FUNDACIÓN CAMINOS DE HIERRO

PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA INGENIERÍA FERROVIARIA

MEMORIA 2018

RESUMEN DE ACTIVIDADES

ÍNDICE

1. PERFIL DE LA FUNDACIÓN 1

2. XII JORNADAS INTERNACIONALES INGENIERÍA PARA ALTA VELOCIDAD 2

3. CONSOLIDACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INVESTIGADORA Y DE DESARROLLO TECNOLÓGICO..... 6

4. ASESORÍA TECNOLÓGICA 10

5. ACCIONES DE DISEMINACIÓN DEL CONOCIMIENTO, DIFUSIÓN TECNOLÓGICA Y FORMACIÓN 13

1. PERFIL DE LA FUNDACIÓN

La Fundación Caminos de Hierro es una entidad sin ánimo de lucro, acorde con la legislación existente al respecto, dedicada a la investigación en el campo de la ingeniería y la explotación ferroviaria.

Como se recoge en la Declaración Fundacional lleva a cabo iniciativas de investigación científica, desarrollo y aplicación de nuevos recursos tecnológicos con un enfoque racional y una visión crítica como una de las vías para que los sistemas ferroviarios continúen en evolución ascendente en el campo de sus prestaciones, manteniendo un buen equilibrio en términos económicos y ambientales, consolidando su carácter de medio de transporte sostenible.

Todas las actividades de la fundación están orientadas a plantear, promover y llevar a cabo iniciativas para el impulso de la I+D+i así como a su aplicación y difusión en el ámbito de la tecnología ferroviaria, que materializa en:

- Planteamiento y desarrollo de estudios de investigación, desarrollo e innovación tecnología orientadas a su formulación, consolidación y difusión para su aplicación en los diferentes campos de la ingeniería.
- Participación y contribución mediante la presentación de comunicaciones en congresos y seminarios técnicos relevantes o relativos a tecnología ferroviaria.
- Organización de cursos y jornadas técnicas especializadas para contribuir a la difusión de las tecnologías ferroviarias innovadoras.
- Asesoría tecnológica a entidades públicas y privadas en el campo de la planificación, el diseño, la construcción y la explotación de sistemas ferroviarios.
- Publicación de documentación técnica especializada con los resultados obtenidos en la actividad investigadora propia de la fundación.

2. XII JORNADAS INTERNACIONALES INGENIERÍA PARA ALTA VELOCIDAD

En las apacibles instalaciones del Real Jardín Botánico de Córdoba se celebró durante los días 13, 14 y 15 de junio la duodécima edición de las jornadas sobre ingeniería para alta velocidad. Con un temario centrado en la importancia de la velocidad y la escala europea del programa de expansión del moderno ferrocarril de viajeros se dieron cita más de un centenar de profesionales especializados y expertos ferroviarios.

Procedentes de diferentes orígenes de las geografías nacional e internacional, una treintena de ponentes del ámbito de la administración, los operadores, la ingeniería, la industria, la universidad y la industria expusieron su visión de la actualidad de la alta velocidad en el mundo y facilitaron animados coloquios sobre los diversos asuntos planteados.

- 1ª SESIÓN. MIÉRCOLES 13 DE JUNIO. 16:00– 9:30 h

BIENVENIDA Y APERTURA. **Eduardo Romo**. Presidente. FCH

INTERVENCIONES INICIALES

Rafael Chacón: Director General de Movilidad. Junta de Andalucía
Ignacio Ballester. European Union Agency for Railways
Imanol Leza. Director General. Euskotren

MESA REDONDA- DEBATE: **La importancia de la velocidad para una mayor eficiencia del sistema**
Moderador: José Luis Alfaro. Banco Europeo de Inversiones (BEI)

Alberto García Álvarez. RENFE
Iñaki Barrón. RENFE
Jorge Nasarre y de Goicoechea. Fundación Caminos de Hierro
César López. Fundación de los Ferrocarriles Españoles
Andreu Esquius. Director. Mcrit

- 2ª SESIÓN. JUEVES 14 DE JUNIO. 09:30 – 14:15 h

SESIÓN TÉCNICA: **Alta velocidad ferroviaria; un proyecto a escala europea**
Moderadora: Clara Zamorano. UPM

