

X Congreso Internacional de Historia Ferroviaria Alcázar de San Juan, 24-25-26 de junio de 2026

Sesión III, La internacionalización de las empresas ferroviarias (siglos XIX-XXI)

La colaboración europea de las empresas ferroviarias en materia de innovación tecnológica desde finales del siglo XX: repaso a su evolución y a los resultados alcanzados

Sessão III, A internacionalização das companhias ferroviárias (séculos XIX-XXI)

Colaboração europeia entre empresas ferroviárias em inovação tecnológica desde o final do século XX: uma análise da sua evolução e dos resultados alcançados

Session III, The internationalization of railway companies (19th-21st centuries)

European collaboration among railway companies in technological innovation since the late 20th century: a review of its evolution and the results achieved

JOSÉ CONRADO MARTÍNEZ ACEVEDO
Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, Adif
jcmartinez@adif.es

Comunicación de acceso abierto distribuido bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). / Comunicação de acesso aberto distribuída sob uma [Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). / Open

access paper under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC-BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Resumen: La colaboración en materia de innovación tecnológica entre las distintas empresas ferroviarias europeas, es un aspecto característico del sector desde finales del siglo pasado. Los distintos programas marco de innovación promovidos por la Comisión Europea, entre 1987 y 2000, han permitido el incremento de la colaboración en materia ferroviaria entre un mayor número de países. En todos los casos, los objetivos perseguidos han considerado el desarrollo conjunto de nuevas soluciones tecnológicas para el ferrocarril en distintos ámbitos tecnológicos. Con respecto a la colaboración realizada, se ha ido evolucionando a nuevas estructuras asociativas como ha sido la creación de la primera empresa conjunta de innovación entre diferentes compañías del sector y la propia Comisión Europea (Shift2Rail).

Palabras clave: empresas; colaboración; innovación; tecnología.

Resumo: A colaboraçã na inovação tecnológica entre as empresas ferroviárias europeias tem sido uma característica definidora do sector desde o final do século passado. Os diversos programas-quadro de inovação promovidos pela Comissão Europeia entre 1987 e 2000 fomentaram uma maior colaboração no sector ferroviário entre um número crescente de países. Em todos os casos, os objectivos prosseguidos centraram-se no desenvolvimento conjunto de novas soluções tecnológicas para os caminhos-de-ferro em diversas áreas tecnológicas. No que diz respeito a esta colaboração, verificou-se uma evolução para novas estruturas de parceria, como a criação da primeira joint-venture de inovação entre diferentes empresas do setor e a própria Comissão Europeia (Shift2Rail).

Palavras-chave: empresas; colaboração; inovação; tecnologia.

Abstract: Collaboration on technological innovation among European railway companies has been a defining characteristic of the sector since the end of the last century. The various innovation framework programs promoted by the European Commission between 1987 and 2000 have fostered increased collaboration in the railway sector among a greater number of countries. In all cases, the objectives pursued have focused on the joint development of new technological solutions for railways in various technological fields. Regarding this collaboration, it has evolved into new partnership structures, such as the creation of the first joint undertaking between different companies in the sector and the European Commission itself (Shift2Rail).

Keywords: companies; collaboration; innovation; technology.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la innovación tecnológica ha supuesto un esfuerzo económico muy considerable, pero, además, ha necesitado disponer de recursos de otros tipos –personas, equipamientos, conocimientos, etc.– y durante un tiempo prolongado. Por lo general una empresa carece de la capacidad para ser autosuficiente en un proceso tan complejo y largo como es el de la innovación. Adicionalmente, y a diferencia de otros sectores, el ferrocarril es una plataforma en la que se integran tecnologías muy

diversas y esto es lo que hace que la innovación en este sector sea aún más compleja.

La colaboración en materia de innovación tecnológica entre distintas empresas ferroviarias europeas –considerando aquí tanto a las empresas públicas responsables de la construcción y explotación de las redes ferroviarias, como a las empresas industriales proveedoras de la tecnología y los servicios–, es un aspecto característico del sector en las últimas décadas.

Esta colaboración ha estado muy ligada a los diferentes programas de investigación, desarrollo e innovación promovidos por la Comisión Europea desde mediados de los años 80 del siglo pasado. Fue a partir de los años 90 cuando la colaboración comenzó a ser verdaderamente representativa, experimentando un incremento sustancial en aquellos años. El objetivo ha sido siempre abordar planteamientos y estrategias comunes sobre los distintos retos tecnológicos del sector y desarrollar nuevas soluciones tecnológicas para el ferrocarril.

Un aspecto de interés se refiere a la modalidad de colaboración que las empresas han empleado a lo largo de los años, habiendo evolucionado desde el desarrollo de proyectos colaborativos específicos –un consorcio de empresas competían con otros consorcios para disponer de la financiación y desarrollar un proyecto de la misma naturaleza– a la creación de empresas conjuntas de innovación formadas por compañías públicas y privadas y la propia Comisión Europea.

Otro aspecto que también merece ser analizado en esta colaboración, se centra en los países que han liderado los distintos proyectos e iniciativas de innovación en cada período. Este liderazgo ha evolucionado a nivel geográfico. Téngase en cuenta que, históricamente, en un contexto puramente europeo, la hegemonía tecnológica ferroviaria ha venido representada por Alemania y Francia, lo que ha promovido una cierta competencia en la tecnología, pero también una importante relación empresarial en materia de innovación ferroviaria entre ambos países. De otro lado, el ferrocarril del Reino Unido también ha protagonizado un papel relevante en la innovación desarrollada aunque podría afirmarse que de forma más independiente.¹

¹ Un hecho representativo relacionado con la hegemonía tecnológica ferroviaria de estos países es que la sede principal de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC), fundada en 1922, se encuentra en París, lo que históricamente consolidó al francés como lengua

Desde finales de los años 90, y teniendo en cuenta los proyectos colaborativos de innovación desarrollados en Europa, se puede apreciar el liderazgo de un mayor número de países, incluido España.

1. LA INNOVACIÓN DEL FERROCARRIL EN EL CONTEXTO EUROPEO

En el modelo ferroviario europeo, un administrador de infraestructuras es una entidad pública que opera en régimen de monopolio, un monopolio de facto, porque no tiene competencia directa. Una empresa ferroviaria, por el contrario, compite con otros operadores en la infraestructura que gestiona el administrador, y todos juntos, administrador y operadores, compiten dentro del mercado del transporte con otros modos, como la aviación civil, la carretera, el vehículo privado, la navegación interior, etc.

En este escenario ha tenido una importancia capital las políticas de apoyo al ferrocarril por el componente de sostenibilidad que le hace destacar con respecto a los demás modos, sobre todo comparado con el avión. La Unión Europea ha venido impulsando programas tecnológicos, por ejemplo, que faciliten el trasvase de tráfico de la carretera al ferrocarril, sobre todo en mercancías. Los corredores europeos, las autopistas ferroviarias y otras iniciativas transnacionales son ejemplos de la implicación de las instituciones europeas en el desarrollo del ferrocarril. Del mismo modo se han promovido programas que mejoren todavía más la descarbonización del sector ferroviario² y aquellos que impulsen la interoperabilidad ferroviaria con el objetivo de migrar a una red europea lo más homogénea posible.

Los costes de estos programas son muy altos, pero se amortizan con el desarrollo económico y el beneficio social que producen. Por otro lado, los costes de no desarrollar el ferrocarril serían más elevados, por ejemplo, en el aspecto ambiental y en la vertebración del territorio. Así, fomentar el ferrocarril es contribuir al futuro de la propia Comisión Europea, la cual ha venido destinando una importante parte del presupuesto comunitario

administrativa y de referencia (de hecho, sus siglas provienen de *Union Internationale des Chemins de Fer*). En el momento de su creación, las potencias ferroviarias europeas eran precisamente Alemania, Francia y Reino Unido, liderando el desarrollo técnico y normativo. De esta manera, junto al francés, el alemán y el inglés también pasaron a ser lenguas oficiales de la organización.

² Si bien el ferrocarril es un modo ampliamente electrificado, hasta 2020 más de un 40 % de las redes europeas continuaban empleando la tracción diésel.

para la investigación, el desarrollo y la innovación del ferrocarril en estas últimas décadas.

La Comisión Europea ha mantenido programas plurianuales de innovación siendo sus objetivos diversos. Más allá de reforzar su posición en el entorno científico y tecnológico y garantizar que los avances tecnológicos se traduzcan en productos viables con auténtico potencial comercial, la Comisión viene planteando desde hace años que la innovación debe abordar los principales problemas sociales, como el cambio climático, el transporte sostenible y la energía renovable. Es aquí donde el ferrocarril ha tenido un papel destacado en los programas de innovación que han venido desarrollándose.

2. LOS PROGRAMAS DE INNOVACIÓN EUROPEOS HASTA 2020

Desde 1984 hasta 2020 la Comisión Europea ha desarrollado ocho programas de innovación plurianuales³ en los que se han contabilizado algo más de 540 iniciativas o proyectos colaborativos entre compañías ferroviarias de distintos países (Tabla 1).

Fue a partir del FP 4 (entre 1994 y 1998) cuando se produjo un fuerte incremento en la ejecución de estos proyectos mientras que el máximo de colaboraciones, con más de 190 iniciativas, se alcanzó en el FP 8 (entre 2014 y 2020).

Tabla 1: Programas marco de innovación en Europa: características y número de proyectos colaborativos ejecutados (totales y específicos del ámbito ferroviario).

Programa	Año de inicio	Año de finalización	Presupuesto total (M€)	Proyectos ejecutados	Proyectos ejecutados en el ámbito ferroviario	Porcentaje sobre el total
FP 1	1984	1987	3.750	3.282	2	0,1
FP 2	1987	1991	5.396	3.884	16	0,4
FP 3	1990	1994	5.700	5.527	15	0,3
FP 4	1994	1998	11.046	14.526	101	0,7
FP 5	1998	2002	13.700	17.206	61	0,4
FP 6	2002	2006	16.700	10.093	59	0,6
FP 7	2007	2013	50.521	25.785	96	0,4
FP 8	2014	2020	77.028	35.389	194	0,5

Fuente: Autor con información de la Comisión Europea.

³ *Programas Marco* o *Framework Programs* (FP)

Con relación a los países que han liderado estas colaboraciones, la Tabla 2 muestra la distribución existente considerando algunos de ellos: Alemania, Francia, Reino Unido y España. El líder o coordinador del proyecto es una empresa que actúa como responsable del proyecto frente a la Comisión Europea y que representa al resto de socios, de la misma o diferente nacionalidad que el líder. Normalmente es también la entidad ideológica del proyecto, siendo experta en la materia.

Tabla 2: Programas marco de innovación en Europa: número de proyectos colaborativos ejecutados en el ámbito ferroviario y países líderes.

Programa	Proyectos ejecutados en el ámbito ferroviario	Porcentaje por programa	Países líderes de los proyectos				
			Alemania	Francia	Reino Unido	España	Resto
FP 1	2	0,4	- (-)	1 (50%)	1 (50%)	- (-)	- (-)
FP 2	16	2,9	2 (13 %)	6 (38 %)	2 (13 %)	1 (6 %)	5 (31 %)
FP 3	15	2,8	3 (20 %)	5 (33 %)	3 (20 %)	1 (7 %)	3 (20 %)
FP 4	101	18,6	16 (16 %)	22 (22 %)	15 (15 %)	7 (7 %)	41 (41 %)
FP 5	61	11,2	14 (23 %)	10 (16 %)	4 (7 %)	3 (5 %)	30 (49 %)
FP 6	59	10,8	13 (22 %)	11 (19 %)	2 (3 %)	3 (5 %)	30 (51 %)
FP 7	96	17,6	7 (7 %)	12 (13 %)	19 (20 %)	6 (6 %)	52 (54 %)
FP 8	194	35,7	29 (15 %)	17 (9 %)	24 (12 %)	44 (23 %)	80 (41 %)

Fuente: Autor con información de la Comisión Europea.

Puede comprobarse como Alemania, Francia y Reino Unido aglutinaron de manera conjunta, más del 50 % del liderazgo de los proyectos hasta el FP 4. En todo este período (1984 a 1998) destaca a su vez el mayor liderazgo francés por número de proyectos.

Desde el FP 5 (entre 1998 y 2002) esta tendencia comenzó a cambiar, especialmente durante la ejecución del FP 8 (entre 2014 y 2020). Durante este programa más del 60 % de los proyectos colaborativos realizados fueron liderados por otros países, destacando el caso de España.

2. 1. El octavo programa de innovación (FP 8): un punto de inflexión en la innovación del ferrocarril

El FP 8, desarrollado entre 2014 y 2020, y al que se denominó «Horizon 2020», marcó un antes y un después en la manera de innovar en el sector ferroviario. Fue en este FP donde se creó la primera empresa común –*Joint Undertaking*– de innovación ferroviaria bajo la denominación «Shift2Rail».⁴

Una *Joint Undertaking* es una estructura de colaboración que asocia a la Comisión Europea con socios industriales de los distintos estados miembros para llevar a cabo investigaciones, desarrollo tecnológico y demostraciones en áreas específicas. Estas asociaciones público-privadas permiten financiar proyectos de innovación de gran envergadura. A diferencia de lo que venía ocurriendo hasta ese momento, donde las empresas solían desarrollar proyectos de innovación aprobados en convocatorias de concurrencia competitiva, en las *Joint Undertaking* los proyectos se desarrollan por los miembros en base a un programa estratégico previamente consensuado con la Comisión Europea.

Uno de los motivos de promover estas empresas de innovación estuvo relacionado con la implementación posterior de las innovaciones tecnológicas –resultados– que hubieran resultado exitosas. En este sentido la Comisión Europea, junto al propio sector, se planteó la manera de cómo realizar una implementación más rápida de estos resultados en el mercado, apostando por la creación de estas estructuras.

A diferencia de las convocatorias tradicionales, los proyectos promovidos en «Shift2Rail» tuvieron mayor enfoque estratégico, mayor número de recursos y un planteamiento más práctico que permitiera adoptar sus resultados en menor tiempo. A todo ello se unió la importancia que este tipo de estructuras dan a la normalización de los resultados, alineándolos con los distintos cuerpos normativos y regulatorios que rigen en los distintos períodos.

De los 194 proyectos ferroviarios contabilizados en el FP 8, «Shift2Rail» desarrolló cerca de 100. El resto se ejecutaron en

⁴ Este tipo de estructura de asociación para la innovación ya venía utilizándose por la Comisión Europea en otros sectores como el aéreo.

convocatorias similares a las que venían empleándose en los programas marco anteriores.

↔Shift2Rail≈ estuvo integrada por 28 miembros, 9 de ellos en calidad de fundadores. En este grupo estaba la Unión Europea como representante institucional, organismos públicos como SNCF (Francia), Network Rail (Reino Unido) y Trafikverket (Suecia), y empresas privadas, tales como las francesas Alstom y Thales, Hitachi STS (Italia), Bombardier y Siemens (Alemania) y la española CAF. Los 19 miembros restantes correspondían a 62 entidades que participaban unas a título individual y otras agrupadas en 7 consorcios, con esta distribución: 14 austríacas, 11 españolas, 11 alemanas, 10 francesas, 4 portuguesas, 2 suizas, 2 de los Países Bajos, 1 finlandesa, 1 italiana, 1 checa, 1 polaca, 1 eslovena, 1 turca, 1 británica y 1 eslovaca.

3. REPASO GENERAL A LOS RESULTADOS ALCANZADOS

Los proyectos ferroviarios de innovación ejecutados en los distintos programas europeos, hasta 2020, han sido de naturaleza muy diversa pero totalmente necesarios para avanzar en el desarrollo tecnológico del ferrocarril. En todos los casos han estado alineados con las estrategias y prioridades sectoriales marcadas por la Comisión Europea en cada momento.

En términos generales sí se han podido identificar ámbitos temáticos comunes en los distintos programas de innovación. La *interoperabilidad* del sistema ferroviario, su *sostenibilidad* –con gran orientación al mejor uso de la energía y a la introducción de nuevos vectores complementarios a la electricidad–, el *trasvase modal de viajeros y mercancías* desde otros modos y la *transformación digital* del sector, han sido los principales ámbitos temáticos estratégicos a lo largo de los años.

En la Tabla 3 se puede consultar cuál ha sido la distribución de proyectos colaborativos de innovación desarrollados en las diferentes temáticas referidas.

Tabla 3: Programas marco de innovación en Europa: número de proyectos colaborativos ejecutados en el ámbito ferroviario según diferentes ámbitos temáticos.

Programa	Interoperabilidad		Sostenibilidad	Trasvase modal	Digitalización	Otros
	ERTMS	Otros				
FP1	-	-	1	1	-	-
	(-)	(-)	(50 %)	(50 %)	(-)	(-)
FP2	1	1	-	-	2	12
	(6 %)	(6 %)	(-)	(-)	(13 %)	(75 %)
FP3	-	1	1	1	5	7
	(-)	(7 %)	(7 %)	(7 %)	(33 %)	(47 %)
FP4	7	8	11	12	20	43
	(7 %)	(8 %)	(11 %)	(12 %)	(20 %)	(43 %)
FP5	-	4	6	10	17	24
	(-)	(7 %)	(10 %)	(16 %)	(28 %)	(39 %)
FP6	1	3	10	10	6	29
	(2 %)	(5 %)	(17 %)	(17 %)	(10 %)	(49 %)
FP7	3	9	7	12	24	41
	(3 %)	(9 %)	(7 %)	(13 %)	(25 %)	(43 %)
FP8	12	18	22	22	68	52
	(6 %)	(10 %)	(11 %)	(11 %)	(35 %)	(27 %)

Fuente: Autor con información de la Comisión Europea.

3. 1. Resultados destacables obtenidos en el ámbito de la *Interoperabilidad*

A mediados de los años 90 la interoperabilidad ferroviaria se postuló como uno de los objetivos estratégicos del ferrocarril europeo. Debe destacarse que aun siendo un aspecto que ha avanzado notablemente desde entonces, todavía no es una realidad completa.

La interoperabilidad se puede definir como la capacidad del sistema ferroviario para permitir la circulación segura e ininterrumpida de trenes en un ámbito determinado. Particularizando al caso de las distintas redes de la Unión Europea, la interoperabilidad ha sido la base para el desarrollo de un gran número de reformas en el sector ferroviario comunitario. Con objeto de crear un área ferroviaria europea única, con fluidez en la operación de trenes transfronterizos, la Unión Europea decidió imponer la armonización de las interfaces y subsistemas técnicos por medio de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI).

A nivel práctico, uno de los ejemplos que siempre se ha considerado es la variabilidad de sistemas de protección del tren existentes en los distintos países europeos antes de poner en práctica esta interoperabilidad.

Para conseguir eliminar esta situación fue necesario establecer un nivel mínimo de armonización técnica para lo cual se publicó la ETI de control, mando y señalización. En ella se establecieron los requisitos técnicos del nuevo sistema de señalización interoperable europeo, denominado \leftrightarrow ERTMS \approx (acrónimo de *European Rail Traffic Management System*). Desde ese momento este sistema tendría que ser instalado en todas las nuevas líneas ferroviarias e incluso en algunas existentes.

De forma previa, en el desarrollo del \leftrightarrow ERTMS \approx tuvieron un papel fundamental los distintos programas marco de innovación, en los que se ejecutaron 24 proyectos de colaboración referidos al diseño y validación del sistema. Entre estos proyectos se puede citar \leftrightarrow EUROSIG \approx del FP 4, \leftrightarrow EATS ETCS \approx del FP 7 y \leftrightarrow X2RAIL \approx del FP 8.

Por su notoriedad, cabe destacar el proyecto de innovación colaborativo \leftrightarrow EMSET \approx ⁵ (acrónimo de *European Madrid – Sevilla Eurocab Test*) ejecutado en el FP 4. Liderado por España a través del Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), se creó para atender la solicitud de la Comisión Europea de realizar ensayos cruzados a escala real con los que se demostrara la viabilidad de la interoperabilidad de los principales elementos constituyentes del nuevo sistema. El consorcio se formó con las compañías de señalización europeas inmersas en el desarrollo del \leftrightarrow ERTMS \approx , más Renfe. El proyecto, que se extendió entre los años 1994 y 2000, tuvo que diseñar y construir diferentes bancos de ensayo para la verificación de la interoperabilidad de los primeros prototipos de la denominada *eurobaliza* y la *antena BTM*. Adicionalmente se tuvieron que realizar ensayos cruzados en laboratorio entre prototipos de estos elementos de suministradores diferentes y se realizaron ensayos a escala real en la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla. Fue aquí donde se realizaron las primeras comprobaciones reales de captación entre las antenas BTM, instaladas en una locomotora de Renfe, y las eurobalizas situadas en varios puntos de un tramo de pruebas. De aquí surgió la primera versión de la especificación de los requisitos técnicos del sistema (SRS versión 2.0.0).

Más allá de la interoperabilidad asociada al \leftrightarrow ERTMS \approx , se promovieron proyectos en otros campos tecnológicos con el objetivo de homogeneizar y normalizar, mediante la cooperación internacional entre los diferentes países, las distintas redes ferroviarias. Entre estos campos

⁵ <https://cordis.europa.eu/project/id/RA-96-SC.0120>

se podrían destacar el de las telecomunicaciones (destacando los proyectos ↔5GRAIL≈ y ↔MISTRAL≈ en el FP 8), el de la compatibilidad electromagnética (proyecto ↔EMC-ARTS≈ del FP 5, ↔RAILCOM≈ del FP 6 o ↔EUREMCO≈ del FP 7), el de la superestructura de vía (proyecto ↔SUPERTRACK≈ del FP 5, ↔INNOTRACK≈ del FP 6 o ↔CAPACITY4RAIL≈ del FP 7) o el de la aerodinámica ferroviaria.

En este último caso, por su relevancia y resultados obtenidos, debe citarse el proyecto de innovación colaborativo ↔AEROTRAIN≈⁶ (acrónimo de *AERO*ynamics *Total Regulatory Acceptance for the Interoperable Network*), desarrollado entre los años 2009 y 2012. En él varias compañías ferroviarias europeas actualizaron las investigaciones relacionadas con los diferentes efectos aerodinámicos producidos cuando un tren circula a alta velocidad. Un aspecto novedoso de este proyecto se refirió a los estudios y ensayos reales realizados para analizar y caracterizar el efecto de vuelo de las partículas de balasto cuando se circula a más de 300 km/h.

3. 2. Resultados destacables desarrollados en el ámbito de la Sostenibilidad

La sostenibilidad del transporte ha sido desde hace décadas un objetivo estratégico compartido en las distintas políticas y programas de la Comisión Europea. El ferrocarril, si bien es el medio más eficiente desde un punto de vista energético y de emisiones, no ha querido descuidar su ventaja competitiva frente a otros modos en este ámbito.

En este sentido, desde hace décadas las compañías ferroviarias han venido innovando para fomentar una mayor eficiencia energética y una mejor aportación contra el cambio climático. En los distintos programas marco de innovación muchas de estas compañías han desarrollado proyectos que mejoraran el aprovechamiento de la energía consumida por los trenes, convergiendo a nuevas arquitecturas en las redes de tracción y en los propios vehículos ferroviarios. Proyectos como ↔RAILENERGY≈ en el FP 6 han contribuido a realizar un análisis holístico y detallado de todo el sistema energético ferroviario, proponiendo innovaciones para optimizar su consumo energético. Posteriormente, ya en el FP 7, el

⁶ <https://cordis.europa.eu/project/id/233985>

proyecto ↔MERLIN≈ asentó las bases técnicas sobre las que desarrollar futuras redes eléctricas ferroviarias *inteligentes*.

La actividad aquí concentrada también ha estado orientada en la identificación y desarrollo de vehículos ferroviarios que usasen nuevos vectores energéticos en sustitución de la tracción diésel convencional. De manera preponderante aquí han existido diversos proyectos para el empleo del hidrógeno en la tracción ferroviaria. Destacan los proyectos colaborativos ↔HYRAIL≈ del FP 6 y ↔FCH2RAIL≈ del FP 8.

3. 3. Resultados destacables desarrollados en el ámbito de la Digitalización

Desde 2000 el sector ferroviario europeo viene experimentando una auténtica revolución digital⁷ que se ha traducido en el desarrollo de un gran número de proyectos colaborativos en los distintos programas marco de innovación. En la Tabla 3 puede observarse que, a excepción del FP 6, donde se produjo una disminución significativa del número de proyectos, en el FP 4, FP 5 y FP 7 este número sí ha sido representativo. En el FP 8 llegó incluso a triplicarse en términos aproximados.

El mantenimiento de la infraestructura ferroviaria ha sido uno de los ámbitos más importantes en los que se ha potenciado esta digitalización, identificándose un gran número de colaboraciones. Teniendo en cuenta que este mantenimiento absorbe el mayor porcentaje del presupuesto destinado a la explotación del servicio ferroviario, las compañías han priorizado la actividad en esta materia, viendo en la digitalización un aliado necesario. ↔Shift2Rail≈ concluyó que el envejecimiento de la infraestructura representaba en gran medida una de las causas de este gasto masivo. Pero otro aspecto que influía estaba relacionado con las carencias detectadas con relación al empleo de sistemas que permitieran la recopilación y la gestión de la información que es necesaria considerar para una mejor planificación del mantenimiento a efectuar. Esta situación, se concluyó, podría mejorarse incorporando a los procesos productivos las nuevas tecnologías de la información así como nuevas técnicas de análisis de la información, tendiendo paulatinamente a un mantenimiento predictivo o basado en la condición.

⁷ Comparable a lo que en su momento representó la introducción de la locomotora de vapor o la tracción eléctrica en el sistema.

Proyectos de innovación como \leftrightarrow OPTIRAIL \approx , del FP 7 o \leftrightarrow ASSETS4RAIL \approx e \leftrightarrow IN2SMART2 \approx del FP 8, son ejemplos de colaboraciones empresariales que permitieron iniciar, y desarrollar en su caso, los planteamientos anteriores.

CONCLUSIONES

La colaboración en innovación tecnológica entre distintas empresas ferroviarias europeas es un aspecto característico del sector en las últimas décadas. Esta colaboración ha estado muy ligada a los programas marcos de innovación promovidos por la Comisión Europea (conocidos coloquialmente como *Framework Programs* o FP) desde mediados de los años 80 del siglo pasado (del FP1, iniciado en 1984, al FP 8, finalizado en 2020). Se ha podido concluir que fue a partir de los años 90 cuando la colaboración comenzó a ser verdaderamente representativa. El objetivo fue siempre abordar planteamientos y estrategias comunes sobre los distintos retos tecnológicos del sector y desarrollar de manera conjunta nuevas soluciones tecnológicas para el ferrocarril.

La evolución experimentada en la manera de colaborar es un aspecto para tener en cuenta en el análisis planteado. En este sentido, se ha partido del desarrollo de proyectos específicos en los que diferentes empresas asociadas competían con otras para la financiación y desarrollo de un proyecto de la misma naturaleza, a la creación de empresas conjuntas de innovación –*Joint Undertaking*– formadas por compañías públicas y privadas y la propia Comisión Europea.

Uno de los motivos de promover estas empresas de innovación estuvo relacionado con la implementación posterior de los resultados que hubieran resultado exitosos. En este sentido la Comisión Europea, junto al propio sector, se planteó la manera de cómo realizar una implementación más rápida y efectiva de dichos resultados en el mercado, apostando por la creación de estas estructuras.

En el FP 8 se creó la primera empresa común de innovación ferroviaria bajo la denominación \leftrightarrow Shift2Rail \approx . A diferencia de las convocatorias tradicionales, los proyectos promovidos en \leftrightarrow Shift2Rail \approx tuvieron mayor enfoque estratégico, mayor número de recursos y un planteamiento más práctico que permitiera adoptar sus resultados por el mercado en un menor tiempo. A todo ello se unió la importancia que este

tipo de estructuras daban a la normalización de los resultados de la innovación, alineándolos con los distintos cuerpos normativos y regulatorios que regían en los distintos períodos.

Otro aspecto que también es interesante analizar en la colaboración realizada por las empresas ferroviarias europeas se refiere a los países que han liderado los distintos proyectos e iniciativas. Este liderazgo ha evolucionado a nivel geográfico. Si bien puede afirmarse que entre 1984 y 1998 fueron las compañías ferroviarias de Alemania, Francia y Reino Unido las que más proyectos lideraron, desde finales de los años 90 se ha podido apreciar el liderazgo de un mayor número de países, incluido España.

Respecto a los resultados obtenidos en todos estos proyectos, han sido muy diversos. Sí se identifican ámbitos temáticos comunes en los distintos programas de innovación puestos en marcha por la Comisión Europea. La interoperabilidad del sistema ferroviario, su sostenibilidad, el trasvase modal de viajeros y mercancías desde otros modos y la transformación digital del sector, han sido ámbitos estratégicos en todos ellos. Desarrollos como el sistema de protección \leftrightarrow ERTMS \approx , el concepto de \leftrightarrow red eléctrica ferroviaria inteligente \approx o el nuevo \leftrightarrow mantenimiento ferroviario predictivo \approx son ejemplos concretos de resultados derivados de la colaboración empresarial entre las empresas ferroviarias europeas.

BIBLIOGRAFÍA

Tamarit Rodríguez, Jaime e Iglesias, J.I. (2017). “El liderazgo del CEDEX en el despliegue de la red europea ferroviaria interoperable”, en *Revista de Ingeniería Civil*, no 187, Madrid, CEDEX, pp. 103-108.

Martínez, José Conrado (2018). “La transformación digital de la infraestructura ferroviaria”, en *Revista de Obras Públicas (ROP)*, Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, no 3601, pp. 84-90.

European Rail Research Advisory Council (ERRAC) (2017), “Rail 2050 vision. Rail - the backbone of Europe’s Mobility”.

La colaboración europea de las empresas ferroviarias en materia de innovación tecnológica desde finales del siglo XX: repaso a su evolución y a los resultados alcanzados 15

Martínez, José Conrado (2015). “Repaso general y perspectiva tecnológica futura de la infraestructura de tracción ferroviaria (I)”, en *Revista Vía Libre Técnica*, no julio 2025, pp. 17-34.

Comisión Europea (2011). “Libro blanco. Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible.