

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria

■ *Texto: Pepa Martín Mora*
Icono cabecera: Flaticon.com

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF), el más joven de los que integran el CEDEX, y el primero del mundo acreditado para ensayar componentes y líneas equipadas con el ERTMS (European Rail Traffic Management System), se crea en el año 2000 para trabajar en este sistema de señalización ferroviaria unificado por la Unión Europea.

Único y pionero



Laboratorio de Simulación de Tráfico del LIF



La entrada en funcionamiento del ERTMS, que unifica todos los sistemas de señalización ferroviaria que existían en Europa al inicio del milenio, pone de manifiesto en su momento la necesidad de contar en el CEDEX del Ministerio de Transportes con un centro habilitado para realizar ensayos de interoperabilidad entre los diferentes constituyentes y subsistemas del nuevo estándar europeo.

Nace entonces el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF), el primero del mundo acreditado para ensayar componentes y líneas equipadas con el ERTMS, y en realizar las pruebas previas para el despliegue en líneas reales. Su actual director, Jorge Iglesias, lo define como "un ente neutral en el que se dirimen las cuestiones técnicas y los problemas que puedan surgir

en la puesta en servicio de este sistema", una tarea que considera "muy bien imbricada en la filosofía del CEDEX", que siempre ha sido servir de árbitro en la obra civil.

Así, el LIF ha participado durante estos 21 años en la puesta en servicio del ERTMS en la mayor parte de las líneas españolas de alta velocidad y en las convencionales y, pese a su corta vida, ha tenido una actividad muy intensa, contribuyendo a que España encabece el ranking de los países que más kilómetros de ERTMS tienen instalados en sus líneas ferroviarias.

El laboratorio también ha participado en la definición de las pruebas europeas de certificación de este sistema unificado, participando de forma muy activa en el grupo europeo que elaboró las

Especificaciones de Ensayo del ERTMS (Subset-076), coordinado por la Agencia Ferroviaria Europea (ERA), y que lideraron entre 2004 y 2017.

Además, participaron conjuntamente con Adif, Renfe Operadora e Ineco en el grupo que, bajo la coordinación de la antigua Dirección General de Ferrocarriles, definió las pruebas para poner las líneas ERTMS en servicio. Asegura Iglesias que después de realizar dichas pruebas las líneas no han dado problemas y han sido todo un ejemplo en Europa.

Entre los hitos del LIF cabe destacar su participación en la puesta en servicio de la primera línea española equipada con ERTMS, la LAV Madrid-Lleida, que fue la segunda en Europa tras la de Roma-Nápoles. En esta línea aparecieron proble-





mas de lectura de las balizas que derivaron en un enfrentamiento entre el suministrador de vía y del equipo embarcado, que no eran capaces de determinar el origen del problema.

Jorge Iglesias recuerda que el laboratorio lo encontró en la baliza, y conjuntamente con Adif se propuso la duplicación de balizas, una solución que ha funcionado correctamente hasta la fecha. Esta línea se prolongó después hacia Barcelona y la frontera francesa, y a ella le siguieron otras, como la de Madrid-Valladolid en 2007, Córdoba-Málaga, Madrid-Valencia-Albacete, y Madrid-Ourense-Santiago.

El objetivo actual es, según el Plan Nacional de Despliegue del ERTMS, que el Ministerio de Transportes planteó en 2018 a la Comisión Europea, que en 2030

el estándar europeo esté instalado en todas las líneas de alta velocidad en nuestro país, y crear así los denominados corredores mediterráneo y atlántico, aunque desde el Laboratorio la apuesta es que se extienda también a todas las líneas convencionales en sustitución del ASFA.

Actividad actual

El LIF, que continúa actualmente realizando pruebas en laboratorio de líneas ERTMS, certificando equipos ERTMS y proyectos de I+D, tanto europeos como nacionales, ha iniciado actualmente una línea de trabajo muy importante con la creación del denominado Laboratorio Nacional de ERTMS mediante la propuesta de firma de un Protocolo de Colaboración entre la Administración, de la que forman parte el CEDEX, Adif, AESF, Renfe e Ineco, y la industria de ERTMS en España.

El objetivo de esta iniciativa es que se puedan probar en el laboratorio todas las líneas españolas equipadas con el estándar europeo mediante la cesión de equipos de las empresas al LIF, y el suministro y mantenimiento de los datos actualizados de todas las líneas por parte de Adif. Así, se podrán probar los trenes futuros que pretendan circular por dichas líneas, de forma que una vez depurada la interoperabilidad en el laboratorio se minimicen las pruebas futuras sobre la línea en servicio.

En lo relativo a pruebas en el laboratorio de líneas ERTMS que ha realizado el LIF, suponen un ahorro en tiempo y dinero por tener unos costes muy alejados de los que resultan al realizarlos en la propia vía. La más significativa ha sido la línea de alta velocidad Antequera-Granada, que se probó en la primera mi-

Ensayo de Certificación de una antena ETCS en el LIF





tad del 2019 y que, finalmente, fue puesta en servicio en junio de ese mismo año.

También en 2019 se han realizado las pruebas de interoperabilidad de la línea que une Dakar con su aeropuerto, concretamente la definición, ejecución y evaluación de las pruebas de interoperabilidad, y se han integrado los equipos ERTMS de la línea de cercanías de Barcelona entre Badalona y Mataró.

En lo relativo a certificación de equipos ERTMS, hay que destacar que se han finalizado con la entrega del informe final oficial las pruebas de certificación del equipo embarcado ERTMS de Hitachi (antes Ansaldo), que es el que va a desplegar la SNCF en la red ferroviaria francesa de alta velocidad. Es la primera vez que se prueba en España un equipo de estas características de forma exhaustiva mediante la ejecución de las más de 700 secuencias de test que conforman el Subset-076 de certificación de equipos embarcados ERTMS.

En relación a proyectos de I+D, el LIF ha participado de forma activa a lo largo del 2019 en dos proyectos europeos relacionados con la utilización del sistema de posicionamiento por satélite Galileo en el ferrocarril: el primero de ellos es el proyecto ERSAT (ERTMS on SATELLITE Galileo Game Changer), que se concibe como el paso final para poner en uso los sistemas de navegación por satélite (GALILEO, EGNOS, GPS,..) en el ferrocarril, en el que se ha desarrollado una metodología para la clasificación de la viabilidad de la utilización de la localización por satélite de cada tramo de una línea

Un sistema unificado

El ERTMS supervisa la velocidad a la que circula un tren durante todo su recorrido, además de permitir la conducción automática, para que lo haga de acuerdo a las características de la vía, es lo que se denomina perfil estático de velocidad. De esta forma, si el tren sobrepasa esa velocidad, que se denomina velocidad permitida y que es la que calcula el sistema para garantizar una circulación segura, y el maquinista no frena, lo hace automáticamente este sistema unificado.

En Europa convivían antes de crear el ERTMS hasta 25 sistemas de señalización ferroviaria que creaban barreras entre los distintos países y hacían que el mercado ferroviario fuera muy cerrado, cada país tenía su sistema nacional definido por una empresa suministradora específica, conformando mercados cautivos alejados de cualquier tipo de competencia.

Surge entonces la necesidad de potenciar el tráfico europeo ferroviario, tanto de pasajeros como de mercancías, para desplazar a otros medios de transporte más contaminantes y con infraestructuras congestionadas, pero esta falta de competencia pone de manifiesto la barrera que supone para ello el que cada país tenga sistemas de señalización distintos.

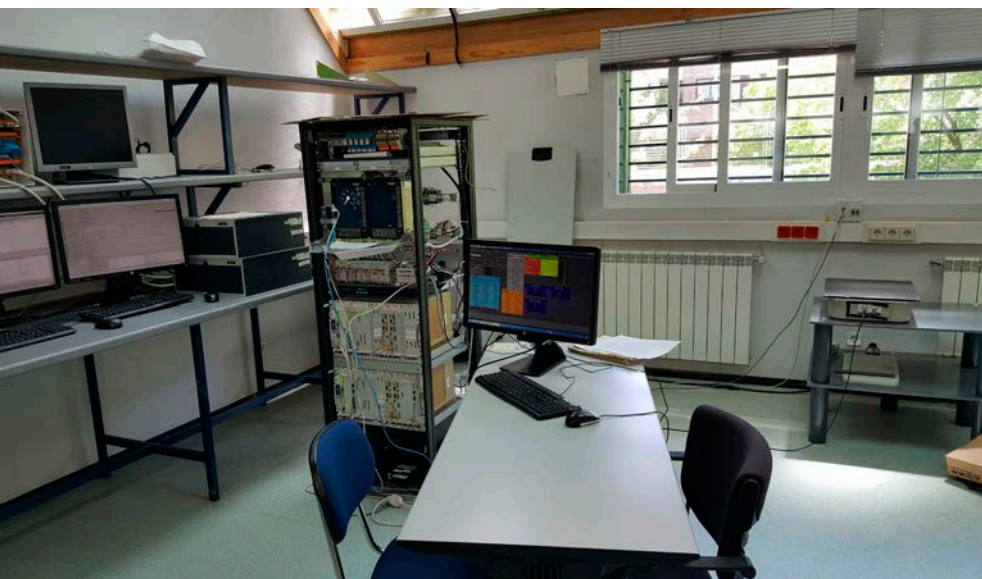
La Comisión Europea decide entonces lanzar uno único y abierto que permita su uso a todos los suministradores --hasta ocho actualmente hay en Europa, a los que se han sumado otros en China y Japón-- haciendo públicas sus especificaciones, a las que se puede acceder a través de la página web de la Agencia Ferroviaria Europea, con el fin de que cualquier empresa pueda desarrollarlo. Así, de un mercado cautivo se ha pasado a uno totalmente dinámico, porque cuando hay que señalar una nueva línea cualquier empresa se puede presentar a la licitación.

El gran reto de conseguir que el ERTMS funcionara con la implicación de distintos suministradores ha quedado ampliamente demostrado, y prueba de ello es que las líneas de nuestra red ferroviaria están equipadas por distintas empresas, y los más de 400 trenes de Renfe tienen instalado el ERTMS de distintos fabricantes.

El estándar europeo ERTMS está definido en la Directiva 96/48/CE sobre la interoperabilidad de los Sistemas Ferroviarios Transeuropeos de Alta Velocidad.



Ensayo de certificación de una eurobaliza en el LIF



Ensayo de certificación del equipo ERTMS de las líneas de alta velocidad de Francia

ferroviaria; y el segundo es el GATE4RAIL, con el que se está desarrollando una plataforma para ensayar en laboratorio líneas ERTMS en las que se utilice el Galileo para la localización del tren.

Finalmente, en enero de 2021 el LIF ha comenzado su participación en un tercer proyecto europeo sobre el uso de esta tecnología de localización por

satélite (Proyecto RAILGAP) para desarrollar un sistema híbrido al que se añaden otros sensores como LIDAR (láser), visión artificial y acelerómetros.

Instalaciones singulares

Entre las instalaciones singulares de que dispone el LIF, la de mayor actividad es el Laboratorio de Simulación de Tráfico, "ningún laboratorio europeo ha hecho tantas pruebas de líneas como

éste, un reflejo de que España es líder en materia de interoperabilidad", asegura Iglesias, y en el que se han depurado las principales líneas españolas equipadas con ERTMS, como las de Madrid-Valencia, Valladolid-Burgos-León, Olmedo-Zamora, las Cercanías de Madrid y Barcelona, y en el exterior las de Arabia Saudí, Bélgica o Senegal.

En ella se realizan las pruebas funcionales de ERTMS con un intercambio de información, entre la vía y el tren, idéntico al entorno real, de tal forma que se consigue depurar por completo todo el sistema antes de su despliegue en la línea de verdad, con el consiguiente ahorro en tiempo y dinero.

Este laboratorio también proporciona la posibilidad de ensayar la funcionalidad e interoperabilidad de la línea ejecutando, en el mismo, la batería de ensayos necesarios para su puesta en marcha, dando así soporte a Adif y Renfe Operadora en el proceso de puesta en servicio de nuevas líneas y trenes equipados con el estándar europeo.

Esto se consigue introduciendo en el laboratorio los componentes de vía ERTMS, y su conexión al simulador de Tráfico del CEDEX que replica por ordenador la topología de vías, desvíos, circuitos de vía y señales de la línea, y en paralelo se integra el equipo embarcado ERTMS o EVC que se conecta al simulador del movimiento del tren del laboratorio.

Para las líneas que se prueban en España, Adif puso una cláusula en sus licitaciones para que antes de suministrar el sistema, el fabricante esté obligado a probar en un laboratorio la



línea, por eso cuando se licita un nuevo recorrido se ofertan las pruebas que hay que hacer en el laboratorio y el que la gana es el que las realiza.

El Laboratorio de Eurobaliza, el primero acreditado en Europa para la ejecución de los ensayos de certificación de eurobalizas y antenas de ERTMS, es otra de las instalaciones singulares, que se crea a través del proyecto EMSET, el primer proyecto europeo de demostración de la interoperabilidad ferroviaria que coordinó el CEDEX. Acreditado en 2005 por la Autoridad Nacional de Acreditación para la ejecución de los ensayos de Eurobaliza y Antena/BTM de acuerdo a la norma europea descrita en el Subset-085 de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización.

Referencia durante años en Europa, en esta instalación singular se han ensayado equipos de casi una veintena de suministradores de todo el mundo, y está acreditado y capacitado para ejecutar los ensayos Test Specifications for Eurobalise FFFIS: Eurobalise and Antenna/BTM tests, Subset-095, Subset-103 "Test Specification for Euroloop, Subset 116 "Eurobalise On board Equipment, Susceptibility Test Specification.

También participa en estudios especiales, como la viabilidad de la eurobaliza para vías de tres carriles, y está inmerso en varios proyectos europeos de utilización del sistema satélite Galileo para la implantación de balizas virtuales en las líneas ERTMS.

El que más competencia tiene con otros laboratorios europeos es el más joven de todos, el de

Objetivos de trabajo del LIF

- Soporte a la puesta en servicio de líneas y trenes de alta velocidad equipados con sistemas ERTMS Nivel 1 mediante ensayos de laboratorio con datos de proyecto y conexión de equipos reales (EVC & Eurobaliza).
- Soporte a la puesta en servicio de líneas y trenes de alta velocidad equipados con sistemas ERTMS Nivel 2 mediante ensayos de laboratorio con datos de proyecto, simulación de tráfico y conexión de equipos reales (EVC, Eurobaliza y RBC).
- Soporte a la puesta en servicio de líneas y trenes de cercanías equipados con sistemas ERTMS Nivel 1Y Nivel 2 mediante ensayos de laboratorio con datos de proyecto y conexión de equipos reales (EVC & Eurobaliza).
- Liderazgo de proyectos europeos relativos a procesos de consolidación de especificaciones técnicas mediante campañas de ensayos de laboratorio y a la consolidación de especificaciones de certificación de constituyentes.
- Ensayos de verificación de la conformidad con la especificación de interoperabilidad europea de constituyentes de Eurobaliza, Antena-BTM, Eurolozo y Eurocabina.
- Soporte en procesos de mantenimiento de constituyentes ERTMS a las empresas ferroviarias (ADIF & RENFE).
- Soporte técnico a empresas del sector desarrollando nuevos productos ERTMS.
- Liderazgo en la verificación en laboratorio de la interoperabilidad de los futuros corredores de mercancías.
- Mantenimiento y extensión de la acreditación de los laboratorios para ensayos de certificación de componentes ERTMS de Eurobaliza, Eurolozo y Eurocabina.

Eurocabina. A través también del proyecto EMSET, utilizando inicialmente los simuladores desarrollados en el mismo, el CEDEX creó este laboratorio acreditado por ENAC de acuerdo a la norma 17025 en 2010, aunque entre 2004 y 2005 ya ejecutó la primera campaña europea de ensayo de la interoperabilidad de equipos embarcados ERTMS o EVC (European Vital Computer) de todos los fabricantes euro-

peos, el primer ensayo de certificación que se hizo en Europa.

Por el laboratorio de Eurocabina han pasado todos los fabricantes europeos de ERTMS, como Alstom, Ansaldo, Bombardier, CAF, Hitachi y Siemens, lo que le ha convertido en todo un referente europeo, y ha certificado, entre otros, los equipos que circularán por la red francesa de alta velocidad.



Ensayos de la LAV Valladolid-Leon-Burgos

El CEDEX lideró con su creación el grupo europeo encargado de la escritura de la Especificación de Ensayo el ERTMS (Subsert-076), que contiene el conjunto de ensayos a los que se debe someter este equipo para demostrar el cumplimiento de las Especificaciones del Sistema Subsert-026, de la Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema de Control, Mando y Señalización ERTMS.

Retos de futuro

Entre los retos de futuro del LIF se encuentra conseguir rebajar los costes del sistema ERTMS, ya que técnicamente no tiene alternativa posible dentro de la Unión Europea, pero para ello, según su director, "tiene que entrar en juego la competencia entre las grandes empresas, que no están acostumbradas a trabajar en un mercado abierto".

En el terreno de la digitalización ferroviaria, para el que el sistema ERTMS sirve de columna vertebral, los retos del LIF pasan por la integración de tecnologías digitales, entre ellas la conducción automática, la utilización de los sistemas de localización por satélite --como el europeo Galileo-- en el ferrocarril, el cantonamiento móvil y el acoplamiento virtual para aumentar la capacidad de las líneas, el nuevo sistema de telecomunicaciones ferroviarias (FRMCS: Future Rail Mobile Communication System), y la consecución del objetivo "Zero on Site Tests" de eliminar cada vez más progresivamente las pruebas en vía.

En cuanto a los trabajos europeos relacionados con el uso de Galileo en el ferrocarril, el LIF participa activamente en los proyectos ERSAT, que ha finalizado

Proyectos

- Análisis de los registros obtenidos en las pruebas complementarias de las instalaciones ERTMS Nivel 2 en la línea Madrid-Lleida. Encomienda firmada con ADIF y RENFE. En colaboración con INECO/TIFSA.
- Pruebas complementarias en laboratorio para la puesta en servicio de la red de cercanías de Madrid. Encomienda firmada con la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias. En colaboración con INECO/TIFSA.
- Pruebas complementarias en laboratorio de las instalaciones Nivel 1 en la línea Madrid - Valencia. Encomienda firmada con ADIF y RENFE. En colaboración con INECO/TIFSA.
- Pruebas de certificación (SS-076) del Equipo embarcado ERTMS de CAF de la BL2. Contrato firmado con Caf Signalling.
- Pruebas de certificación (SS-076) del Equipo embarcado ERTMS de Ansaldo (actualmente Hitachi Rail) que equipará los trenes franceses de alta velocidad. Contrato firmado con Hitachi Rail.
- Liderazgo del proyecto europeo de definición de los ensayos de certificación de Eurocabina. Contrato NO. ERA/2009/ERTMS FWC/S-04 firmado con la Agencia Ferroviaria Europea. En colaboración con DLR, Multitel, RINA y TIFSA.
- Asesoramiento a empresas del sector en temas de interoperabilidad técnica. Alstom, Ansaldo, CAF, Infoglobal, Invensys, Núcleo, Thales, China Academy of Railway Science.



Ensayos de líneas ERTMS en el LIF

Probadas

- Puerto de Barcelona-Nudo de Mollet-Figuera. N1. Siemens y Bombardier EVCs 2012
- Madrid-Valencia-Albacete
- Cercanías de Madrid
- Bruselas-Aeropuerto de N1 en Bélgica
- Olmedo-Zamora
- Valladolid-León
- Meca-Medina
- Corredor Atlántico
- Antequera-Granada
- Dakar

En ensayo

- Venta de Baños-Burgos
- Cercanías de Barcelona

Pruebas futuras

- Corredor Mediterráneo
- Líneas españolas futuras de N2: Madrid-Sevilla, La Encina-Valencia
- Equipos embarcados BL3 sobre líneas españolas BL2
- Líneas en el extranjero: México-Toluca, Corredor europeo de mercancías



CTC de las Pruebas Valladolid-León

en enero de 2020, el GATE-4RAIL, hasta febrero de 2021, y el RAILGAP, iniciado a principios de este año.

Otro reto de futuro muy relevante en la I+D ferroviaria es la introducción del LIF en las tecnologías del Hyperloop, el sistema de transporte terrestre de muy alta velocidad. El Director del LIF es el presidente del Comité Técnico de Normalización (CTN) 326 creado en UNE para la estandarización del Hyperloop.

Se trata de un tren que iría transportado en un tubo en el que se hace el vacío, y mediante levitación podría alcanzar hasta 1.200 kilómetros por hora. Es un proyecto futurista arriesgado en el que España está valorando la posibilidad de entrar, los retos técnicos son importantes, y si sale adelante la idea es construir una pista de ensayo a través del CEDEX. El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria, que ha sido designado representante de

nuestro país en las reuniones que sobre esta tecnología está convocando la DG Move de la Comisión Europea, sería el organismo que lo pilotaría.

El objetivo de esta tecnología sería sustituir los vuelos continentales, y en distancias de entre 1.000 y 3.000 kms sustituirlo por un medio de transporte eléctrico, y por tanto medioambientalmente mucho más sostenible como es el Hyperloop. La idea sería crear tres líneas que permitieran moverse de forma rápida por el continente, una de ellas sería Madrid-París-Berlín, y desde estas ciudades, para trayectos más cortos, el plan contempla la utilización del tren convencional.

En cualquier caso, las incógnitas sobre el coste de este sistema y las múltiples barreras tecnológicas aún por superar lo sitúan aún en el ámbito de la I+D y lejos en estos momentos de un desarrollo comercial. ■