33).

Ambas carreteras confluyen en el mismo punto de entrada lo que, unido a la peculiar forma de istmo-tómbolo que tiene la ciudad, hacía que se formaran grandes retenciones en la avenida de Andalucía, la principal avenida de la ciudad.

Para aliviar esta congestión, el entonces Ministerio de Fomento propuso un nuevo acceso por carretera (el tercero) para llegar desde Puerto Real a Cádiz. El proyecto planteaba construir un tramo de autovía, en su totalidad de nuevo trazado, para convertirse en una segunda entrada a la ciudad sobre el mar, reforzando el primer e histórico acceso por el Puente Carranza. Así pues, se ideó la construcción de una gran estructura sobre la

bahía, configurando una alternativa de alta capacidad directa y rápida. En este contexto, se levantó el Puente de la Constitución de 1812, bautizado así en honor a la primera Constitución de la historia de España aprobada en Cádiz, conocida como 'La Pepa', apodo que también se utiliza para denominar de forma cariñosa al viaducto, también llamado el 'Segundo Puente'.

Una década después de la inauguración de esta infraestructura, en 2015, el impacto positivo que esta obra pública ha supuesto para la movilidad de Cádiz es evidente: reduce los tiempos de desplazamiento, evita el paso de tráfico pesado por el centro urbano y refuerza la comunicación y conexión de Cádiz tanto con Puerto Real como con la autovía del Sur, así como con el resto de Andalucía.

Además de su repercusión a nivel práctico y de mejorar la vida de los gaditanos y gaditanas, se ha convertido en un icono local, comarcal y nacional. Tanto, que la imagen de Cádiz no se entiende sin este puente 'colgando' sobre la bahía. Y es que el puente de 'La Pepa' es la icónica estampa del horizonte gaditano que se reproduce en muchas de las postales de la ciudad.

De hecho, recientemente el viaducto se ha convertido también en un [sello de Correos](#) que fue presentado por el ministerio en la 63ª Exposición Filatélica Nacional ([EXFILNA 2025](#)), diseñado en reconocimiento a esta infraestructura, así como a la ciudad y a la provincia de Cádiz. Es asimismo un homenaje gráfico a los ingenieros e ingenieras de Caminos, Canales y Puertos del Estado por su contribución a la vertebración geográfica de España y por su excelencia y profesionalidad, plasmada en grandes obras públicas como es el caso de este viaducto.

Un sello de Correos dedicado al Puente de 'La Pepa'

El pasado 8 de noviembre, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible presentó el sello dedicado al Puente de la Constitución de 1812 de Cádiz, en un acto celebrado en el Baluarte de la Candelaria de Cádiz, en el marco de la 63ª Exposición Filatélica Nacional (EXFILNA) organizada por Correos y la Federación Española de Sociedades Filatélicas (FESOFI). Este es el mayor evento anual de la filatelia española en el que compiten las mejores colecciones de todo el país.

Correos ha emitido este sello en sus colecciones de 2025, en concreto en la serie 'Puentes de España'. Con un valor de tres euros y una tirada de 72 000 ejemplares, en él se muestra una impresionante vista aérea del puente y su entorno. Tiene un formato horizontal de 74,6 x 28,8 mm y está impreso en offset sobre papel estucado, engomado y fosforescente. La fecha de puesta en circulación fue el 6 de noviembre de 2025, dos días antes del acto de presentación oficial.

Dicho acto contó con la presencia de diversas autoridades, entre ellas la del subsecretario del ministerio, Rafael Guerra. Además, acudieron la secretaria general técnica del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y presidenta de la Comisión Filatélica del Estado, Alejandra González Madrid; el vicepresidente de la Comisión y subdirector general de Régimen Postal, Rafael Crespo Arce; y la secretaria de dicha Comisión, María Nieves García Yugueros. Al finalizar la presentación, se realizó el tradicional matasellado de honor.

Durante su intervención, Guerra Posadas agradeció a la Comisión Filatélica del Estado, a Correos y a la Real Casa de la Moneda la edición del sello dedicado a esta infraestructura proyectada en el año 2008 y de la que el departamento ha conmemorado recientemente sus 10 años de puesta en servicio. Así pues, coincidiendo con su décimo aniversario, este viaducto se ha convertido en objeto de atención de la filatelia española. «Recorriendo las obras públicas de España a lo largo de los siglos estamos transitando por los caminos de nuestra historia. Estas obras son los hitos de los esfuerzos modernizadores de los distintos periodos históricos», subrayó el subsecretario en su discurso.

Y es que las infraestructuras han sido siempre un tema preferente de la filatelia española. De hecho, esta no es la primera vez que las grandes infraestructuras de la provincia de Cádiz se asoman a los sellos de Correos, ya que otras grandes obras públicas gaditanas, como el faro de Chipiona o el mercado de Algeciras, han contado con reconocimientos postales en otras ocasiones.

En el caso concreto del sello del Puente de 'La Pepa', Guerra Posadas incidió en que supone un reconocimiento a la ciudad y provincia de Cádiz, y a la tradición constitucional gaditana. «El constitucionalismo gaditano y los hitos de la ciudad se funden en el servicio público», apuntó en



referencia a la Constitución española de 1812, 'La Pepa', que da nombre al puente, y a la proyección y construcción de la estructura.

Asimismo, el subsecretario remarcó que es también un homenaje a los ingenieros e ingenieras de Caminos, Canales y Puertos por su profesionalidad y labor. «Las grandes obras públicas en caminos, canales, puentes y aeropuertos en que se plasma el trabajo diario de nuestros ingenieros están al servicio de acercar personas», afirmó, recalcando que esto es «un magnífico exponente gráfico de cómo el cuerpo de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado ha contribuido a la vertebración de España».

Con esta reciente emisión de Correos, el Puente de 'La Pepa' se suma a otros que ya cuentan con sello propio, como es el caso del Puente del Pilar en Zaragoza, que apareció en un sello emitido en 2013 de la serie Puentes de España, y el Puente de Portugalete, cuyo sello se emitió en 2017 con motivo de la EXFILNA que se celebró ese año en esa ciudad.



El subsecretario Rafael Guerra con diversas autoridades en la presentación del sello.

Cinco años de planificación, ocho de construcción

Los primeros planteamientos para un nuevo acceso sobre la bahía gaditana se pusieron sobre la mesa a finales de los años 80 y principios de los 90, aunque la orden de estudio es de abril de 2003. Las obras empezaron en el año 2007. Entre el arranque formal de los estudios y el inicio de su construcción, transcurrieron casi cinco años de metódica planificación técnica y administrativa. En el periodo de ejecución hubo hasta tres direcciones de obra: los ingenieros Marcos Martín Gómez, Julio Domingo de la Blanca y Fernando Pedraza, actual subdirector de Proyectos y Obras del Ministerio y director de Obra que terminó el puente.

El proyecto estructural fue redactado por Javier Manterola, ingeniero de Caminos reconocido por su enfoque innovador y por ser uno de los grandes maestros de la ingeniería contemporánea, especialmente en puentes atirantados. Sobre el plano, esta estructura ya era

todo un reto para la ingeniería civil por sus colosales dimensiones.