Marcial Bustinduy. Transport Specialist. Dirección de Proyectos. Banco Europeo de Inversiones (BEI)
"El papel del BEI en el desarrollo de la alta velocidad en Europa"
Christophe Keseljevic. Rail Senior Expert. CKRail
Lorenzo Jaro. Subdirector de Programas de Inversiones y Análisis de Demanda. Dirección General de Proyectos. ADIF
"Alta velocidad ferroviaria: ¿un proyecto a escala europea?"
Íñigo Méndez. European Union Agency for Railways
"Armonización técnica de la red de alta velocidad en la Unión Europea"

SESIÓN TÉCNICA: **Ingeniería y evolución tecnológica**
Moderadora: María Luisa Domínguez. Directora. Dirección de Proyectos. Dirección General ADIF Alta Velocidad

Paloma Ortega. Dirección General de Movilidad. Junta de Andalucía
"El ferrocarril en Andalucía: situación actual, retos y oportunidades"

Manuel Cuadrado. Fundación Caminos de Hierro
"Nueva aplicación tecnológica para el análisis, diagnóstico y mantenimiento eficientes de estructuras ferroviarias"
David Villalmanzo. Infrastructure Senior Advisor. Rail System Department. UIC
"Innovative ballasted tracks".
Miguel López. CEDEX
"La línea de Base 3 (BL3) de ERTMS: estandarización europea de las curvas de frenado. ¿Circulará correctamente un tren BL3 por las líneas españolas BL2?"

SESIÓN TÉCNICA: **Aplicaciones tecnológicas en la alta velocidad. La industria**
Moderador: Antonio Arribas. EURIF
Jaime Borrell. ALSTOM
"Nuevas tecnologías en trenes de alta velocidad"
Margarita Grandes. THALES
"La necesidad de digitalización en transporte de alta velocidad"
Enrique Torres. SIEMENS
"La digitalización en la movilidad"

- 3ª SESIÓN. JUEVES 14 DE JUNIO. 16:00 – 19:30 h

SESIÓN TÉCNICA: **Tendencias en el panorama internacional**
Iñaki Barrón. Renfe
"Puesta al día de la alta velocidad en el panorama internacional"
Byung-il Oh. Director of Korail Paris Office. Korea Railroad Corporation
"High Speed train in South Corea"
Christophe Keseljevic. Rail Senior Expert. CKRail
"Innovaciones y perspectivas de la alta velocidad francesa"

LO MÁS DESTACADO DEL WORLD CONGRESS ON HIGH SPEED RAIL (ANKARA, MAYO 2018)
Michel Leboeuf. Rail Senior Expert
Álvaro Mascaraque. ADIF
Clara Zamorano. UPM
Gokham Olmez. CMS Project

- 4ª SESIÓN. VIERNES 15 DE JUNIO. 09:30 – 13:00 h

SESIÓN I: Seminario sobre innovación tecnológica ferroviaria. Tendencias y perspectivas
Moderadora: Ángeles Tauler. Fundación de Ferrocarriles Españoles

Pedro Prado. Jefe de Área. Agencia Estatal de Investigación
"Las convocatorias de colaboración Publico Privada del Ministerio y el sector ferroviario"
Carmen Alonso. Dirección de Promoción y Cooperación. CDTI.
"Instrumentos de apoyo a la I+D+i"
Antonio Berrios. Subdirector de Innovación Estratégica. ADIF
"Del conocimiento generado en los proyectos de I+D a la primera implantación de una Rail Smart Grid (red inteligente de energía) en las líneas de alta velocidad en Adif"

SESIÓN II: Seminario sobre innovación tecnológica ferroviaria. Proyectos en curso

Daniel Molina. CEDEX
"Los últimos proyectos de I+D del Cedex en el ERTMS: Galileo, Cantón Móvil, "Zero on site testing"…"
Isidro Carrascal. Universidad de Cantabria
"Indeterminación según normativa europea en la medida de la atenuación frente a impacto en sistemas de sujeción ferroviaria de alta velocidad"
Miguel del Sol. Universidad de Granada
"Efecto de la contaminación de balasto en la efectividad de distintas tareas de mantenimiento de la geometría de la vía"
Pedro Museros. Universidad Politécnica de Valencia
"Trenes de carga envolventes para cálculo dinámico de puentes de FFCC: Revisión del Anexo E del EN 1991-2"
Andrés García Moreno
"Predicción de las vibraciones ocasionadas por el ferrocarril a su paso, herramientas para la planificación y diseño de líneas ferroviarias."
Soraya Diego. Universidad de Cantabria
"Comportamiento en fatiga del clip skl-1. Modelo y validación"
Fernando Moreno-Navarro. Universidad de Granada
"Cajón de ensayos como herramienta para determinar la efectividad de innovadores soluciones para mejorar la respuesta de la vía para alta velocidad"

3. CONSOLIDACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INVESTIGADORA Y DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

- **Proyecto Hammer**

Reuniendo el conocimiento producido y los resultados obtenidos durante los proyectos llevados a cabo en años anteriores en el campo de las nuevas tecnologías aplicables a más eficientes concepción y mantenimiento de estructuras ferroviarias, un nuevo proyecto va cobrando forma. Bajo la denominación "Hammer" se integra una nueva concepción para el mantenimiento predictivo de puentes y viaductos ferroviarios.

A lo largo del ejercicio y, en colaboración con otras entidades se desarrollaron actividades de naturaleza teórica -con gran componente de modelos numéricos- así como de ensayos sobre el terreno en el marco de un proyecto del programa CDTI de apoyo a la investigación y la innovación tecnológica.

Como consecuencia del sólido avance del proyecto, una presentación conceptual de su naturaleza y objetivos fue expuesta por el equipo de la Fundación en el Congreso Mundial de Alta Velocidad Ferroviaria organizado por la UIC en Ankara (Turquía) el pasado mes de mayo.

PROYECTO HAMMER

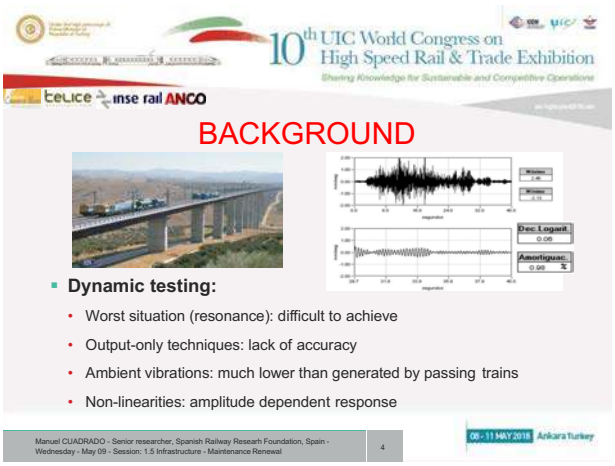
NUEVA APLICACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y MANTENIMIENTO EFICIENTES DE ESTRUCTURAS FERROVIARIAS

VISIÓN RESUMIDA

Una tecnología innovadora para el tratamiento eficiente de estructuras ferroviarias

Las infraestructuras ferroviarias constituyen activos de gran magnitud que deben prestar servicio a lo largo de una muy prolongada vida útil, superior a cien años. Las estructuras – puentes, viaductos, …- que las integran son componentes de considerable complejidad e intensivos en coste cuyo apropiado conocimiento y tratamiento a lo largo del tiempo son clave para optimizar su eficiencia a corto y largo plazos.

El "Proyecto Hammer" consiste en combinar un conjunto de tecnologías innovadoras procedentes de distintos campos de la técnica desarrollándolas para su aplicación a las estructuras ferroviarias. Se basa en modernos métodos de análisis dinámicos ("Multiple Input-Multiple Output, MIMO"), monitorización estructural ("wireless") y producción de estados vibratorios de alta precisión mediante un dispositivo de nueva concepción ("Hammer") sobre la base de un planteamiento integrado.



- **Funcionalidades y aplicaciones iniciales de la nueva metodología**

  El conocimiento minucioso del comportamiento dinámico real de las estructuras ferroviarias –tanto de alta velocidad como convencionales- aporta un gran valor para el seguimiento de su evolución y estado estructural así como en el ajuste los modelos teóricos de análisis, diagnóstico y predicción de su comportamiento, herramientas clave en las prácticas modernas de mantenimiento y gestión de infraestructuras. De este hecho son consecuencia las numerosas aplicaciones potenciales de esta nueva tecnología. Se relacionan a continuación algunas de las más sobresalientes a corto plazo

  - Realización de pruebas de carga dinámicas -más apropiadas y ajustadas a la normativa vigente que las que se realizan actualmente- en estructuras de nueva construcción aportando datos de mayor precisión sobre parámetros esenciales de su comportamiento.

  - Registro de la evolución de las características resistentes de los puentes –tanto de redes de alta velocidad como convencionales- a lo largo del tiempo facilitando la aplicación de modernas y más eficientes estrategias de mantenimiento predictivo orientadas a reducir gastos de conservación.

  - Evaluación de las características de puentes de los que no se dispone de los proyectos de ejecución

  - Análisis y evaluación del comportamiento de puentes existentes en el caso de aumento de las solicitaciones en servicio, como en el caso de incrementos de sus prestaciones en términos de velocidad de circulación.

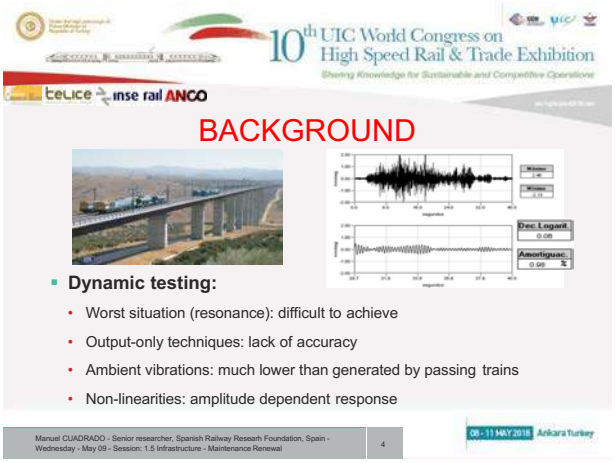
  - Obtención de datos precisos para reducir costes en la construcción de nuevas estructuras desde la etapa de diseño

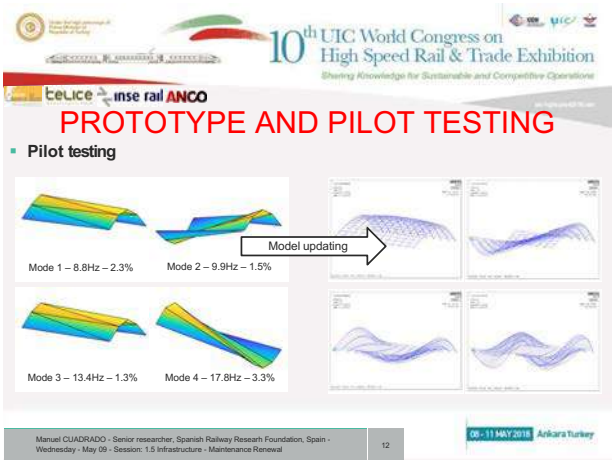
  - Otras aplicaciones a componentes infraestructurales, en sentido amplio, mediante la caracterización de su comportamiento dinámico orientado a una gestión eficiente a largo plazo

- **Características del mercado potencial para su empleo**

  El ámbito de aplicación de esta nueva solución tecnológica debe analizarse bajo una doble perspectiva: espacial y temporal. Desde la óptica geográfica, la nueva metodología puede emplearse con carácter universal en cualquier red ferroviaria al estar basada en principios físicos no dependiendo de circunstancias locales –climatología, orografía, …- ni de particularidades de la red –ancho de vía, electrificación, …-.

  En cuanto a la aproximación temporal puede destacarse que su utilización da lugar a resultados de mayor rentabilidad cuanto más prolongado sea su empleo a lo largo de la vida útil de las estructuras, que se cifra en un centenar de años. Metodológicamente una de sus principales aplicaciones consiste en el seguimiento a largo plazo de las estructuras para minimizar las intervenciones de mantenimiento.





La dimensión del mercado potencial puede cuantificarse por el número de estructuras –puentes o viaductos- integradas en las redes ferroviarias. Como referencia puede mencionarse que un sistema ferroviario de tamaño medio –como el español- incluye varios miles de unidades –algunos centenares de ellas en líneas de alta velocidad-, lo que supone una población de muchas decenas de miles de estructuras susceptibles de ser tratadas por este nuevo método a escala internacional durante muchos años.

En cuanto a la aproximación temporal puede destacarse que su utilización da lugar a resultados de mayor rentabilidad cuanto más prolongado sea su empleo a lo largo de la vida útil de las estructuras, que se cifra en un centenar de años. Metodológicamente una de sus principales aplicaciones consiste en el seguimiento a largo plazo de las estructuras para minimizar las intervenciones de mantenimiento.

La dimensión del mercado potencial puede cuantificarse por el número de estructuras –puentes o viaductos- integradas en las redes ferroviarias. Como referencia puede mencionarse que un sistema ferroviario de tamaño medio –como el español- incluye varios miles de unidades –algunos centenares de ellas en líneas de alta velocidad-, lo que supone una población de muchas decenas de miles de estructuras susceptibles de ser tratadas por este nuevo método a escala internacional durante muchos años.

- **Etapa actual del proyecto**

La Fundación Caminos de Hierro (FCH) –centro de conocimiento en tecnologías ferroviarias- ha desarrollado un continuado trabajo investigador en el campo del comportamiento de las estructuras ferroviarias en los ltimos años. Consecuencia de sus resultados es la promoción y materialización de este “Proyecto Hammer” enfocado a su aplicación práctica y comercial.

Coordinado por la FCH, el Proyecto reúne la experiencia y contribución tecnológica de un conjunto de entidades españolas y norteamericanas de acreditada trayectoria en estos campos.

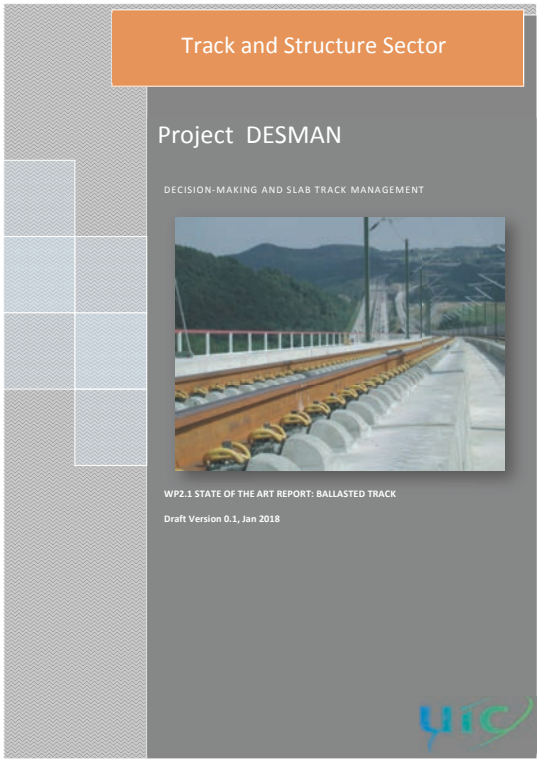
El Proyecto se encuentra actualmente en la fase de validación y calibrado de dispositivos físicos y modelos teóricos inmediatamente anteriores a su explotación

- **Proyecto Desman**

Tratándose de uno de los componentes claves del sistema ferroviario, la vía centra una de las líneas de trabajo principales de la Fundación. Los estudios sobre tecnología de la vía y su integración eficiente en el conjunto del sistema constituyen uno de los ejes de la actividad tecnológica del equipo de la Fundación.

En el contexto de la continuada colaboración con la Asociación Internacional de Ferrocarriles (UIC), se ha redactado, en colaboración con el grupo de expertos en vía de la propia UIC el informe que recoge el planteamiento y resultados del proyecto

Desman dedicado al análisis comparado de las funcionalidades y características de las dos grandes tipologías de superestructura: la vía sobre banqueta de balasto y la vía en placa.

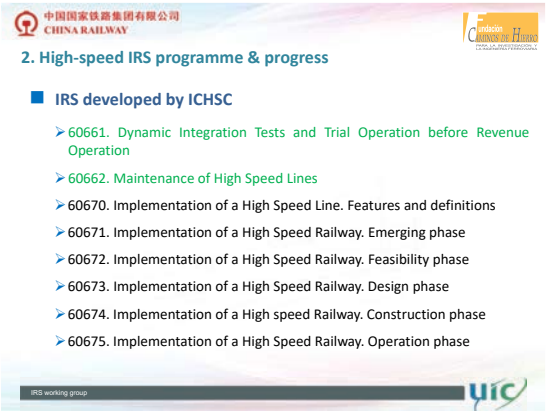


4. ASESORÍA TECNOLÓGICA

- **International Railway Solutions (IRS), UIC**

Una de las más destacadas actividades llevadas a cabo por la Fundación en los últimos tiempos en el contexto de su activa participación en los programas de la UIC es su contribución en la elaboración de las IRS relativas al sistema de alta velocidad.

En el seno del Comité "Intercity and High Speed" de la UIC -en el que la Fundación desempeña una de las vicepresidencias-, responsable de todos los asuntos relacionados con los ferrocarriles de viajeros, especialmente de alta velocidad, se constituyó hace cuatro años un grupo de trabajo coordinado conjuntamente por China Railways y la Fundación para elaborar documentos IRS que, por su naturaleza, se encuentran en el ámbito normativo.

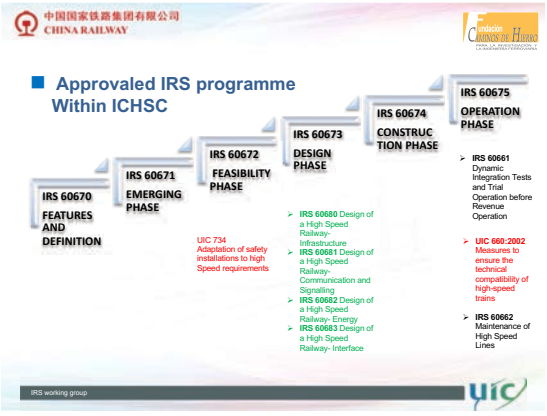


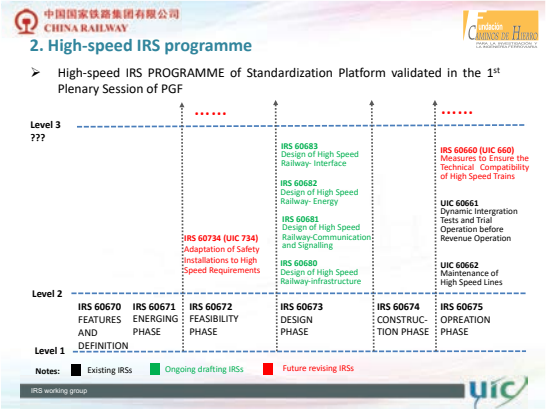
Además de pilotar el grupo de trabajo con los representantes de los ferrocarriles chinos -la mayor potencia mundial en alta velocidad actualmente- la Fundación aporta la contribución de expertos y coordina los trabajos y reuniones de carácter trimestral del mencionado grupo de trabajo.

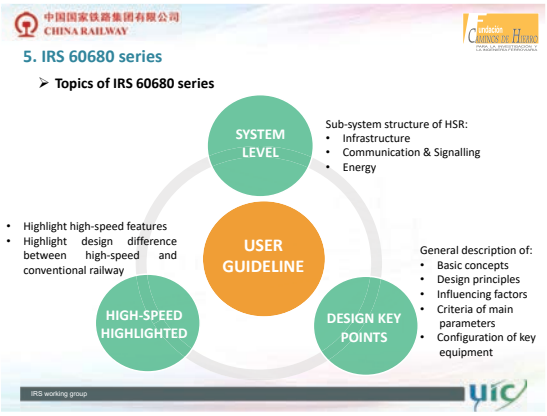
Continuando con las actividades iniciadas en 2016, el presente año 2018 se encuentran en proceso de redacción por el grupo de trabajo las siguientes IRS integradas en la serie dedicada a la implementación de una línea de alta velocidad:

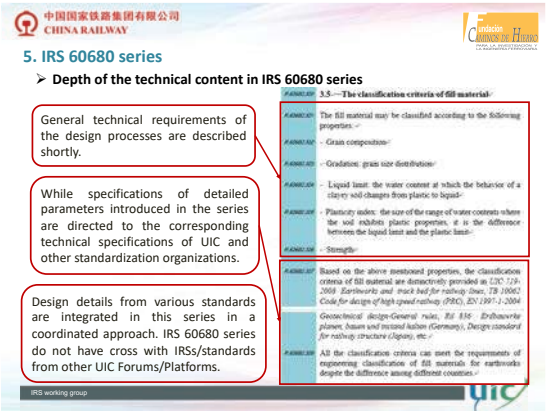
- IRS 60670. Implementation of a High Speed Line. Features and Definitions
- IRS 60671. Implementation of a High Speed Railway. Emerging Phase
- IRS 60672. Implementation of a High Speed Railway. Feasibilty Phase
- IRS 60673. Implementation of a High Speed Railway. Design Phase
- IRS 60674. Implementation of a High Speed Railway. Construction Phase
- IRS 60675. Implementation of a High Speed Railway. Operating Phase

En las figuras adjuntas pueden apreciarse materiales preparados en el marco de los trabajos de elaboración de las IRS relativos a procedimientos normalizados, consistencia de los contenidos de las distintas IRS así como a su programación y desarrollo de reuniones del grupo de trabajo



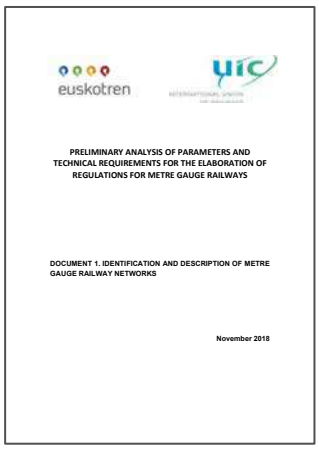






- **Informe sobre requisitos y parámetros técnicos en relación con la elaboración de normativa técnica para líneas ferroviarias equipadas con vía de ancho métrico.**

En el marco de las actividades normativas de la Asociación Internacional de Ferrocarriles (UIC) y en colaboración con el operador de servicios de la red ferroviaria del País Vasco,Euskotren, se llevaron a cabo los trabajos de análisis preliminar de parámetros y requisitos técnicos para la elaboración de normativa para líneas de ancho de vía métrico que concluyeron con la redacción de un documento con los resultados obtenidos.


euskotren

PRELIMINARY ANALYSIS OF PARAMETERS AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR THE ELABORATION OF REGULATIONS FOR METRE GAUGE RAILWAYS

DOCUMENT 1. IDENTIFICATION AND DESCRIPTION OF METRE GAUGE RAILWAY NETWORKS

November 2018

- **Desarrollos iniciales de la International Railway Solution 10001**

Como primera etapa del desarrollo de la International Railway Standard 10001, “Descomposición de la estructura del sistema de alta velocidad”, se redactó por el equipo de la Fundación en colaboración con la plataforma de estandarización de la UIC el documento “Ejemplo de análisis de interfaces entre componentes del sistema de alta velocidad” que fue concluido a finales de año

HIGH SPEED SYSTEM CLUSTER

Example of Analysis of interfaces between components of the High-Speed System

First development of

International Railway Standard IRS 10001

“High Speed System Breakdown Structure”

Draft – Version 1.2

Draft –1– Version 1.2

- **Otros trabajos de asesoría tecnológica**

En el ámbito de las colaboraciones con otras entidades en relación con tareas de asesoría puede destacarse el estudio para la Junta de Andalucía relativo a la evolución de la red ferroviaria en su territorio así como las de asesoría tecnológica para sistemas ferroviarios urbanos con empresas consultoras de ingeniería que se encuentran diseñando la implantación de una nueva red tranviaria en Cochabamba (Bolivia)

5. ACCIONES DE DISEMINACIÓN DEL CONOCIMIENTO, DIFUSIÓN TECNOLÓGICA Y FORMACIÓN

- **Acciones de formación especializada en colaboración con la UIC (Asociación Internacional de Ferrocarriles)**

En el programa de actividades de formación cualificada desarrollado por la UIC se incluyen dos cursos impartidos por expertos y enfocados en las técnicas, la implantación y la explotación de sistemas ferroviarios de alta velocidad.

La edición correspondiente a este año del nivel I se impartió en París en el mes de abril y la correspondiente al nivel avanzado -nivel II- como es también habitual se celebró en diciembre en Madrid. La Fundación contribuyó, como en ediciones anteriores con la aportación de profesores a ambos cursos.

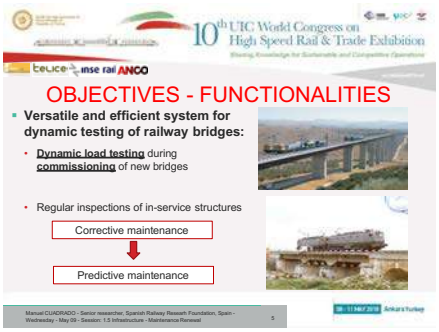
- **10º Congreso Mundial de Alta Velocidad Ferroviaria, Ankara (Turquía), 8-11 de mayo, 2018**

En la décima edición del Congreso Mundial de Alta Velocidad Ferroviaria celebrada en Ankara en mayo, la Fundación volvió a tomar parte activa desde las etapas iniciales de su organización -en el área científica- hasta su participación en las sesiones plenarias y especializadas.

El congreso, en el que tomaron parte un buen número de centenares de especialistas y expertos ferroviarios de varias decenas de entidades representando a diversos sectores relacionados con el proyecto, la construcción y la explotación de sistemas ferroviarios de alta velocidad procedentes de los cinco continentes se estructuró en cuatro sesiones plenarias y numerosas sesiones paralelas dedicadas cada una de ellas a tratarde temas específicos basadas en la exposición de ponencias previamente seleccionadas en un proceso abierto de carácter internacional.

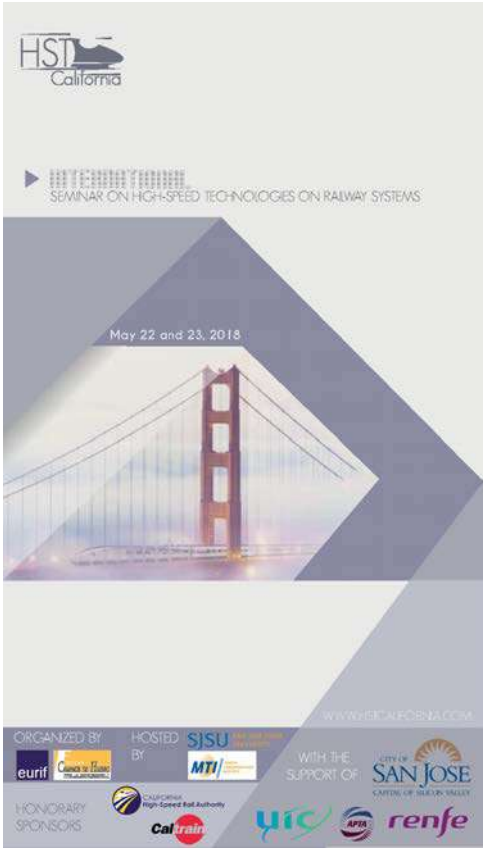
La Fundación estuvo representada por Eduardo Romo que tomó parte en la mesa redonda de expertos cuyo asunto de reflexión se centraba en las tendencias de la innovación tecnológica en la alta velocidad.

Asimismo, representando al equipo de la Fundación, Manuel Cuadrado expuso una comunicación centrada en el Proyecto Hammer, titulada “Nuevo sistema para el mantenimiento de infraestructuras ferroviarias mediante técnicas de naturaleza vibratoria” en la sesión dedicada al mantenimiento de líneas de alta velocidad.



- **Seminario especializado en modernas tecnologías para alta velocidad ferroviaria. University of San José (California, EEUU)**

Formando parte de una serie de acciones formativas -en el ámbito de las innovadoras tecnologías empleadas en las nuevas líneas de alta velocidad- para profesionales y estudiantes de ingeniería, se celebró la quinta edición del seminario en esta ocasión en las instalaciones de la Universidad de San José (California, EEUU).Nuevamente se organizó en cooperación con el Mineta Transportation Institute (University of San José), con el que la Fundación tiene un acuerdo de colaboración, la California High Speed Rail Authority -entidad responsable de la construcción y puesta en servicio de la primera línea de alta velocidad en Estados Unidos, entre San Francisco y Los Ángeles, y con el patrocinio de diversas empresas locales e internacionales del sector ferroviario.



Tomaron parte en el seminario cerca de un centenar de asistentes y las ponencias fueron presentadas por expertos europeos -entre ellos miembros de la Fundación- y norteamericanos.

- **Actividades en colaboración con la Asociación Internacional de Ferrocarriles (UIC)**

En el seno de la UIC, las materias relacionadas con la alta velocidad y las redes de viajeros de largo recorrido las gestiona el “Intercity and High Speed Plenary Committee” en el que la Fundación ejerce una de las vicepresidencias.

Las principales actividades consisten en desarrollar estudios de carácter técnico e investigador, elaborar documentación normativa -“International Railway Solutions”, dirigir los trabajos de la “Alianza con las Universidades”, organizar cursos y otras acciones de carácter formativo, llevar a cabo los preparativos del congreso mundial de alta velocidad ferroviaria que se celebra con carácter bienal así como otros asuntos de coordinación interna con otras áreas de la UIC.

En el presente año el comité plenario se reunió en tres ocasiones:

- París, marzo
- Berlín, septiembre
- Hangzhou, noviembre