Su construcción se extendió durante casi nueve años, un plazo que reflejó la complejidad técnica del proyecto y los diversos desafíos que surgieron durante su desarrollo, ya que sufrió algunas modificaciones y ampliaciones de plazo y de presupuesto por el particular contexto económico y administrativo. Finalmente, el presupuesto total de la obra alcanzó los 454 millones de euros. «En nuestro país se construye de manera muy ajustada desde el punto de vista económico», remarca Fernando Pedraza en conversación con la Revista Tramos. De hecho, relata que, a la finalización del puente, se realizó un estudio de lo que podía representar una obra de esta envergadura en el resto del mundo y, «pese a lo aparentemente abultado de su presupuesto, se encontraba entre las más económicas ejecutadas».

El puente se puso en servicio en 2015. Y el resultado final compensó todo el esfuerzo realizado: el Puente de 'La Pepa' se ha convertido en

una obra referente en toda Europa y es uno de los mejores proyectos de ingeniería moderna de los últimos tiempos. «Este puente fue un completo reto: un reto profesional para todos los participantes, un reto empresarial para la empresa constructora y las empresas de ingeniería, un reto de gestión para el Ministerio, y un reto para el propio sector de la construcción española, que en definitiva puso de manifiesto la madurez de todos sus componentes y la capacidad como país para acometer grandes proyectos», resume Pedraza.

En esta misma línea se pronuncia José María Padilla, ingeniero jefe de la Unidad de Carreteras del Estado en la provincia de Cádiz: «Es una obra única porque lleva, de forma simultánea y con coherencia global, todos sus elementos estructurales al límite razonable de la ingeniería moderna, convirtiendo cada parte en un ejercicio de frontera tecnológica, pero puesto al servicio de una estructura funcional, fiable y duradera».

Un puente de récords

La longitud total de la obra del proyecto del nuevo acceso a la ciudad, desde su inicio en Cádiz hasta su término en Puerto Real, es de 5000 metros, de los cuales 3157 metros corresponden a la longitud del puente. De esta forma, más del 80 % de toda la longitud total se desarrolla en forma de viaducto, lo que constituye una singularidad que ilustra el desempeño técnico tan exigente que reclamó la obra.

Y es que este puente sobre la bahía es, sin duda, el elemento más emblemático de todo el proyecto. De hecho, esta estructura por sí sola ostenta algunos hitos constructivos del mundo que realzan su magnitud y complejidad. Este 'Segundo Puente', ubicado en una



Vista general del Puente de la Constitución de 1812.

de las ciudades más antiguas de Occidente, fue, es y será un puente de récords.

Es el puente carretero más largo construido en España con esos 3157 metros, y el segundo más largo si se incluye también en la lista los tramos ferroviarios, por detrás del Viaducto de El Portal situado también en la provincia de Cádiz. Además, con su gálibo vertical de 69 metros, se sitúa como el segundo puente marítimo del mundo en altura libre sobre el nivel del mar, solo por detrás del Puente colgante de Verrazano Narrows de Nueva York, superando incluso al Golden Gate de San Francisco.

Se apoya en 37 pilas, de las cuales las 12 primeras emergen

del mar. Entre éstas, destacan los dos pilonos principales del puente (pilas 12 y 13), siendo ambos de forma romboidal. Comprenden el vano principal atirantado y son, en sí mismas, una pieza maestra de ingeniería estructural y constructiva. De hecho, el primer pilono principal (pila 12), ubicado en el agua, tiene una altura total superior a los 185 metros, lo que la convierte en la más alta de España, y en la séptima más alta de Europa.

El tablero de este 'gigante' aloja una calzada de autovía de cuatro carriles (dos en cada sentido de la circulación) y una plataforma reservada al transporte colectivo. Su anchura, aunque tiene variaciones a lo largo de todo su recorrido,

alcanza los 36,3 metros en el tramo atirantado. La superficie total de tablero podría alojar 15 campos de fútbol de tamaño reglamentario.

Atendiendo a la tipología del tablero, el viaducto presenta **cuatro tramos diferenciados**:

1. Tramo de acceso a Cádiz:

Se trata de un tablero recto de tipología mixta (es decir, de acero y hormigón) de 654 metros de longitud y vanos de 75 metros de luz, que fue construido por el procedimiento de empuje desde tierra.

Para su ejecución, se acondicionó un parque de empuje en una península ganada al mar, desde la que se deslizó la estructura metálica. Una vez finalizado el lanzamiento de todo el tramo,



Pilonos principales.



Calzada de cuatro carriles y plataforma para el transporte colectivo.



se procedió a hormigonar por fases la losa superior del tablero.

2. Tramo desmontable:

Es un tablero isostático comprendido entre las pilas 9 y 10, ejecutado enteramente en acero y de 150 metros de longitud. Es el más largo de este tipo en todo el mundo. Este tramo, récord mundial, es una pieza muy singular que pesa 4000 toneladas (equivalente al peso de 2200 coches aproximadamente). Tanto su transporte marítimo como su instalación añadieron una exigencia operativa y mecánica fuera de lo habitual.

Su objetivo es permitir el eventual paso de embarcaciones cuyo gálibo vertical sea superior a 69 metros. Esto otorga al puente una singularidad especial al combinar en una misma estructura la funcionalidad portuaria con la continuidad viaria.

3. Tramo atirantado:

Constituye la parte más singular del viaducto. De tipología mixta (acero y hormigón), está situado sobre la canal de entrada a la bahía y su longitud es de 1180 metros, que se distribuyen en cinco vanos de los cuales el central es el de mayor luz entre torres, con 540 metros.

Una década después, el de 'La Pepa' sigue siendo el puente atirantado con mayor luz entre pilonos de España y el tercero en Europa de esta clase, solo por detrás del Puente de Normandía en Francia y el de Rion-Antirion en Grecia.

Asimismo, es el primer puente atirantado que combina un gálibo de estas dimensiones (69 metros) con una luz principal tan amplia.

4. Tramo final:

Conectado con el tramo atirantado, está este tramo final



Vista del tablero desde abajo.

enteramente construido en hormigón pretensado. Con una longitud similar al atirantado (1182 metros) y luces máximas de 75 metros, constituye la parte final del Viaducto sobre la bahía de Cádiz.

Sin lugar a duda, este puente es una de las obras de ingeniería civil de mayor magnitud, singularidad y espectacularidad de nuestro país. En una misma estructura conviven

cuatro tipologías estructurales diferentes para terminar configurando un único viaducto integrado. Tal y como subraya Padilla, fue un gran reto conseguir que, «en una misma obra, varios proyectos excepcionales a la vez, cada uno con su propio reto técnico y constructivo», funcionaran como una única infraestructura coherente.

A su juicio, es ahí donde este puente «deja de ser solo una gran

obra para convertirse en un verdadero ejercicio de alta ingeniería». «Lo más difícil fue esa orquestación simultánea: coordinar métodos constructivos muy avanzados y diferentes sobre un entorno marítimo complejo, sin renunciar ni a la audacia formal ni a la fiabilidad estructural», apunta el ingeniero, gaditano de nacimiento y residente en la bahía.

Según explica a la Revista Tramos, en esta infraestructura nada es convencional. Su construcción requirió más de 200 000 m³ de hormigón y más de 75 000 toneladas de acero. «La cantidad total de acero empleado es comparable a la utilizada en el Golden Gate de San Francisco que equivaldría, aproximadamente, a 10 veces lo empleado en la construcción de la Torre Eiffel», apunta Padilla. Otro dato que llama la atención es la longitud de cable de acero activo empleado en los tirantes y los postesados del tablero: si se dispusieran en línea, corresponde a la distancia entre Sevilla y París, que ronda los 1500 kilómetros. Respecto al volumen de hormigón utilizado, éste equivale a unas 80 piscinas olímpicas completamente llenas y supone dos tercios del utilizado en el Burj Khalifa, el edificio más alto del mundo ubicado en Dubái.

En el complejo proceso constructivo de este gigante sobre la bahía gaditana participaron varios miles de profesionales entre personal de obra, técnicos y especialistas. Según detalla Pedraza, «la obra constituía una fábrica productiva las 24 horas, donde se llegaron a contabilizar la presencia de casi 1000 trabajadores al día en los momentos de máxima actividad, excluyendo personal de oficinas centrales».

«Las dificultades técnicas fueron elevadas, pues se trataba de

procedimientos constructivos complejos que manejaban cargas muy elevadas, alejadas de los órdenes de magnitud de las obras convencionales», insiste Pedraza que, a su vez, asegura que todos los contratiempos técnicos que fueron apareciendo durante todo el proceso constructivo «obtuvieron soluciones satisfactorias».

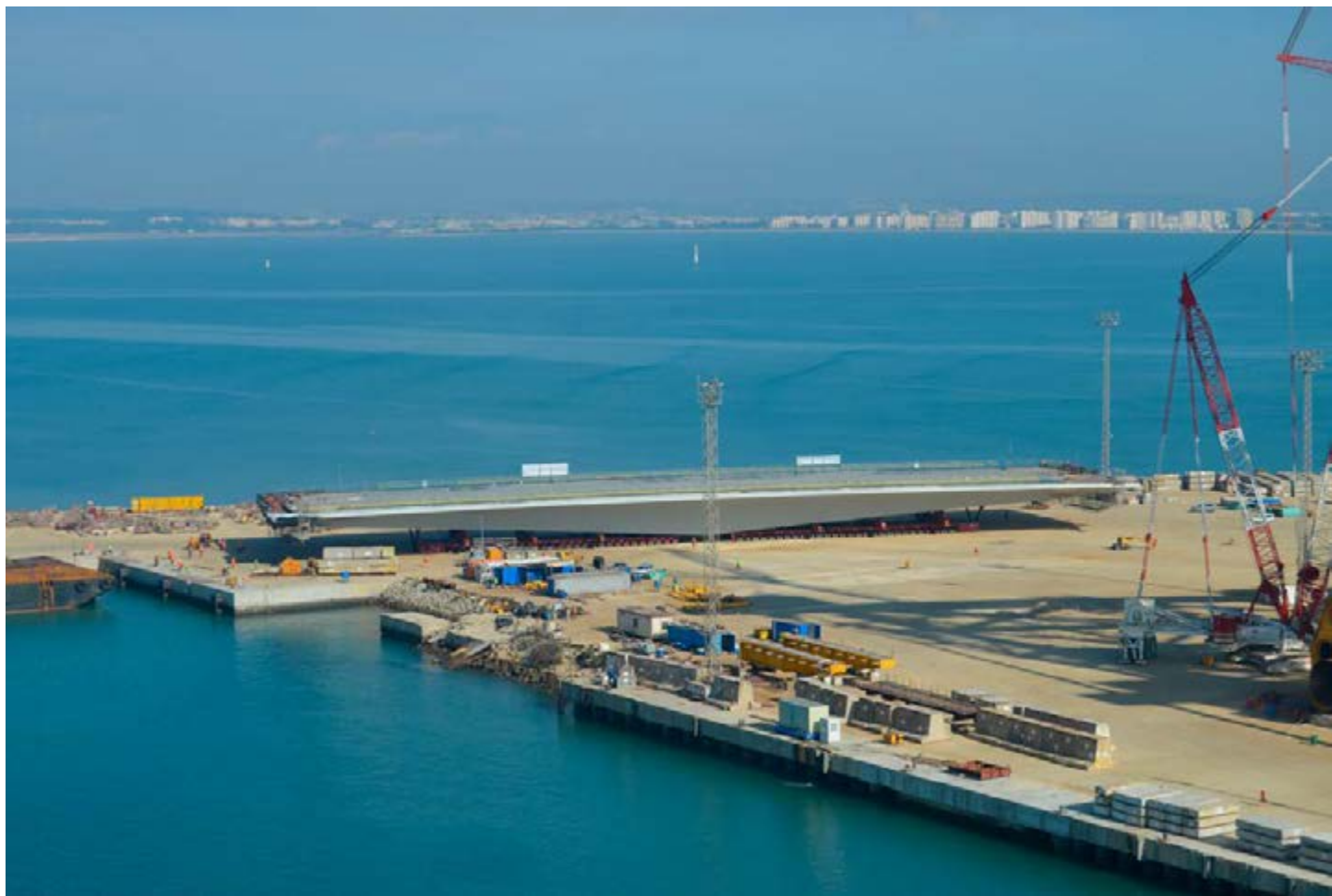
De los trabajos constructivos, destaca el complejo procedimiento para ejecutar los encepados de las pilas inmersas en el agua. Los encepados son elementos constructivos que sirven para enlazar grupos de pilotes con los pilares estructurales del edificio. Para ejecutar esta estructura, se hizo necesario diseñar y construir

un conjunto de grandes recintos estancos metálicos que posteriormente se fondearon. El mayor de ellos, correspondiente a la pila 12, tiene una superficie en planta de 1839 m², equivalente a dos campos de fútbol sala. Dentro del mismo, cabría el volumen de siete piscinas olímpicas.

También de elevada complejidad y especial dificultad fueron los trabajos del tramo atirantado, cuyo procedimiento sobrepasó los umbrales de la práctica constructiva para esta tipología de viaductos. De hecho, técnicamente la ejecución de este tramo fue el mayor reto de la obra. Tal y como explica Padilla, la parte atirantada «debía casar milimétricamente» con los viaductos

de acceso y con el tramo desmontable, para lo que se tuvo que «pilotear la construcción» en tiempo real, integrando cálculo teórico, métodos constructivos, logística marina, condicionantes portuarios, control geométrico y seguridad, en una secuencia larga, compleja y sin red.

El puente suma un total de 176 tirantes, con potencias comprendidas entre 31 y 85 cordones y capaces de transmitir fuerzas en servicio de hasta 1000 toneladas por tirante. Su montaje fue un desafío. Se ejecutaron mediante dovelas de longitudes y pesos extremos, izadas y colocadas con una precisión que no admitía el más mínimo margen de error. Cuenta en concreto con 63 dovelas atirantadas con pesos de hasta



Vista de parte del tablero previo a su colocación.



Barco pasando por el tramo atirantado en ejecución.

450 toneladas y hasta 20 metros, lo que constituye también un récord en cuanto a la longitud de dovelas izadas. Su extraordinario peso, derivado de su longitud de 20 metros, motivó un diseño cuidado de los medios auxiliares utilizados para su elevación y colocación, con especial mención a los carros de izado que hicieron posible una secuencia de montaje que muy pocos puentes en el mundo han afrontado con ese nivel de exigencia. «Los propios carros de izado eran estructuras metálicas imponentes de unas 600 t, y fue necesario disponer de cuatro», relata Pedraza.

«Lo que hace tan especial a este puente es ese carácter de obra límite en cada hito, pero resuelta con rigor y elegancia técnica. Esto es lo que lo convierte en una referencia indiscutible de la ingeniería española contemporánea», apunta Padilla.

Un puente contra viento y marea

Al reto que este puente suponía para la ingeniería civil por sus colosales dimensiones, se sumaba la

obligación de construir algo esbelto y bonito en el marco del delicado ecosistema de la bahía de Cádiz y sin perturbar el paisaje costero, respetando las áreas naturales protegidas. El impresionante paraje no podía quedar relegado ante el levantamiento de una colosal estructura de hormigón y acero.

Además, hay que tener en cuenta el desafío añadido que suponen las condiciones ambientales de su ubicación. El puente, con gran cantidad de elementos metálicos, se emplaza en una zona que se cataloga como CX-Extremo, según la normativa aplicable. En Cádiz, la corrosión es muy agresiva por el ambiente marino, a lo que se añade frecuentes rachas de viento elevado y la humedad, factores que agravan dicho proceso.

Así pues, el proceso técnico, constructivo y estético del puente más largo de España debía adaptarse a estas peculiaridades para poder resistir. Hubo que levantar un puente contra viento y marea. Y se hizo. Además, es reseñable que durante su construcción se tuvo presente la necesidad de su

conservación y mantenimiento, previendo accesos a todos sus principales elementos constitutivos. Asimismo, el puente se dotó de carros de mantenimiento y de un camión con un brazo telescópico con cesta para la realización de inspecciones y tareas de conservación menores. «Todo ello ha contribuido a abaratar los trabajos que resultan necesarios para su conservación y mantenimiento», enfatiza el que fue director de obra en la última fase de las obras, Fernando Pedraza.

Atención constante del ministerio

Diez años después, esta estructura 'sobrevive' en un ambiente tan corrosivo y es capaz de resistir rachas de vientos de hasta más de 100 km/h. Pero la vida del puente pasa también con el transcurso del tiempo, y durante el mismo no le falta atención por parte de la Administración del Estado. «Esta infraestructura es muy conocida en la [Dirección General de Carreteras](#) por la atención constante que se le presta. Las infraestructuras singulares hacen que la ratio de importe de



Construcción del tablero.

conservación integral por kilómetro, además de tener que tramitar expedientes extraordinarios ante imprevistos, sea más elevado que en otros sectores», precisa Padilla.

El programa de conservación y mantenimiento Red de Carreteras del Estado del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible garantiza la calidad de servicio

de la infraestructura viaria estatal existente. Al frente del Centro de Conservación y Explotación de la Unidad de Carreteras de Cádiz está precisamente el ingeniero José María Padilla, quien comenta, en tono cariñoso, que, finalizado el proceso constructivo, él y su unidad «han heredado» el Puente de la Constitución de 1812 por tener la misión

de conservarlo en condiciones óptimas.

Desde este centro, más de una treintena de profesionales monitorizan los dos puentes de acceso a Cádiz: tanto el Carranza como 'La Pepa'. Y lo hacen 24 horas al día, 365 días al año. Son los ojos que vigilan que funcionan perfectamente y que están en buen estado.

Puente de la Constitución de 1812 en plena ejecución.





Vista de los tirantes.

«Existen más de 500 sensores, estáticos y dinámicos, distribuidos en diferentes elementos del puente y que dan información en tiempo real sobre cómo se está comportando la estructura en cuanto inclinación, esfuerzos, temperatura, cargas en tirantes», entre otros indicadores. Estos sensores, mediante un completo sistema de cableado y de hardware, reportan la información a un programa informático, gracias al cual se puede detectar un funcionamiento de la estructura inadecuado. Una plataforma del ministerio, Celosía, recoge los datos de manera global, cuya gestión es centralizada.

«Más vale prevenir que curar», resume Padilla sobre la misión de conservar las carreteras estatales. En el caso del puente de 'La Pepa', asegura que las inspecciones

que se realizan «son cada vez más completas y exhaustivas, en aras de tratar de prever el avance de la deriva del tiempo en esta infraestructura tan compleja».

En todo caso, el paso del tiempo unido a las peculiaridades de su ubicación, son aspectos que condicionan su conservación, en la que también repercute notablemente su elevado uso. Esta infraestructura conecta el barrio del Río San Pedro en Puerto Real con la barriada de la Paz en Cádiz (en la parte vieja y junto al puerto), y llegó para mejorar la conexión de Cádiz y la movilidad en el área metropolitana denominada bahía de Cádiz-Jerez, con cerca de 700 000 habitantes censados. Esta vía directa y rápida alternativa al Puente José León de Carranza tiene una capacidad potencial para manejar hasta 100 000 vehículos diarios.



Puente iluminado por el día de la Constitución de 1978.

Una mejora innegable

El Puente de 'La Pepa' es la entrada a Cádiz por carretera más reciente y espectacular, y también es la más utilizada, ya que absorbe el mayor flujo diario del tráfico rodado de salida y entrada de la capital. De acuerdo con los datos de Intensidad Media Diaria (IMD) de paso de vehículos, de la Dirección General de Carreteras, este acceso gana por goleada: en 2024, la cifra de circulación por el Puente de la Constitución fue de 30 212 vehículos al día, frente a los 19 133 del Carranza.

«La mejora ha sido innegable, ya no sólo desde el punto de vista de la reducción de los tiempos de viaje, sino también desde el punto de vista de la permeabilidad dentro de la propia ciudad», comenta Padilla. En resumen: este acceso evita que



los vehículos tengan que atravesar la ciudad completamente y ha optimizado los recorridos de los vehículos de mercancías que van al Puerto de la bahía de Cádiz.

Es evidente que el diseño y dimensiones es lo más característico de esta infraestructura, pero también lo es que cambió para siempre la forma de acceder, vivir y moverse por la bahía, erigiéndose como un desahogo a la hora de entrar y salir de la ciudad y aumentando la comodidad y seguridad vial para los usuarios. 'La Pepa' no es solo el 'Puente de los Puentes' por su impresionante tamaño y compleja ejecución, sino que también cumple funciones esenciales para la movilidad: ha transformado la vida de quienes viven o trabajan en Cádiz. Así pues, cumple el objetivo final intrínseco a toda infraestructura

pública, que es ser útil a la ciudadanía. «Todos lo que nos dedicamos a la ingeniería tenemos muy presente que lo que constituye el culmen de nuestro trabajo es el disfrute y el progreso de la sociedad, y con eso nos conformamos», sostiene Pedraza al respecto.

Tras una década en servicio, se ha demostrado que la apuesta técnica y el esfuerzo en su complejo proceso constructivo valió la pena. El puente ya está amortizado, al menos en términos de su utilidad social y urbana, sin tener en cuenta otros aspectos intangibles, como la mejora de la imagen para Cádiz y España.

Así pues, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible celebra esta infraestructura pública, que lleva diez años colgando sobre una bahía que es imposible

concebir sin su silueta. Porque la bahía gaditana ya no se entiende sin el Puente de la Constitución de 1812, que marca el camino más espectacular hacia 'La tacita de plata' y que de noche ilumina la ciudad sobre sus aguas oscuras.

Una estructura que dota a Cádiz de un horizonte único y que se ha convertido en aliado de su paisaje hasta diluirse en su propia identidad; objetivo de toda cámara fotográfica e imagen de todas las postales. El puente que transformó la conectividad de la ciudad y cambió para siempre su movilidad, mejorando la calidad de vida de sus habitantes. En definitiva, una infraestructura pública que representa la misión del ministerio en estado puro: tender puentes a la sociedad para estrechar los lazos que nos unen. ■

Fundación ENAIRE,

motor de la cultura aeronáutica en España

El pasado año se celebraron los 30 años de la Fundación ENAIRE que lleva tres décadas tejiendo lazos entre el arte, la aeronáutica y la sociedad. Este artículo hace un recorrido por su misión, su impacto cultural y los acuerdos estratégicos que han marcado su última etapa (2021–2025). Además, con su plataforma ÁGORAdigital han comenzado a retransmitir las conmemoraciones del Centenario de los Grandes Vuelos de la Aviación Española que se cumplen en este año 2026. Una época audaz que fue de 1926 a 1935 llena de vuelos que no solo fueron hazañas técnicas sino también un motor para proyectar a España como actor aeronáutico moderno.

- Texto: Alejandro Muñiz Delgado, periodista de ENAIRE



Bautismo del aire en el Aero Popular de Madrid en los años 30. Fundación ENAIRE.

A lo largo de sus tres décadas de trabajo, la Fundación ENAIRE, la institución cultural del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, ha evolucionado hasta convertirse en un agente único en el panorama español y europeo: una fundación que combina de forma excepcional arte contemporáneo, cultura aeronáutica, preservación patrimonial y compromiso social.

En los últimos años, la Fundación ENAIRE ha firmado una serie de acuerdos con el objetivo estratégico de situarse como el motor de la cultura aeronáutica en España y servir de catalizador de distintas iniciativas. Los repasamos a continuación.

Su misión se sostiene sobre tres pilares fundamentales:

1. Gestionar, conservar y difundir la colección ENAIRE de Arte Contemporáneo.
2. Promover la cultura aeronáutica y apoyar la preservación del patrimonio histórico de la aviación.
3. Democratizar el acceso al arte y la cultura aeronáutica, con especial atención a la visibilidad de las mujeres artistas y profesionales.

Este posicionamiento singular ha permitido a la Fundación ENAIRE consolidarse como una referencia tanto en el sector cultural como en el aeronáutico, trazando puentes entre disciplinas que rara vez conviven en una misma institución.

Una institución cultural al servicio de la sociedad

La Fundación ENAIRE desarrolla cada año un amplio programa de actividades en torno al arte contemporáneo y la cultura aeronáutica. Su trabajo ocupa un espacio destacadísimo en el apoyo a la fotografía, con premios que se han convertido en referentes entre los profesionales del sector, y con exposiciones de alto interés que circulan por todo el país.

La **Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo**, con casi 1300 obras de todas las tipologías —pintura, escultura, fotografía, obra gráfica y arte digital—, constituye uno de los conjuntos más



Primer Premio de Fotografía de la Fundación ENAIRE 2025. Stressposition de Tanit Plana.

relevantes de España. Reúne creaciones de cerca de 300 artistas que representan un amplio espectro de movimientos estéticos desde la segunda mitad del siglo XX hasta hoy. Entre los nombres destacan Eduardo Chillida, Antoni Tàpies, Cristina Iglesias, Manolo Valdés, Carmen Laffón, Pablo Palazuelo, Luis Gordillo o Juan Genovés.

Una parte esencial de esta colección se distribuye en aeropuertos españoles, donde acompaña a

los viajeros que transitan por ellos y convierte a la Fundación en un agente cultural de enorme alcance y contribución a la Marca España.

Pero si la actividad artística es una columna vertebral, la Fundación también ha sabido consolidar su liderazgo en la cultura aeronáutica. Es la única entidad española que combina ambas áreas de manera estructural, impulsando investigación, divulgación histórica, digitalización de fondos y actividades



Premio Trayectoria Fundación ENAIRE: Joan Fontcuberta entre Margarita Asuar, directora gerente, y José Antonio Santano, secretario de Estado del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y presidente del patronato de Fundación ENAIRE.

formativas sobre el mundo de la aviación.

Esta identidad híbrida explica la diversidad de acuerdos que ha firmado en los últimos años, diseñados para consolidar un ecosistema de colaboración, preservar la memoria aeronáutica, impulsar la igualdad de género en la creación cultural y la aviación, y ampliar su impacto social y territorial.

2021-2025: una trayectoria de alianzas estratégicas

A continuación se presenta un recorrido cronológico por los acuerdos más relevantes firmados por la Fundación ENAIRE durante los últimos años, que reflejan la amplitud de trabajo alcanzada en este periodo:

El 13 de mayo de 2021 la apertura del **Centro de Arte Naves de Gámazo** como sede permanente de la Colección ENAIRE marcó un antes y un después en la historia reciente de la Fundación. Este espacio cultural se ha convertido en un referente en el norte de España gracias a la gestión integral por parte de la Fundación, la instalación permanente de obras de la colección y una programación de exposiciones temporales de alcance nacional e internacional.

En 2025 se firmó la renovación del convenio con el Gobierno de Cantabria, asegurando la continuidad del proyecto y reforzando el compromiso de la Fundación con la dinamización cultural de esta comunidad autónoma.

En abril de 2024, en apoyo del patrimonio, la memoria aeronáutica y la igualdad se firmó un protocolo con el **Archivo Histórico del Ejército del Aire y del Espacio** para preservar, digitalizar y divulgar el patrimonio histórico. Este protocolo, ampliado posteriormente, refuerza



Juan de la Cierva y su autogiro en Tablada.
 Archivo Histórico del Ejército del Aire y del Espacio.



Adhesión de la Fundación ENAIRE a «Ellas Vuelan Alto».



Margarita Asuar, directora gerente de la Fundación ENAIRE, y Marta Soul, presidenta y fundadora de «Cómo ser fotógrafa».

un proyecto de alto valor cultural para la digitalización de fondos fotográficos históricos, la realización de un tour virtual accesible al público y la aplicación de fotogrametría con dron para documentar patrimonio aeronáutico. Este acuerdo supone una contribución decisiva a la conservación de la memoria colectiva de la aviación española.

El 12 de junio de 2024 la Fundación ENAIRE firmó un protocolo de colaboración con la **Asociación Tablada Centenaria** con el objetivo de divulgar la cultura aeroespacial. Dicho acuerdo establece un marco de colaboración para promover la historia del aeródromo de Tablada y el patrimonio aeroespacial nacional, mediante actividades educativas, exposiciones y proyectos de documentación. Tablada ha sido cuna de grandes gestas aéreas, como la del vuelo en 1928 de los capitanes Jiménez e Iglesias a bordo del Breguet XIX GR «Jesús del Gran Poder» desde Sevilla hasta Bahía (Brasil) sin escalas. En 1933 partirá el malogrado vuelo del «Cuatro Vientos» que atravesó el Atlántico Sur en vuelo directo hasta Camagüey (Cuba) y que desaparecería con sus tripulantes, el capitán Barberán y el teniente Collar, en su vuelo a la capital de México.

Ese mismo año, el 11 de octubre de 2024, se establece una alianza con la asociación «**Ellas Vuelan Alto**» (EVA), dentro del ámbito de promover la igualdad y visibilidad del talento femenino en la aviación.

Esta alianza estratégica impulsa la presencia de mujeres en foros y encuentros del sector, acciones conjuntas para promover el liderazgo femenino y proyectos culturales que visibilizan el papel de la mujer en la historia de la aeronáutica.

El pasado año 2025 ha sido un año de consolidación y nuevas iniciativas. En octubre se firmó un



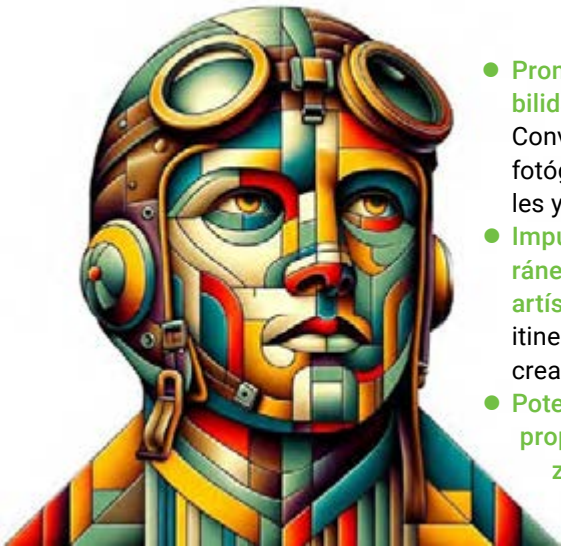
Elisa González (AEDAE) y Margarita Asuar (Fundación ENAIRE) durante la firma del acuerdo.

Madre e hija se retratan delante de un Blériot XI tipo «Canal de la Mancha» durante la Semana de la Aviación de Gijón, Asturias, en septiembre de 1910. Colección particular. Fundación ENAIRE.

convenio con la plataforma «**Cómo ser fotógrafa**» en apoyo a mujeres creadoras en fotografía. Este convenio se integra en el proyecto ConCienciArte, orientado a fomentar la participación de mujeres en la creación fotográfica, promover formación, mentorización y visibilidad artística y vincular la Colección ENAIRE con nuevas generaciones de creadoras.

La **AEDAE, Asociación Española de Derecho Aeronáutico y Espacial**, fue protagonista de la colaboración firmada en octubre de 2025 en aras del conocimiento técnico y jurídico aeronáutico. La Fundación ENAIRE y AEDAE firmaron un protocolo general de intenciones para elaborar el primer diccionario jurídico-técnico aeronáutico y espacial en español. El acuerdo prevé futuros convenios de desarrollo y una agenda





Creatividad con motivo de las conmemoraciones del Centenario Grandes Vuelos de la Aviación Española.

conjunta de seminarios y publicaciones especializadas.

La suma de estos acuerdos permite entender la estrategia de la Fundación ENAIRE como una hoja de ruta integral orientada a:

- **Conservar y difundir el patrimonio aeronáutico español:** Digitalización de archivos, colaboración con instituciones históricas, divulgación cultural.

- **Promover la igualdad y la visibilidad del talento femenino:** Convenios con EVA y «Cómo ser fotógrafa», actividades culturales y educativas.
- **Impulsar la creación contemporánea y la fotografía como eje artístico:** Premios, exposiciones, itinerancias, apoyo a jóvenes creadoras y creadores.
- **Potenciar espacios culturales propios como Naves de Gama-zo:** Un proyecto que integra arte, territorio y proyección institucional.
 - **Impulsar el conocimiento técnico y jurídico de la aviación:** Colaboración con AEDAE en un proyecto editorial único en España.

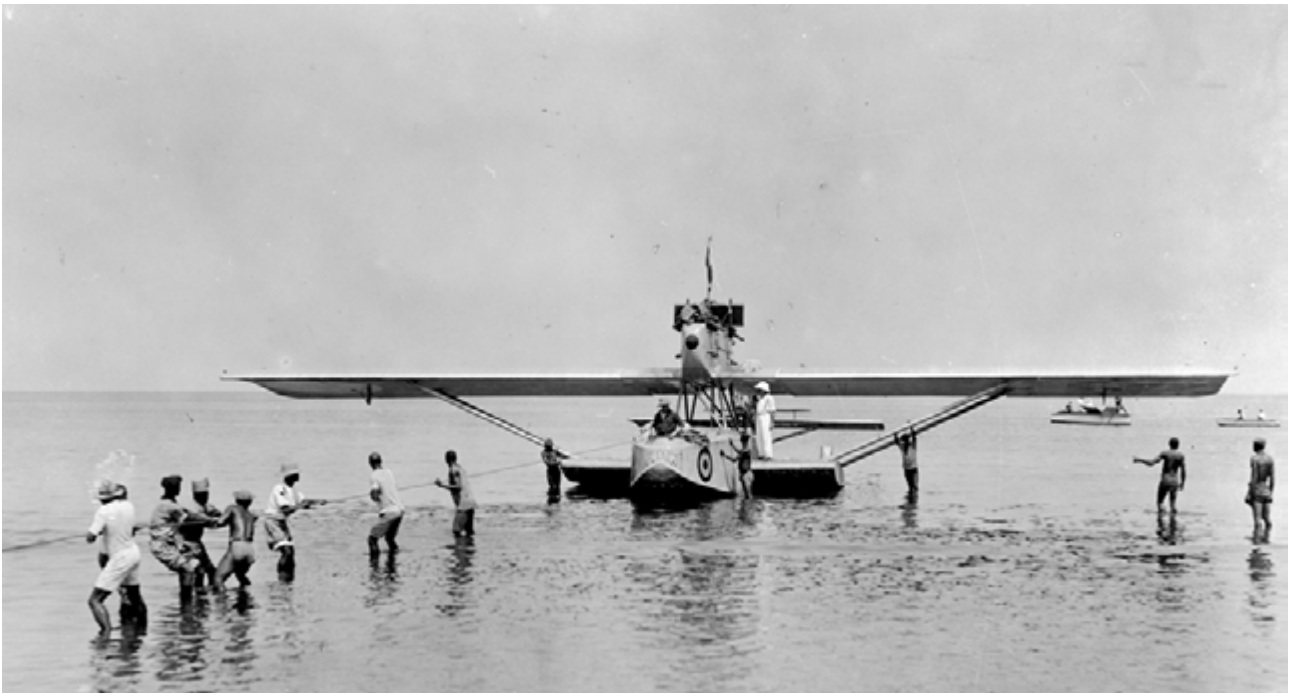
Centenario de los Grandes Vuelos de la Aviación Española

Este 2026 se cumple un siglo de una de las gestas más emblemáticas de la aviación española: el primer vuelo transatlántico entre España y Suramérica realizado por

un solo avión, el hidroavión Dornier Wal *Plus Ultra*. Esta hazaña, ejecutada en 1926, simboliza el ingenio, la audacia y la ambición de la España aeronáutica de principios del siglo XX. Fue el inicio de una de las épocas más brillantes y audaces de la aviación española: los llamados «Grandes Vuelos». Este periodo, clave entre 1926 y 1935, estuvo marcado por una serie de expediciones aeronáuticas que simbolizaron el valor, la innovación y la proyección internacional de España.

Estos vuelos no solo fueron hazañas técnicas sino también un motor para proyectar a España como actor aeronáutico moderno: consolidaron la experiencia en transporte aéreo de largo alcance, mejoraron las técnicas de navegación y pusieron en marcha rutas que reforzaron la conexión de España con sus antiguos territorios ultramarinos. Más allá del aspecto técnico, aquellos pioneros encarnaron un espíritu de superación, coraje y servicio que, en palabras

La patrulla «Atlántida», el vuelo a la Guinea Española. Biblioteca Virtual de Defensa.





Fokker Líneas Aéreas Postales Españolas (LAPE). Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

del Ejército del Aire y del Espacio, debería servir como inspiración para futuras generaciones, incluso en áreas tan modernas como la exploración espacial.

El 22 de enero de 1926, el *Plus Ultra* despegó desde Palos de la Frontera (Huelva) con destino a Buenos Aires. A bordo iban el piloto Ramón Franco, el comandante

Julio Ruiz de Alda, el copiloto Juan Manuel Durán y los mecánicos Pablo Rada y Eduardo González-Gallarza. Tras varias escalas técnicas –en Lisboa, Las Palmas, Fernando de Noronha, Recife y Río de Janeiro–, finalmente aterrizaron en Buenos Aires el 10 de febrero, completando con éxito una travesía que se convertiría en un puente aéreo histórico entre España y América Latina. Esta gesta abrió el camino a los enlaces aéreos que unieron de nuevo a los habitantes de ambos lados del océano, quienes se habían distanciado de la antigua metrópoli tras sus respectivos procesos de independencia.

Técnicamente, el avión era una versión especialmente modificada del Dornier Wal, con depósitos extra de combustible y equipo de radio Marconi para navegación de largo alcance.

A su llegada a Buenos Aires, los aviadores fueron recibidos con

El «Cuatro Vientos» unió Madrid y Cuba del tirón en 1933. Réplica en el Museo del Aire y del Espacio, en Getafe, Madrid.

©Alejandro Muñoz Delgado





Hombres de negocios en el Aeródromo de Getafe antes de subirse al trimotor Fokker F.VII con destino Sevilla o Barcelona. Colección particular.

gran entusiasmo y el hidroavión fue donado oficialmente por España al pueblo argentino como gesto de fraternidad.

Este vuelo no solo demostró los avances técnicos de la aviación española, sino que también fortaleció los lazos culturales e históricos entre España y Suramérica, inspirando a toda una generación de pilotos y soñadores.

La que siguió después fue una década de grandes vuelos que necesitó mucho esfuerzo y valor para enfrentarse a situaciones hasta entonces muy adversas y desconocidas, con pilotos que ponían en riesgo sus vidas. También fueron diez años decisivos para normalizar el empleo de la aviación en el transporte y enlace con territorios lejanos en América, Asia y África, lo que desarrolló el comercio y favoreció la proyección de España sobre esos territorios.

Tras el del *Plus Ultra* siguieron otros vuelos que se convirtieron en hazañas como el de la Escuadrilla Elcano, la Patrulla Atlántida, el Jesús del Gran Poder, Haya y

Rodríguez, Ciudad de Manila, Cuatro Vientos y Santander. La envergadura de los desafíos a los que se enfrentaban, agravada por la limitada precisión de los sistemas de navegación de la época, permite comparar sus logros con el reto que hoy supone para la humanidad la exploración espacial, cada vez más cercana y más necesaria.

Estas travesías exigieron una preparación minuciosa y una enorme capacidad de sacrificio y valentía para afrontar situaciones extremadamente adversas y, hasta entonces, desconocidas. Pese a las dificultades, aquellas misiones lograron culminarse con éxito tras superar innumerables obstáculos.

La Guerra Civil iniciada en 1936 pondría punto final a la que puede considerarse la década más trascendental de la Aeronáutica española.

Con motivo de las conmemoraciones se celebrarán también diversas exposiciones, actos militares, exhibiciones aéreas y conciertos en varias ciudades españolas.

El papel de la Fundación ENAIRE y su conmemoración digital

Para acompañar este centenario, la Fundación ENAIRE ha puesto en marcha un ambicioso programa de difusión cultural aeronáutica a través de su plataforma ÁGORAdigital. En octubre pasado se retransmitió el I Congreso Internacional del Centenario de los Grandes Vuelos de la Aviación Española, organizado por el Ejército del Aire y del Espacio en colaboración con la Asociación Tablada Centenaria.

Este congreso marca el inicio de un programa conmemorativo que se extenderá de 2026 a 2035, coincidiendo con los centenarios de cada uno de los grandes vuelos. Los actos tendrán lugar en los distintos puntos que fueron origen o destino de estas gestas aéreas, con el objetivo de mantener vivo el legado de aquellos aviadores que soñaron con llegar más alto, más lejos y más rápido.

Además, ÁGORAdigital de la Fundación ENAIRE emitirá otras conferencias vinculadas a esta



Póster de las Líneas Aéreas Postales Españolas (LAPE).

conmemoración, como las organizadas por la Federación Aeronáutica de la Comunidad Valenciana sobre Mujeres Pioneras en la Aeronáutica, y las que se celebrarán en el Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA) sobre Medicina Aeroespacial, dedicadas a Emilio Herrera.

«Nuestro objetivo con ÁGORA digital es replicar el ágora griego en formato moderno, creando un espacio para el diálogo, la reflexión conjunta y el aprendizaje compartido más allá de las barreras geográficas, gracias a la utilización de recursos digitales, como es la retransmisión de conferencias y debates sobre nuestra historia y cultura aeronáutica,

permitiendo así, además, crear un espacio de referencia para preservar el conocimiento y difundirlo, dar a conocer los valores y el potencial de la aeronáutica e inspirarnos», explica la directora gerente de la Fundación ENAIRE, Margarita Asuar.

Se emite desde sedes como el Aeromuseo de Málaga y las Naves de Gamazo en Santander, y también online a través de la web de la Fundación.

Este enfoque digital permite democratizar la memoria aeronáutica y hacer accesible a un público amplio la historia de estos grandes vuelos, no solo como espectadores, sino como participantes activos.

Cronología de los Grandes Vuelos de España entre 1926 y 1935

Según la conmemoración oficial organizada por el Ejército del Aire y del Espacio, a lo largo de esa década se realizaron ocho vuelos emblemáticos que hoy se celebran como parte del centenario. Algunas de las más destacadas son:

- **Escuadrilla Elcano (1926)**: tres aviones Breguet XIX despegaron desde Cuatro Vientos con destino a Filipinas en un recorrido de más de 17 000 km en 18 etapas.
- **Patrulla Atlántida (1926-1927)**: tres hidroaviones Dornier Wal volaron en formación desde España hasta la Guinea Española (actual Guinea Ecuatorial), abarcando nueve etapas.
- **Jesús del Gran Poder (1929)**: con un Breguet XIX, los pilotos Ignacio Jiménez y Francisco Iglesias cruzaron el Atlántico hasta Brasil, luego llegaron a Uruguay y Argentina y, tras una vuelta espectacular, regresaron cruzando Los Andes y varios países latinoamericanos.
- **Haya y Rodríguez (1931)**: vuelo de largo alcance con un Breguet Gran Raid (nº 71), pilotado por Cipriano Rodríguez y Carlos de Haya, desde Sevilla hasta Bata (Guinea), más de 4300 km.
- **Ciudad de Manila (1933)**: el aviador civil Fernando Rein Loring realizó un vuelo en solitario desde Getafe hasta Manila (Filipinas), en doce etapas, cruzando África y Asia.
- **Cuatro Vientos (1933)**: con un Breguet XIX (denominado «El Cuatro Vientos»), se intentó volar desde Sevilla hasta América (Cuba/México), aunque el avión desapareció en el trayecto se convirtió en una de las hazañas más míticas.
- **Santander (1935)**: Juan Ignacio Pombo Alonso Pesquera voló en una avioneta deportiva (British Klemm Eagle 2) desde Santander hasta México, cruzando África y Suramérica, un trayecto de casi 16 000 km.



El dirigible alemán «Graf Zeppelin» sobrevuela la Gran Vía, en Madrid, en 1930.

Treinta años construyendo cultura, identidad y futuro

La Fundación ENAIRE cierra sus primeras tres décadas consolidada como una institución cultural única en Europa, capaz de integrar arte contemporáneo y cultura aeronáutica en una propuesta que combina memoria,

innovación, historia y compromiso social.

Sus acuerdos recientes visibilizan una ambición clara: crear un ecosistema cultural sólido y transversal en el que arte, igualdad, patrimonio e investigación convivan de forma natural.

Con una colección de arte de referencia, una red de alianzas

estratégicas en expansión y un programa cultural de creciente impacto, la Fundación ENAIRE se proyecta hacia el futuro con el mismo espíritu que animó su fundación en 1995: acercar el arte y la aeronáutica a la sociedad, y construir un patrimonio común que inspire a las generaciones presentes y futuras. ■



Juan Genovés. Secuencias 65. 1999. Colección ENAIRE.



Autores: María Luisa González-Cuéllar Serrano y Enrique Ortiz Calle, directores
Edita: Tirant Lo Blanc

Fiscalidad y movilidad sostenible en las ciudades

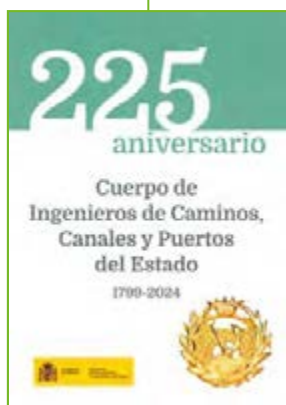
El sector del transporte es el principal causante de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los múltiples episodios de contaminación local en muchas ciudades. La fiscalidad puede convertirse en un instrumento económico muy poderoso para contribuir a la movilidad sostenible. Unas medidas fiscales bien diseñadas fomentan los modos de transporte más favorables en términos ambientales e incentivan aquellas inversiones que avanzan hacia la transición ecológica. Esta obra colectiva aborda las principales medidas que desde el punto de vista fiscal han de acometerse para hacer frente a los desafíos del cambio climático y de la sostenibilidad ambiental. Así, analiza el tratamiento fiscal ante los nuevos combustibles, cómo regular o instaurar tributos para reducir la contaminación urbana o cómo gravar la adquisición de vehículos no contaminantes. También se encuentran experiencias comparadas de fiscalidad como los peajes urbanos de Londres, Singapur y Estocolmo, la tasa de la última milla en Barcelona o el caso de Argentina.

Eclipses de sol. Los eclipses «españoles» de 2026, 2027 y 2028

En España podrán disfrutarse tres eclipses de Sol consecutivos en 2026, 2027 y 2028, dos de ellos totales y uno anular. Para facilitar su seguimiento, astrónomos del Observatorio Astronómico Profesional coordinados por Rafael Bachiller han elaborado esta guía de referencia. La obra se inicia con una sección dedicada a los tres eclipses con horarios y recomendaciones prácticas sobre los mejores puntos de observación. También se encontrará en los sucesivos capítulos información sobre qué es un eclipse, qué se observa durante la totalidad y cómo se organizan sus ciclos y estadísticas, así como su papel en la historia y la fascinación que han provocado en el arte. Todo ello lleno de gráficos e ilustraciones que facilitan su comprensión. Finaliza la guía con un práctico anexo sobre precauciones de seguridad a adoptar durante la observación, al mismo tiempo que bibliografía y enlaces de interés.



Edita: Centro Nacional de Información Geográfica



Edita: Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible

225.º aniversario. Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado. 1799-2024

Bajo el reinado de Carlos IV, en 1799, se crea el Cuerpo de Inspectores, posteriormente, el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Coincidiendo con el 225.º aniversario se ha editado esta obra que, además de repasar su historia, recupera las conferencias que se pudieron escuchar en el acto de conmemoración celebrado el 11 de diciembre de 2024 en el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Cinco especialistas acercaron a la ciudadanía los trabajos de los ingenieros vinculados al desarrollo de las infraestructuras en nuestro país en áreas tan diversas como aguas y obras hidráulicas, carreteras, costas, ferrocarriles, transportes y movilidad. Completan el volumen los perfiles de algunos de los ingenieros más ilustres y una selección de algunas de las infraestructuras más representativas impulsadas durante los últimos 25 años. Por último, también se encuentran dos anexos sobre el Museo de Carreteras de Teruel y la emisión filatélica de un sello dedicado al Cuerpo.

Fe de erratas

Los libros publicados en esta sección en el número 764 de la revista se pueden encontrar en la [Biblioteca General del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible](#) y no, como erróneamente se publicó, en el Centro de Documentación del Transporte.

Librería de Transportes y Movilidad Sostenible

Virtual: <https://publicaciones.transportes.gob.es/>

Física: Pº de la Castellana, 67
28046 Madrid
Tel: 915 975 396
Correo electrónico:
cpubic@transportes.gob.es

Versión
Digital
descarga
gratuita

225

aniversario

Cuerpo de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos
del Estado

1799-2024



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA GENERAL
TÉCNICA

CENTRO
DE PUBLICACIONES



CENTRO
DE
PUBLICACIONES

2026

Mapa Oficial de Carreteras®

ESPAÑA

DISERUTA DEL VIAJE

Incluye PLANOS DE CIUDADES Y SUS ACCESOS, mapas de FRANCIA, MARRUECOS Y PORTUGAL, ÍNDICE de POBLACIONES, PLAYAS de España, los CAMINOS DE SANTIAGO, ALOJAMIENTOS RURALES, ESPACIOS PROTEGIDOS, RUTAS TURÍSTICAS Y VÍAS VERDES, además de información complementaria de interés.

Diseño conmemorativo del centenario del fallecimiento de Antoni Gaudí.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE