

JORNADA, DEBATE PÚBLICO ¿QUÉ TREN NECESITAMOS EN NAVARRA? EL PAPEL DEL FERROCARRIL EN LA ESTRATEGIA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

Texto, tablas y gráficos: Ricard Riol Jurado, presidente e Ingeniero Técnico de Obras Públicas de la Asociación para la Promoción del Transporte Público

Mapas: Xavier Lujan Calvo, técnico de movilidad y geógrafo de la Asociación para la Promoción del Transporte Público

28 de febrero de 2013

Tablas y gráficos anexados al final del documento

Nota: algunas informaciones e infografías forman parte de un trabajo de diagnosis y propuestas en elaboración, que será presentado a mitad de 2013.

1. RELACIÓN ENTRE MOVILIDAD, CUOTA MODAL Y ECONOMÍA.

En términos globales se puede afirmar que el crecimiento económico europeo de los últimos años ha llevado consigo un incremento de movilidad en viajeros-kilómetro y toneladas-kilómetro prácticamente proporcional al del PIB, contando todos los medios de transporte (Ver gráfico 1). La carretera ha sido el modo dominante de transporte en Europa, tanto para viajeros en coche (Ver gráfico 2 para UE-15), como para mercancías en camión (Ver gráfico 3 para UE-15). Este hecho ha desencadenado conocidas externalidades sobre la sociedad y el medio ambiente en forma de cambio climático, contaminación local, accidentes y congestión. Desde hace años también se está demostrando cierto desacople entre desarrollo económico y movilidad, y entre movilidad y uso de la carretera en los países más avanzados. En efecto, al analizar el uso del coche y del transporte público (ferrocarril y autobús) en relación a la población y al PIB (Ver gráficos 4 y 5 para UE-27), se constatan grandes diferencias más relacionadas con causas territoriales y políticas de transporte que con niveles de desarrollo económico. También se puede constatar cómo los países con mayor uso del transporte público por habitante no son necesariamente los de menor uso del turismo por habitante ni viceversa (Ver gráfico 6). Entre los estados con mayor uso del transporte público encontramos realidades tan diferentes como Turquía, Hungría, República Checa, Austria y Suiza. Por el lado contrario, entre los de mayor uso del transporte privado se encuentran Islandia, Reino Unido y Noruega por un lado; y Eslovenia y Lituania por el otro. La razón que explica estas diferencias no es única, pero está bastante relacionada con la dotación infraestructural (políticas de transporte) y otros fenómenos territoriales. El uso del transporte por carretera está más relacionado con la dotación viaria (Ver gráfico 9) que el uso del tren con la dotación ferroviaria (Ver gráfico 10). En el segundo caso aspectos como la política tarifaria y oferta de servicios tienen un peso bastante más elevado que en los trasportes por carretera.

“Mientras existe una relación muy directa entre desarrollo económico y la demanda de movilidad, no existe relación lineal alguna entre desarrollo económico y cuota modal. La movilidad sostenible es sensible a la política de infraestructuras y servicios, no al PIB.”

2. POLÍTICA DE INFRAESTRUCTURAS Y CUOTA MODAL FERROVIARIA EN ESPAÑA.

España es un país de récords en materia de infraestructuras del transporte. El volumen de obras públicas del Ministerio de Fomento generado durante los años de bonanza económica es uno de los hitos más llamativos

de la historia reciente de España. Este gran esfuerzo constructor ha requerido una inversión desde el 0,5%-0,6% del PIB en los años 80, hasta llegar al 1,7%-1,8% del PIB en los años de máxima bonanza económica, el doble de la media europea. Fruto de este esfuerzo España hoy presume de ser el segundo país del mundo, tras China, en kilómetros de alta velocidad ferroviaria; además de ser el primer país europeo en kilómetros de autopistas libres de peaje y autovías y disponer de un gran número de aeropuertos deficitarios (prácticamente uno por provincia). Son récords en infraestructuras cuyo **impacto en la movilidad** ha sido directo:

- El uso del ferrocarril de pasajeros en España es muy discreto, apenas un 7% de los viajeros-kilómetro en 2008 (ver gráfico 9). El autobús y autocar prácticamente doblan el uso del ferrocarril, con una cuota del 13%. En su conjunto, con un 21% de cuota modal, el uso del transporte público en España es significativo en comparación con la Unión Europea.
- España dispone de la peor cuota de mercancías transportadas por ferrocarril de la Unión Europea: un 4% de todas las toneladas-kilómetro (ver gráfico 10).

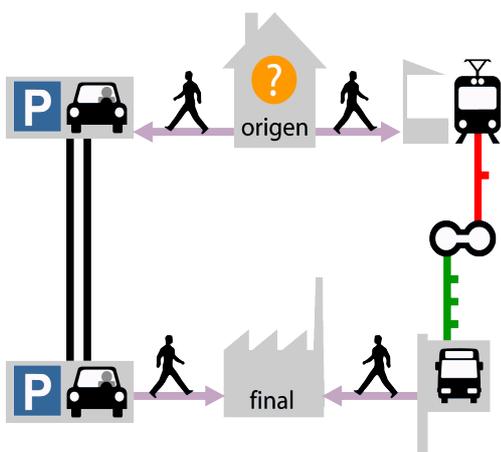
Al comparar la **evolución de las infraestructuras y sus usuarios** en España se puede constatar que todos los modos crecen excepto el ferroviario de mercancías; y entre los que crecen la carretera lo hace con más intensidad. La influencia de la política de infraestructuras y de fomento de la automoción de las últimas décadas han tenido un gran impacto sobre la demanda final:

- **Carreteras.** Entre 1990 y 2005, la red viaria de alta capacidad ha duplicado su extensión a la par que los viajeros-kilómetro se han multiplicado por dos (ver gráfico 11) y las toneladas-kilómetro en camión por 2,5 (ver gráfico 13). Además de nuevas infraestructuras que acortan tiempo, distancias y costes para los usuarios directos; se han aplicado incentivos fiscales para la adquisición de nuevos vehículos (ver gráfico 12) y no se han internalizado los costes indirectos de la carretera (cambio climático, contaminación, accidentes, congestión, etcétera). El relativo bajo precio de los carburantes y la liberalización del sector del camión han hecho el resto. A partir de 2009, como consecuencia de la crisis, la demanda de toneladas-kilómetro disminuye drásticamente (ver gráfico 13) pero la red viaria de alta capacidad sigue creciendo.
- **Ferrocarriles.** Entre 1990 y 2005 se inicia la red de alta velocidad en España como una red separativa de uso exclusivo para viajeros. La muy alta velocidad ha sido protagonista indiscutible de las inversiones en ferrocarril en las últimas décadas, pese a que sus viajeros-kilómetro representan sólo 25% de la demanda total (ver gráfico 14). La red de alta velocidad permitió alcanzar el récord histórico de pasajeros de largo recorrido en 2009, batiendo ligeramente la marca anterior de 1984 sobre la red convencional y superando la grave crisis posterior de este servicio (ver gráfico 15). En el ferrocarril de largo recorrido se ha producido además un cambio en el perfil de cliente, captándose más tráfico del avión gracias a la alta velocidad y perdiéndose numerosos viajeros en favor del autocar debido a la política de tarifas ferroviaria. Aún así, el crecimiento del ferrocarril ha sido bastante menor que el de la carretera en viajeros (ver gráfico 16) y en mercancías (gráfico 17) y sobre bases ya de por sí bajas. En el caso del transporte ferroviario de mercancías se transporta un 30% menos en 2009 respecto a 1990, pese al proceso liberalizador y el efecto “descongestionador” de la alta velocidad sobre la red ferroviaria convencional por la que circulan las mercancías.
- **Transporte público (bus + tren).** Entre 1990 y 2009, el peso del transporte público en lo que respecta a cuota modal varía muy poco, entre el 19 y 23% de la demanda total en viajeros-kilómetro (gráfico 18) con un peso preponderante del autobús y autocar (2/3 de todo el transporte público), que es el modo de transporte público que más ha crecido respecto a 1990.

“El gran fracaso de los récords en infraestructuras de España ha sido promocionar simultáneamente todos los modos de transporte sin una estrategia ambiental y social, y valorar las obras públicas en sí mismas y no por sus objetivos”

3. REFERENCIAS EXITOSAS DEL FERROCARRIL

Resulta de gran utilidad iniciar un chequeo sobre el ferrocarril a partir de la comparación de las macrocifras de demanda entre países ejemplares (ver gráficas 19 y 20). **Japón** es el máximo referente mundial, con una representatividad del 32% de los viajeros-kilómetro (incluyendo transportes ferroviarios urbanos). Además de su cuota modal, Japón es el tercer país del mundo en valor absoluto de transporte de pasajeros-kilómetro, 404 mil millones en 2007, valor sólo superado por India y China. En Japón la red ferroviaria está fuertemente especializada en transporte público de pasajeros. En el continente europeo **Suiza** es el máximo exponente del transporte ferroviario, con un 20% de todos los viajeros-kilómetro (incluyendo transportes ferroviarios urbanos) y del 40% en toneladas-kilómetro. Suiza tiene una red ferroviaria unitaria, mezclándose los flujos de viajeros locales, de largo recorrido y mercancías en las mismas líneas convenientemente adaptadas (vía doble, triple o cuádruple) y un control de la fiabilidad y puntualidad extraordinarios. Además Suiza ha priorizado su sistema ferroviario a nivel confederal, siendo objeto de protección incluso a nivel de Constitución y estableciéndose un sistema de financiación cruzada que capta fondos de la carretera (sistema originario de Euroviñeta).



Además de Suiza; Francia, Suecia, Austria, Alemania, Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Italia, Hungría, Finlandia, Luxemburgo, Noruega y República Checa también superan la intensidad de uso del ferrocarril de España, donde se produce el récord de kilómetros en alta velocidad (ver gráfico 21). La clave del éxito del ferrocarril en estos países no se puede explicar únicamente por su dotación de infraestructuras, expresada en las macrocifras de Eurostat. Para que el ferrocarril responda a las expectativas de los pasajeros debe ser competitivo en términos de **coste generalizado** frente a sus modos de transporte competidores, que según la escala serán el avión, el coche, el autocar o el autobús.

Conceptos que forman el coste generalizado		Transporte público	Transporte privado
TIEMPO (usuario)	Tiempo de acceso al sistema	Ubicación de las estaciones o paradas	Ubicación del aparcamiento
	Tiempo a bordo del vehículo*	Prestaciones tren/bus e infraestructura	Prestaciones coche e infraestructura (congestión?)
	Tiempo de espera*	Frecuencia	0
	Tiempo de trasbordos*	Intermodalidad	0
COSTE PERSONAL "OUT OF POCKET" (usuario)		Tarifa. Según UE, subvencionable sólo en los ámbitos metropolitanos, Cercanías y regionales. En larga distancia / alta velocidad las tarifas incluyen todos los costes de mantenimiento.	Vehículo propio o compartido: Combustible, aparcamiento, peajes, mantenimiento y amortización*** del vehículo, tasas, impuestos, etcétera. Tarifa en caso de servicio de carsharing, coche de alquiler o taxi.
COMODIDAD (usuario)		Facilidad para obtener información de la cadena modal, pago de tarifas, prestaciones del asiento, servicios a bordo, menor estrés y percepción de riesgo, aprovechamiento del tiempo de viaje.	Facilidad para obtener información de aparcamiento y tráfico, pago de servicios, prestaciones del asiento, etcétera.
COSTE REAL** (usuario + administración)		<i>Subvención pública para cubrir costes operativos de de construcción y mantenimiento de infraestructura</i>	
		<i>Construcción de nuevas líneas Mantenimiento</i>	<i>Peajes a la sombra, peajes subvencionados, autovías libres de peaje, red de carreteras y caminos</i>

(*) Factores a descomponer en caso de desplazamientos con trasbordo

(**) Factores que no influyen en la elección modal a menos que se internalizen

(***) Generalmente los usuarios no contabilizan la amortización, que es el más importante de todos los costes del vehículo privado.

Un repaso a los servicios con mayor demanda de Renfe Operadora (ver tablas 22) nos da idea de que la demanda, además de depender de criterios demográficos y de movilidad generada por el territorio, es muy sensible a la cantidad y calidad del servicio ofrecido, especialmente en cuanto a **rapidez, frecuencia, intermodalidad, accesibilidad y precio**. Como se puede ver en la tabla adjunta, la demanda de usuarios por habitante y año es muy dispar, generalmente decreciente cuanto mayor es la población. Al comparar ciudades similares en población y flujos de movilidad, como son Tarragona y Reus, se puede comprobar cómo la demanda del tren regional es altamente sensible a la frecuencia de paso y a los tiempos de viaje.

Estación	Trenes al día (por sentido)	Tiempo de recorrido hasta Barcelona	Diferencia con el coche	Viajeros por habitante y año
TARRAGONA	41	1 hora	-14 minutos	13,76
REUS	17	1 hora y 25 minutos	-3 minutos	6,88

Asimismo, también se puede comprobar la importancia de una estación céntrica y una política ajustada de precios para ofrecer un buen servicio de viajeros en el ámbito regional. El trayecto entre la estación de Camp de Tarragona y Barcelona, cuenta con una ocupación media de apenas 15 viajeros por trayecto, pese a ser un servicio de alta velocidad; mientras que el trayecto por vía convencional tiene una ocupación 10 veces superior.

La adaptación de líneas convencionales a velocidad alta (160-200 km/h), que es la principal actuación para mejorar la velocidad de los trenes en Europa, también es efectiva para generar un ferrocarril competitivo con la carretera y comporta las siguientes ventajas:

- Menores costes de construcción y mantenimiento
- Mayor aprovechamiento de las mejoras de velocidad, además del largo recorrido, en regionales y en Cercanías
- Compatibilidad con el tráfico de mercancías

El servicio Euromed, entre València y Barcelona, es una buena demostración de actuación económica para mejorar un corredor en todos sus servicios a un coste relativamente bajo.

Importancia de los atributos según el tipo de servicio ferroviario.

	Ámbito	Velocidad comercial deseable	Rapidez	Frecuencia	Intermodalidad ad transporte público	Accesibilidad
Metropolitano	<25 km	>25 km/h	+	+++	+++	+++
Cercanías	25-50 km	> 50 km/h	++	+++	+++	+++
Regional	50-150km	> 75 km/h	++	++	++	++
Largo recorrido	>150 km	> 100 km/h	+++	+	++	+

“En España se ha sobrevalorado la alta velocidad en detrimento de conceptos como la competitividad relativa con al carretera, la frecuencia de paso, la intermodalidad, la accesibilidad al servicio o las tarifas”

4. NUEVOS CRITERIOS PARA UN FERROCARRIL MÁS COMPETITIVO

Tras el PIT (Plan de Infraestructuras del Transporte 2000-2007) y el PEIT (Plan Estratégico de Infraestructuras del Transporte 2005-2020) el nuevo PITVI (Plan de Infraestructuras del Transporte y Vivienda 2012-2024) del Ministerio de Fomento vuelve a superar en objetivos infraestructurales lo que ya son récords mundiales:

- Continúa ampliando la red de alta velocidad, la más extensa del mundo tras China
- Continúa ampliando la red de autopistas y autovías, que ya es la más grande de Europa
- Continúa fomentando un modelo aeroportuario centralizado e hipersubvencionado con prácticamente un aeropuerto por provincia.

Considerando la situación económica actual, y tras unos resultados modestos de los macroplanes anteriores, **es hora de replantear los viejos planes de infraestructuras y avanzar hacia un plan de servicios de movilidad al estilo europeo.**

Modelo antiguo 1º Planteamiento infraestructural 2º Acomodación del servicio a la infraestructura	Modelo propuesto 1º Planteamiento de servicio 2º Adaptación de infraestructura al servicio
<ul style="list-style-type: none"> • AVE para todas las provincias • Prioridad por situar cada capital de provincia a menos de 4 horas de Madrid Red radial • Planificación de nuevas líneas (inversión en infraestructuras por provincia) • Nuevas líneas punto a punto 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte público metropolitano y regional • Prioridad por la competitividad con el vehículo privado en la movilidad cotidiana • Mallado regional • Planificación de objetivos ambientales y sociales a través de la mayor participación del ferrocarril en la movilidad • Máximo aprovechamiento de la red actual: convencional y de alta velocidad
<ul style="list-style-type: none"> • Tren esporádico origen – destino • Red de alta velocidad / convencional • Tarifación según servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Red cadenciada integrada • Red ferroviaria con tramos de alta velocidad • Tarifación integrada con suplementos puntuales
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo en base a la demanda actual • Lista negra de líneas de baja demanda • Reducción del déficit • Eliminación de trenes con baja ocupación 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de oferta • Lista blanca de líneas a potenciar • Mejora de la productividad • Adaptación de los trenes a la demanda
<ul style="list-style-type: none"> • Integración urbana = soterramiento o expulsión del casco urbano • Facilidad para aparcar en la estación • Park & Ride 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración urbana = mejora de la permeabilidad transversal o tranviarización • Facilidad dejar el coche en casa • Intermodalidad con vehículo privado y con transporte público

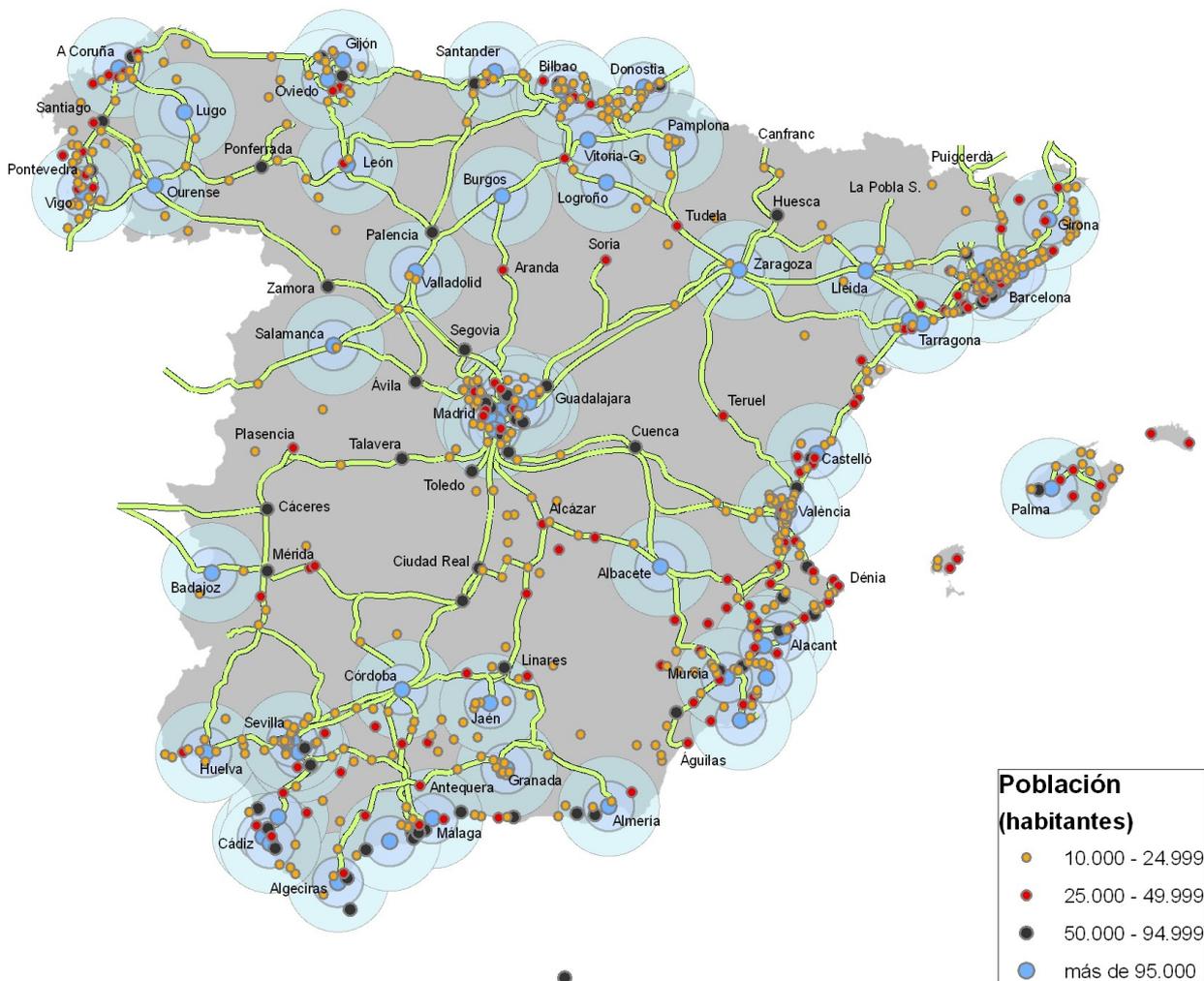
Fuente: elaboración propia

4.1. Identificar los principales flujos de movilidad y las prestaciones que el ferrocarril puede ofrecer en los mismos, atendiendo a múltiples criterios. A efectos territoriales, la península ibérica es uno de los grandes desiertos demográficos del centro y sur Europa. Sus cerca de 50 millones de habitantes se distribuyen muy heterogéneamente por el territorio. La población española es fundamentalmente urbana y se distribuye a lo largo de la costa, principalmente en el **Corredor Mediterráneo y Atlántico-Cantábrico** y, en la meseta, concentrada en las grandes ciudades de Madrid y Zaragoza, y en la red de **ciudades del cuadrante noroeste y eje de Guadalquivir**. Conviene señalar también la elevada densidad de población isleña, especialmente en **Mallorca, Gran Canaria y Tenerife**.

La red ferroviaria tiene una estructura fundamentalmente radial y no siempre resigue eficazmente las principales distribuciones de población más allá de los ámbitos de Cercanías. La población ubicada en el Corredor Mediterráneo no dispone de conexiones ferroviarias básicas en la Costa del Sol, Costa Tropical, Costa de Almería y Costa Cálida. En el resto del corredor se producen importantes estrangulamientos. En el Corredor Atlántico-Cantábrico, sólo se dispone de una conexión rápida en el tramo Santiago – A Coruña, siendo el resto dotado de ferrocarril de vía estrecha cuya eficiencia está exclusivamente limitada a los enlaces de cercanías, sin competitividad para el tráfico regional y de largo recorrido. En las islas más pobladas sólo existe red ferroviaria en Mallorca y un fuertemente demandado tranvía interurbano en Tenerife.

Las mejores conexiones ferroviarias son de tipo radial y enlazan las mayores áreas metropolitanas de España con Madrid (excepto insulares) y, en menor medida, las provincias andaluzas y castellano-leonesas del cuadrante noroeste de la meseta.

Ciudades de más de 10.000 habitantes en España y trazas ferroviarias.



Fuente: elaboración propia.

Se hace precisa una nueva propuesta metodológica para la potenciación del uso del ferrocarril en España atendiendo especialmente a la movilidad cotidiana. Por ello se plantea priorizar un plan de servicios frente a los viejos planes de infraestructuras, y plantea infraestructuras sólo cuando sean necesarias por razones demográficas y de competitividad con la carretera. Para establecer una jerarquía en las actuaciones, ya sean de servicio o de infraestructura, se analiza toda la información generada en un apartado de diagnóstico de este plan:

- Índice de accesibilidad de todas las estaciones de la red
- Población residente alrededor de los ejes ferroviarios actuales

- Aptitud de las infraestructuras actuales (dotación de vía doble, electrificaciones y parámetros de trazado a partir de la velocidad comercial máxima).
- Competitividad para el servicio ferroviario según 3 ámbitos:
 - largo recorrido: en comparación con la carretera y el avión
 - regional: en comparación con la carretera
 - metropolitano: según velocidades comerciales (el tiempo de viaje por carretera es poco representativo)

4.2. Plantear objetivos de participación del ferrocarril en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación urbana, accidentes, horas de congestión y costes económicos para la movilidad personal. Deben ser cuantificados unos objetivos sociales y ambientales y modelar una oferta de servicios y de infraestructuras capaz de satisfacerlos.

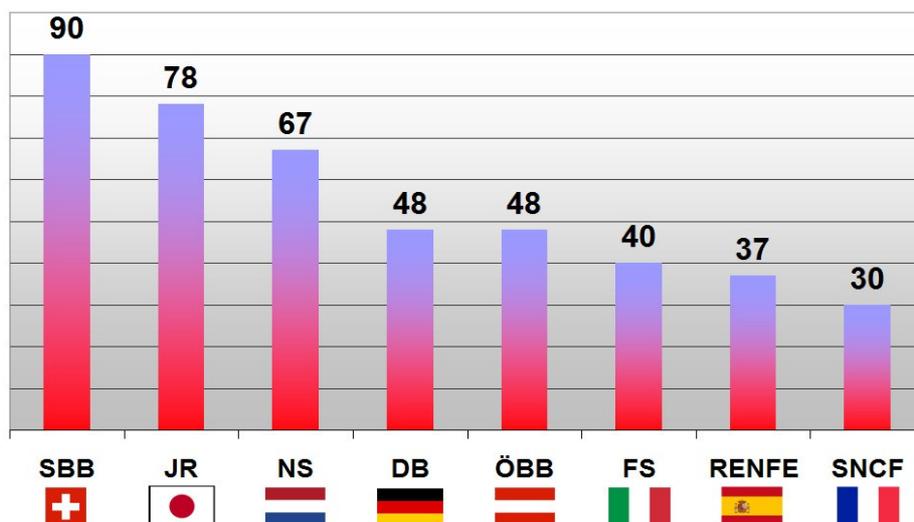
4.3. Mejorar el nivel de servicio (frecuencia) mediante un horario cadenciado integrado. Es preciso llamar la atención sobre un hecho característico del ferrocarril regional y de largo recorrido español, y es el bajo nivel de servicio fuera de algunos núcleos de Cercanías y con la única excepción de la red de regionales en Cataluña, Costa Atlántica, Valle del Guadalquivir y Toledo – Madrid (ver gráficos 23 y 24). Un estudio pionero, a presentar en la primera mitad de año, pondrá de relieve los siguientes indicadores de 2011:

- El 18% de la red ferroviaria ofrece menos de 4 trenes diarios por sentido
- El 45% de la red ferroviaria ofrece menos de 8 trenes diarios por sentido; es decir, tiene tiempos de espera superiores a las dos horas.
- La frecuencia media ofrecida en toda la red es de 18,72 circulaciones diarias.
- Líneas ferroviarias regionales con alta demanda potencial se encuentran totalmente infrutilizadas, como por ejemplo Murcia – Cartagena o A Coruña – Ferrol

Año 2009	OFERTA	DEMANDA	
	Kilómetros de alta velocidad (>250 km/h)	Km realizados en tren por hab. (año 2009)	Cuota ferroviaria (año 2009)
España	2.200	469 km / hab.	7%
Francia	1.800	1.222 km / hab.	11%
Italia	1.300	803 km / hab.	6%
Alemania	1.030	1.005 km / hab.	9%
Suiza	35	2.122 km / hab.	18%

Gráfico XX. Elaboración propia a partir de Wikipedia y Eurostat.

Trenes – km por kilómetro de infraestructura



Aprovechamiento de las infraestructuras ferroviarias.
Fuente: Pla Tren 2014. Pau Noy Serrano.

Se propone adoptar en España un sistema cadenciado integrado como en el pasado hicieron Bélgica, Holanda, Dinamarca, Finlandia, Alemania, República Checa, Portugal, Marruecos y Austria. (ver anejo 26)

4.3. Mejorar la velocidad comercial, sin pasar necesariamente por la muy alta velocidad. Conviene estudiar las prestaciones de la red ferroviaria en los principales nodos de población y personalizar soluciones de mejora de la competitividad que no siempre equivaldrán a una línea de alta velocidad, como plantea el PITVI. De los 144 tramos regionales de Renfe, FGV y FEVE que hemos estudiado, se han encontrado los siguientes indicadores:

- El 60% de las relaciones regionales estudiadas ofrecen unos tiempos de viaje por ferrocarril que no exceden el 15% de los tiempos de viaje por carretera (ver gráfico 25).
- En el 38% de las relaciones estudiadas el tren ofrece un tiempo de viaje inferior a la carretera, incluyéndose relaciones cubiertas por las líneas de alta velocidad y convencional. En el 47% de las relaciones estudiadas el tren supera los 90 km/h de velocidad media.
- La velocidad media de toda la red es 99 km/h.

4.4. Mejorar la accesibilidad a las estaciones e integrar el ferrocarril preferentemente en zona urbana. Tras los mayores ejemplos de éxito en Cercanías y Regionales se encuentran estaciones urbanas que disponen de una amplia accesibilidad en modos de transporte público y a pie y en bicicleta. Tanto es así que el acceso en vehículo privado, tan valorado en los nuevos proyectos ferroviarios, es el modo de acceso al ferrocarril menos utilizado y con menos posibilidades de generar altas demandas en una estación (ver anejo 27)

4.5. Establecer una coordinación entre plan de servicios y plan de infraestructuras en diversas etapas.

	PLAZO INMEDIATO	CORTO PLAZO 2013-2015	MEDIO PLAZO 2014-2020	LARGO PLAZO > 2020
PLAN DE SERVICIOS	Identificación de la prioridad de los corredores ferroviarios con criterios	■ Aplicación del servicio cadenciado integrado sobre las líneas con mayor		■ Ampliación del servicio cadenciado integrado sobre todas las líneas con un

	demográficos y análisis de las prestaciones de la infraestructura para resolver la movilidad cotidiana en el ámbito metropolitano y regional. El tiempo de viaje a Madrid debe dejar de ser el criterio principal.	demanda, priorizando aquellas que ofrezcan mayores prestaciones. ■ Reducción de costes en líneas de débil tráfico		mínimo de demanda, que ya deberían ser competitivas con el vehículo privado.
PLAN DE INFRAESTRUCTURAS		<ul style="list-style-type: none"> ■ Apertura y supresión de apeaderos en desuso ■ Ejecución de interconexiones que maximicen las prestaciones conjuntas de la red convencional y de alta velocidad ■ Planes de Cercanías y metropolitanos ■ Planificación de mejoras en las líneas regionales y de larga distancia con mayor demanda y peores prestaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ejecución de mejoras en aquellas líneas con mayor demanda y peores prestaciones ■ Planificación de nuevas líneas ferroviarias siguiendo criterios de demográficos y diferenciando ámbitos metropolitanos del resto. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ejecución de nuevas líneas ferroviarias siguiendo criterios de demográficos y diferenciando ámbitos metropolitanos del resto.

Fuente: elaboración propia

4.6. Mejorar la productividad en las líneas de débil tráfico y mejorar la ocupación de los trenes . Mayor automatización de la infraestructura, reducción del personal en tierra e incremento a bordo, nueva estrategia de material móvil, incremento de la oferta y coordinación con el autobús, etcétera.

4.7. Generar un modelo de financiación coherente con el esquema de movilidad deseado, sin descartar medidas de financiación cruzada como la Euroviñeta y otro tipo de medidas como el Versement Transport, etcétera.

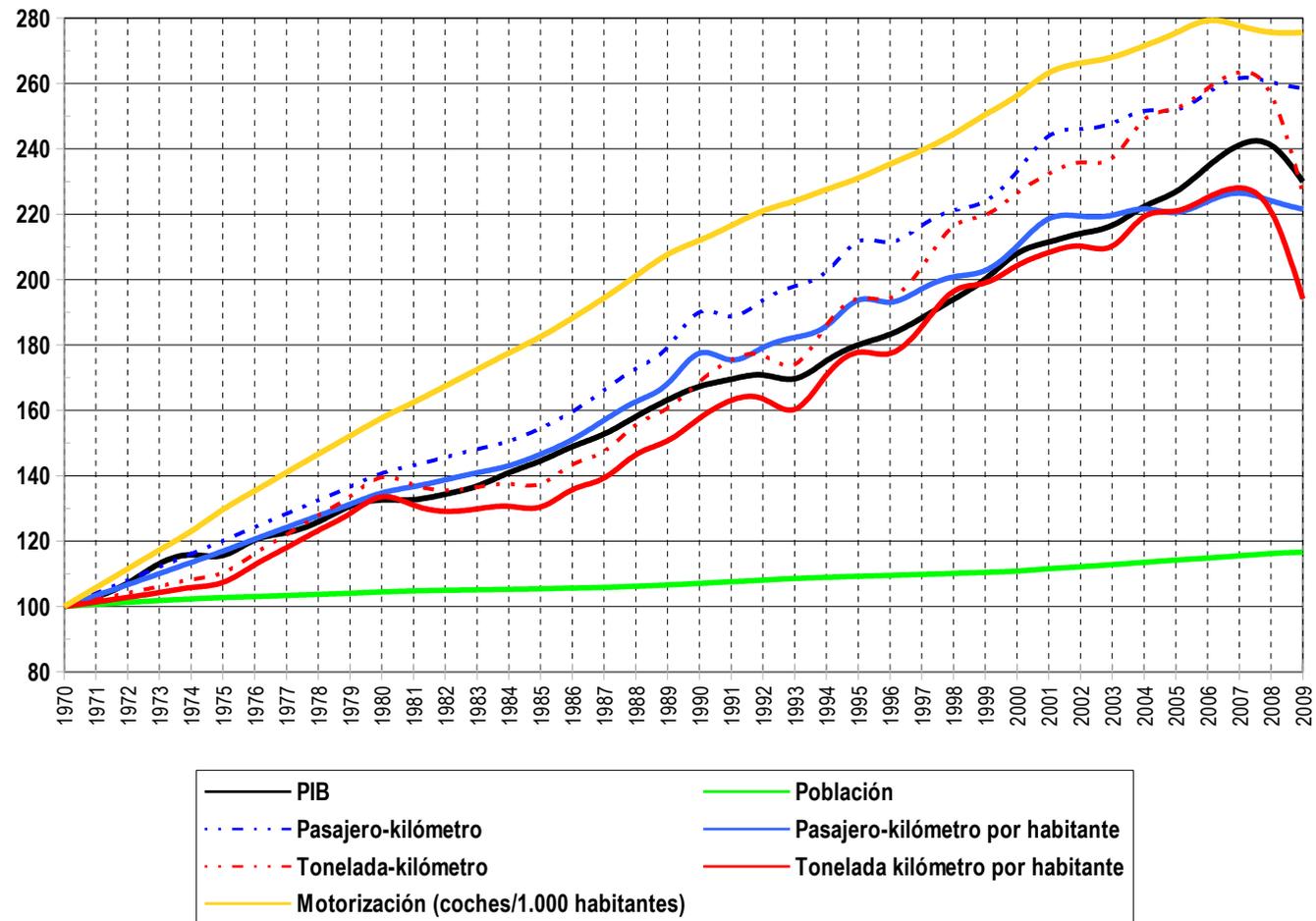
4.8. Aplicar un sistema tarifario coherente con el esquema de movilidad y cuota modal deseados. Aplicar la integración tarifaria de base entre Cercanías, Regionales y Largo Recorrido para permitir un sistema cadenciado integrado y el máximo aprovechamiento del servicio.

“En un futuro las actuaciones ferroviarias no deben caracterizarse por los millones de euros de inversión, las características técnicas de sus puentes o la longitud de sus túneles; sino por el ahorro en emisiones, contaminación, accidentes, congestión y coste personal para los ciudadanos”

ANEJOS

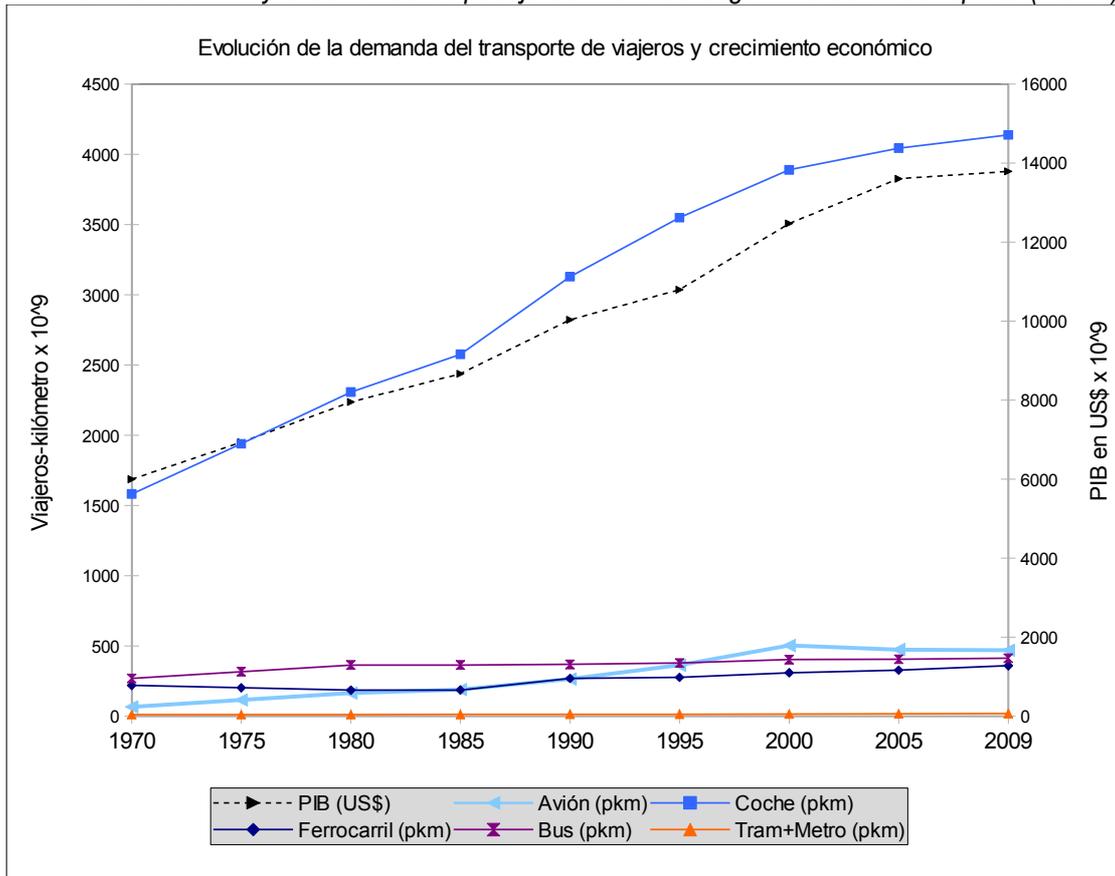
Gráfico 1. Evolución del crecimiento la demanda de pasajeros y mercancías, en tanto por uno, en relación con el crecimiento demográfico (población) y económico (PIB) en algunos países centrales europeos (EU 15).

Evolución de la demanda del transporte en función del PIB en la UE (UE-15), con base en 1970



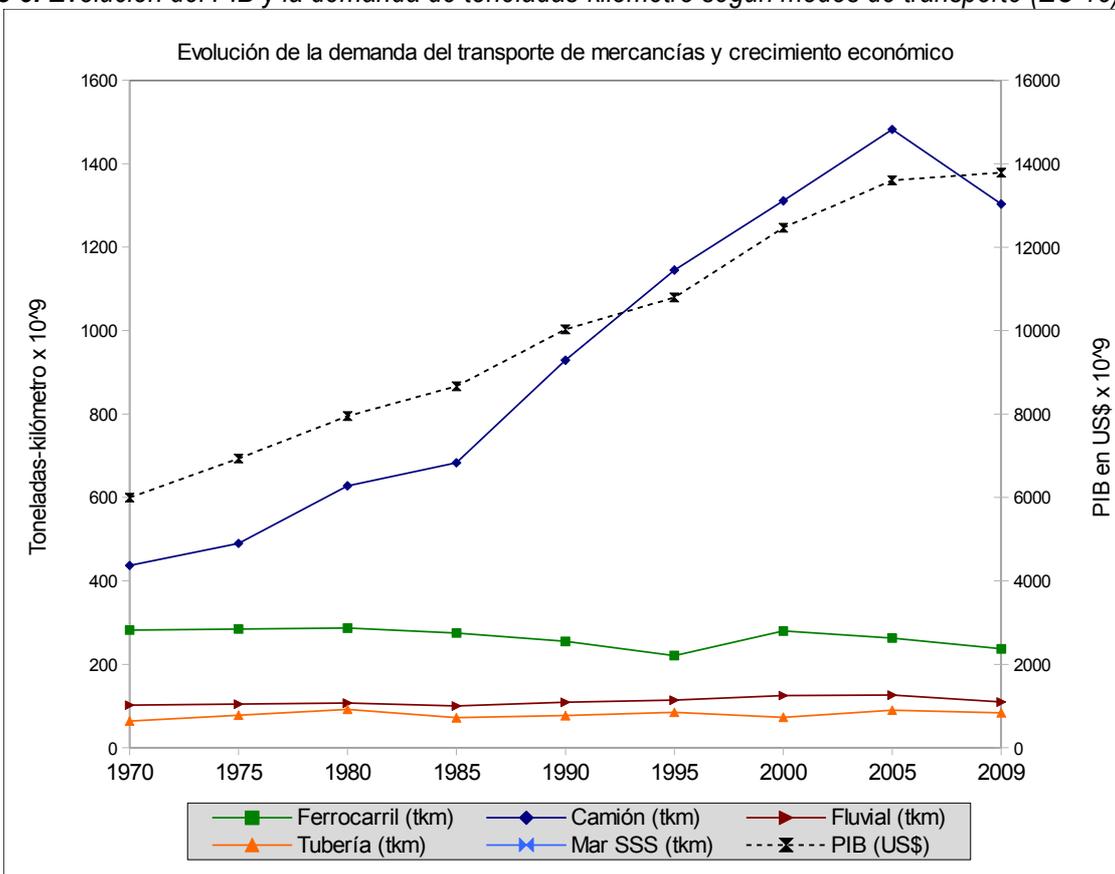
Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y base de datos del Banco Mundial.

Gráfico 2. Evolución del PIB y la demanda de pasajeros-kilómetro según modos de transporte (EU 15).



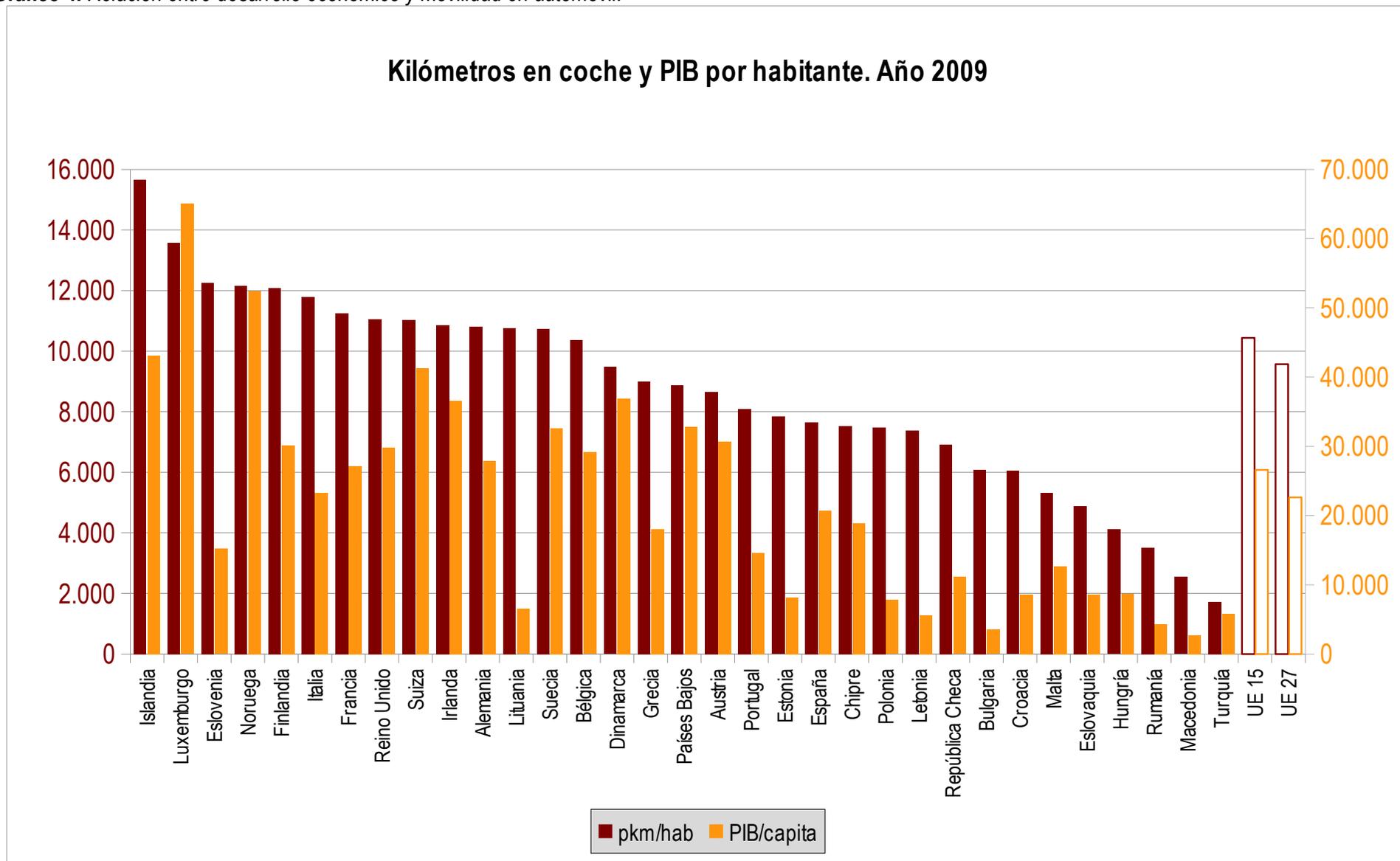
Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y Banco Mundial.

Gráfico 3. Evolución del PIB y la demanda de toneladas-kilómetro según modos de transporte (EU 15).



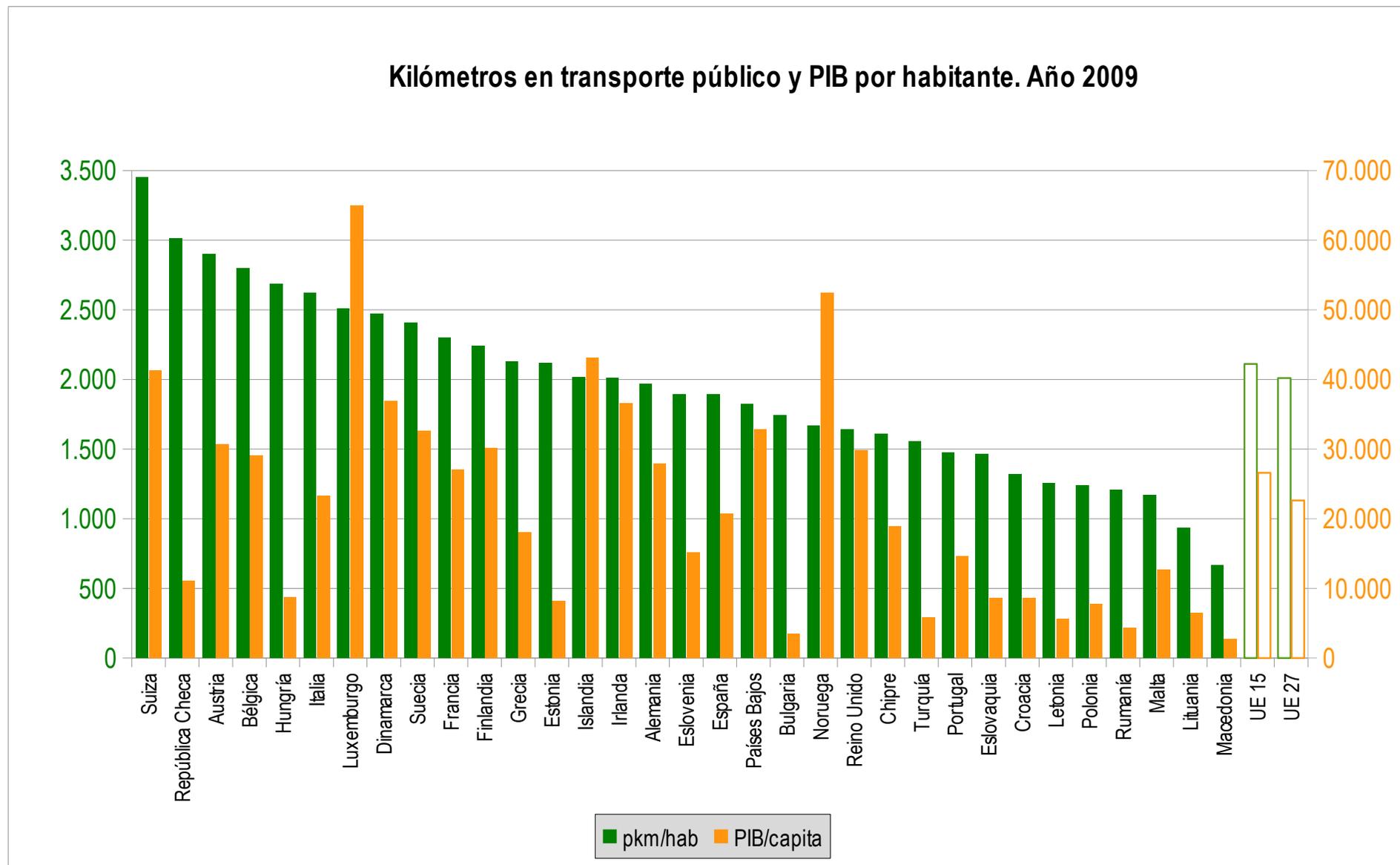
Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y Banco Mundial.

Gráfico 4. Relación entre desarrollo económico y movilidad en automóvil.



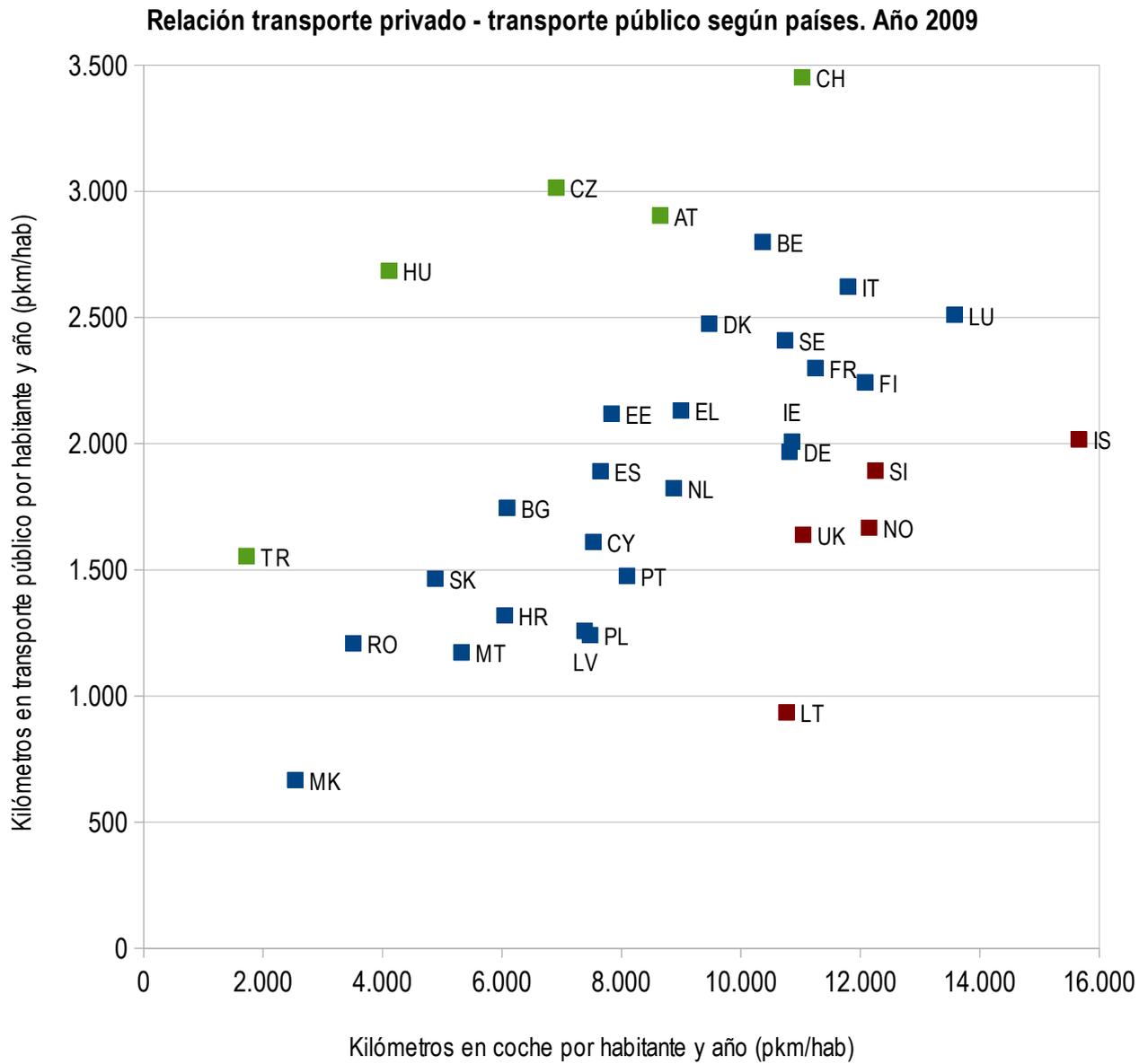
Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 5. Relación entre desarrollo económico y movilidad en transporte público, incluyendo autobús, autocar, tranvía, metro y ferrocarril.



Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

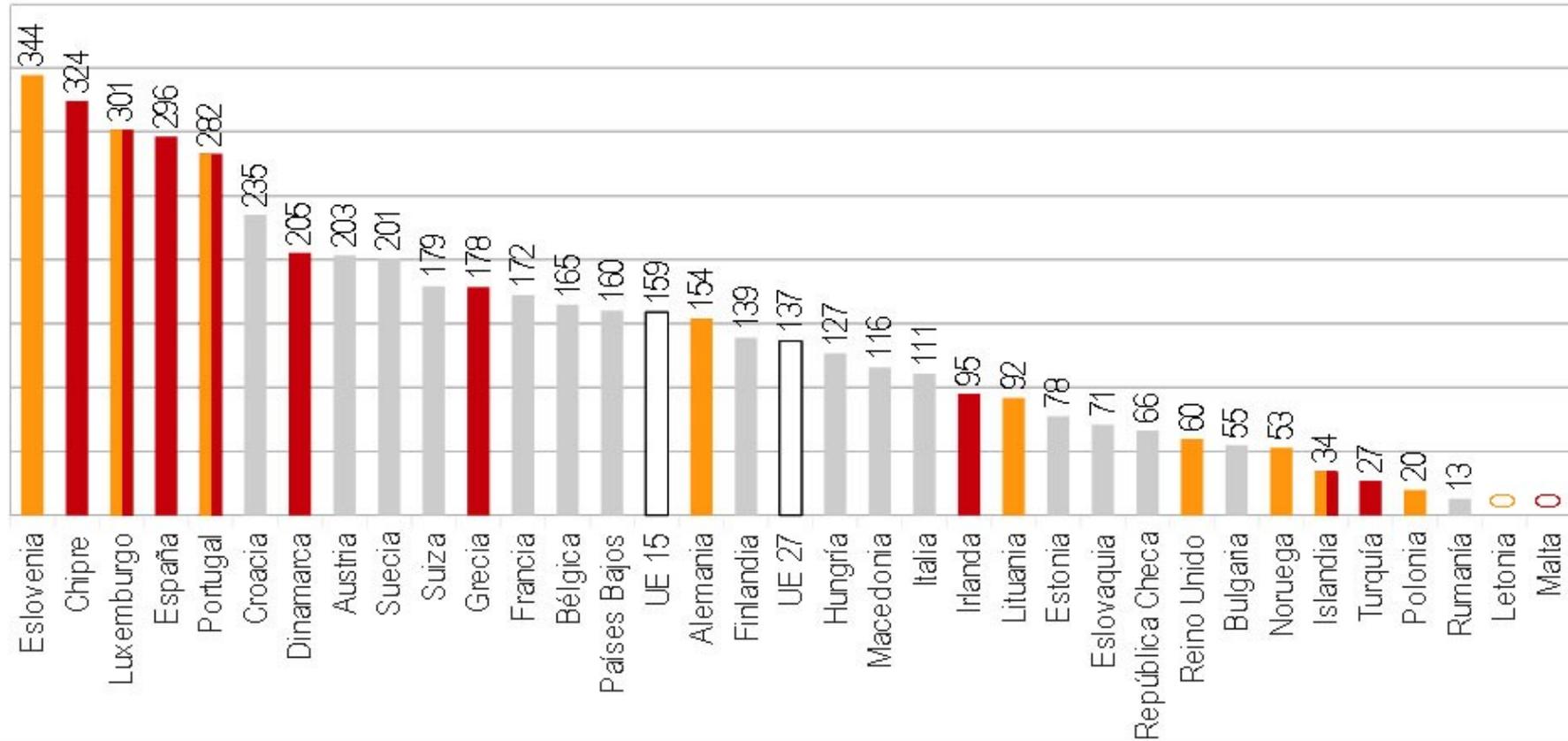
Gráfico 6. Relación entre movilidad en transporte público y privado en el año 2009.



Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 09. Relación entre dotación de autopistas y demanda de viajeros y mercancías por carretera

Dotación de autopistas por millón de habitantes en 2008



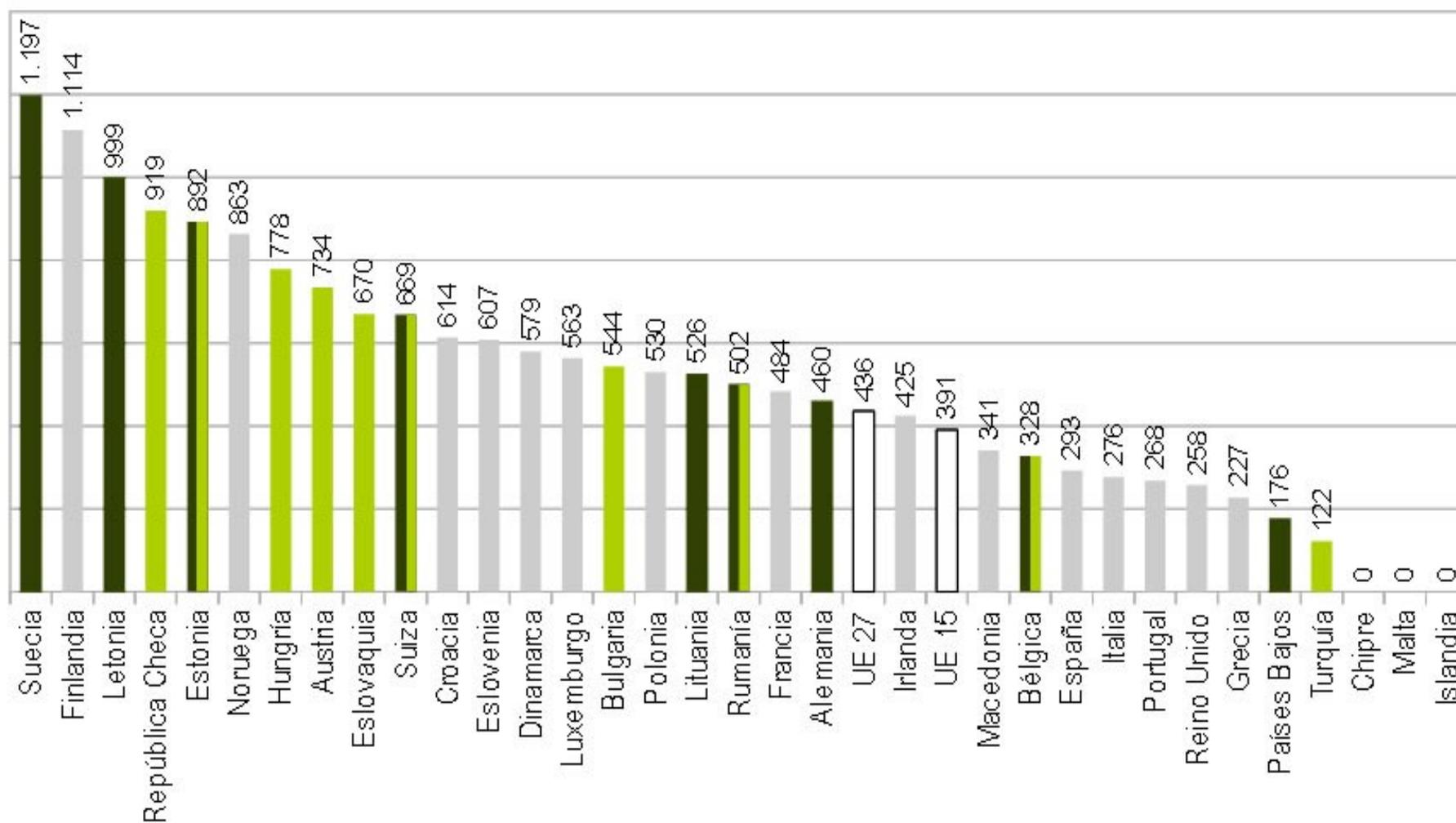
10 países con mayor cuota modal de **viajeros** en coche

10 países con mayor cuota modal de **mercancías** por carretera

Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 10. Relación entre dotación de ferrocarriles y demanda de viajeros y mercancías por tren.

Dotación de ferrocarriles por millón de habitantes en 2008

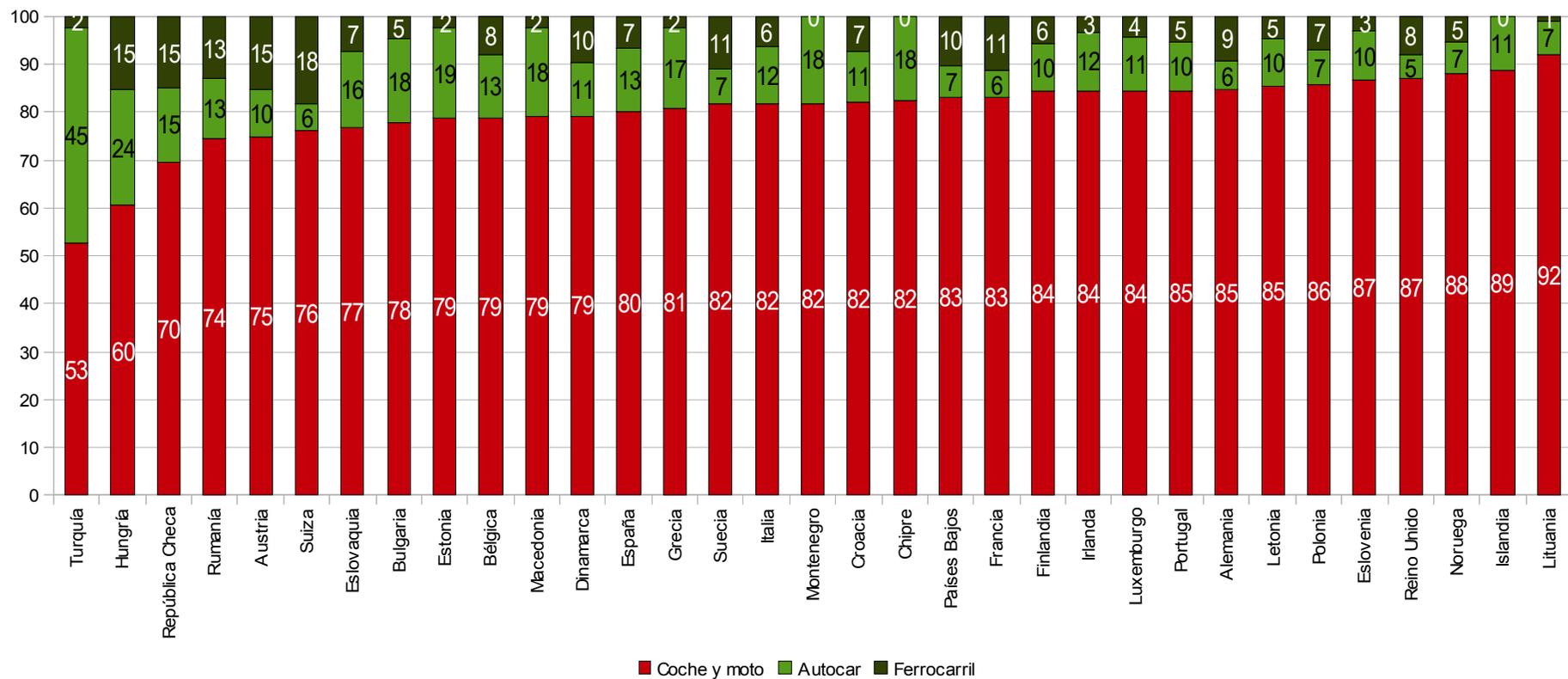


10 países con mayor cuota modal de **viajeros** en transporte público

10 países con mayor cuota modal de **mercancías** por ferrocarril

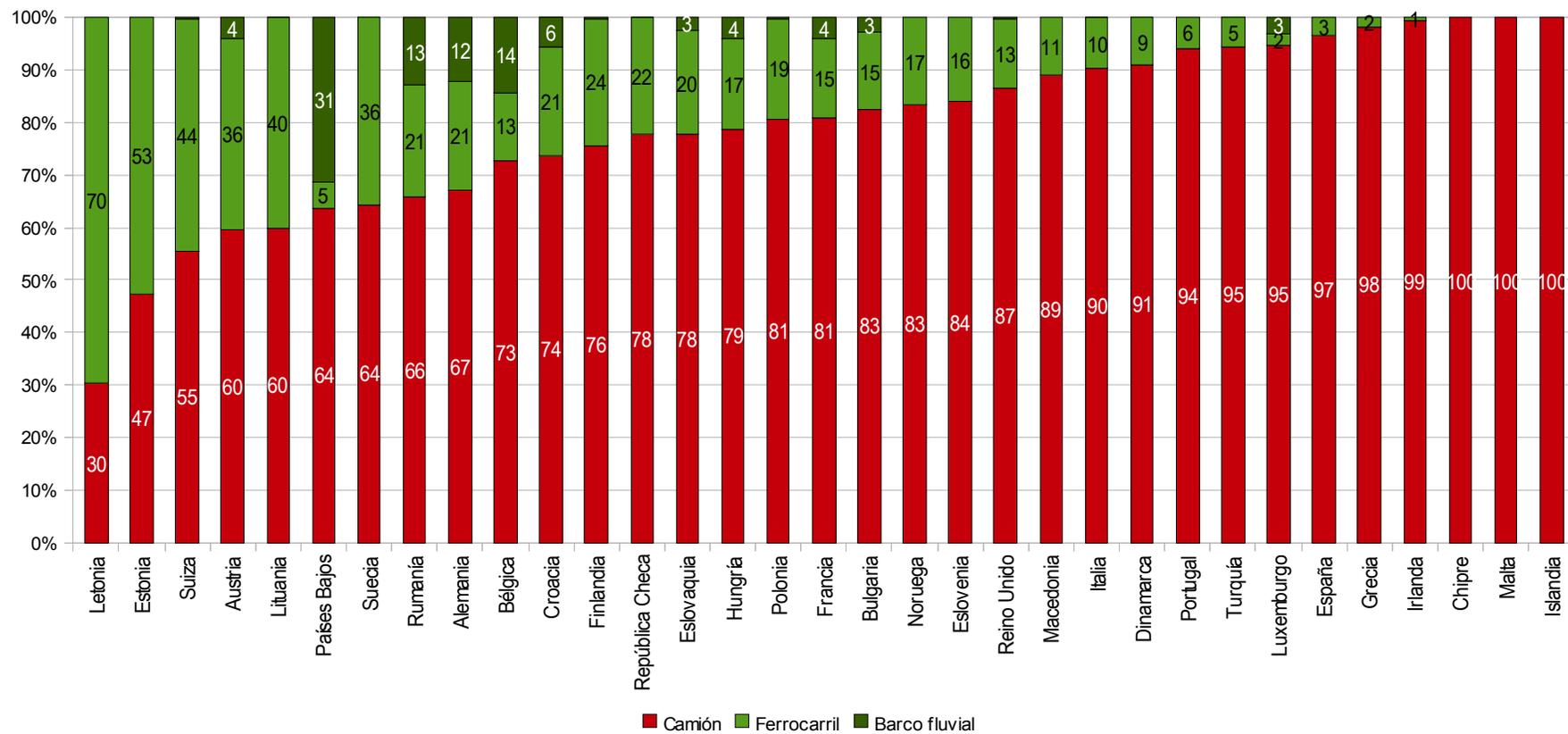
Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 9. Cuota modal de viajeros de distintos países de Europa en relación a los viajeros-kilómetro. Año 2008.



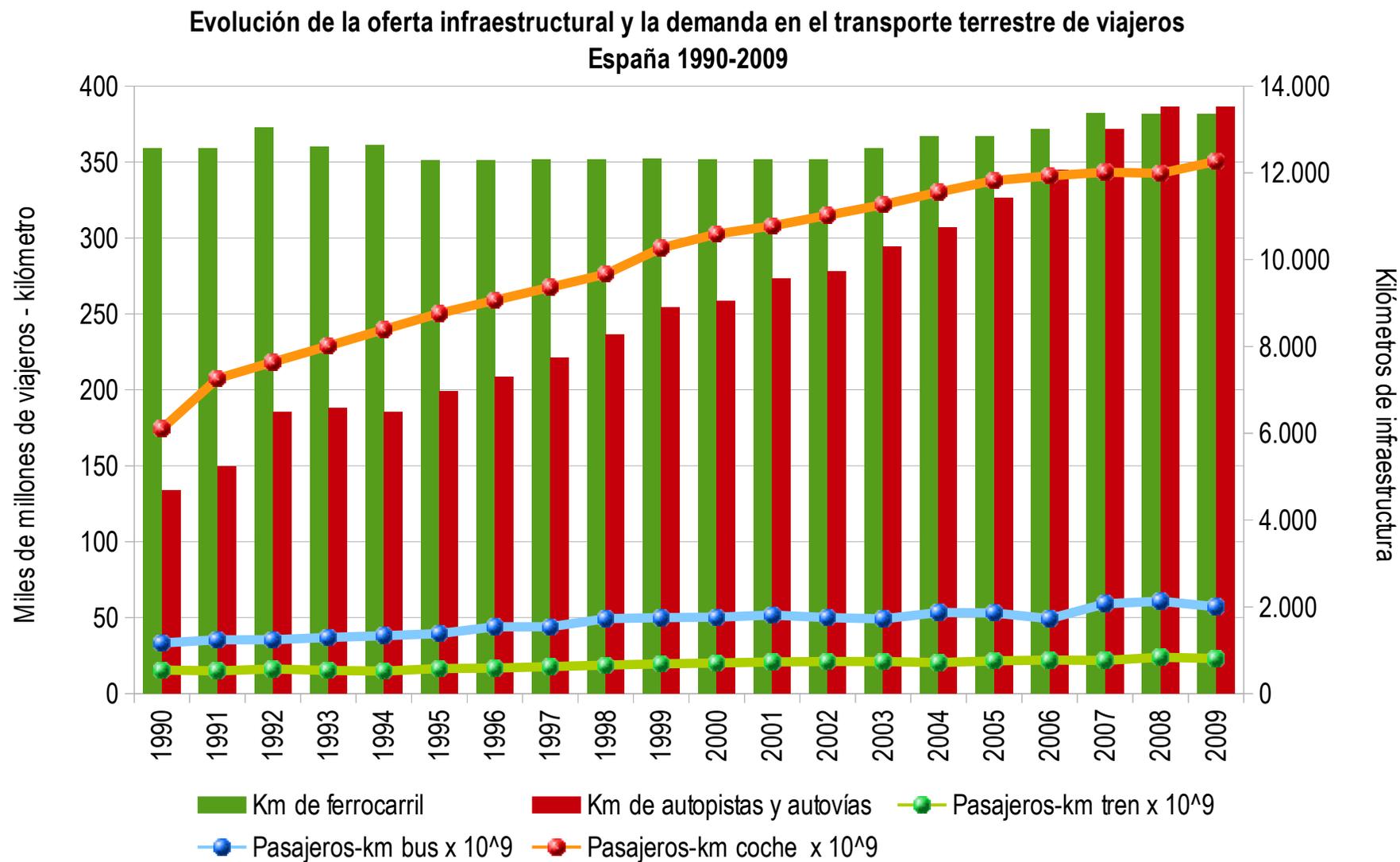
El ferroviario incluye transporte urbano ferroviario. Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 10. Cuota modal de mercancías de distintos países de Europa en relación a las toneladas-kilómetro. Año 2008.



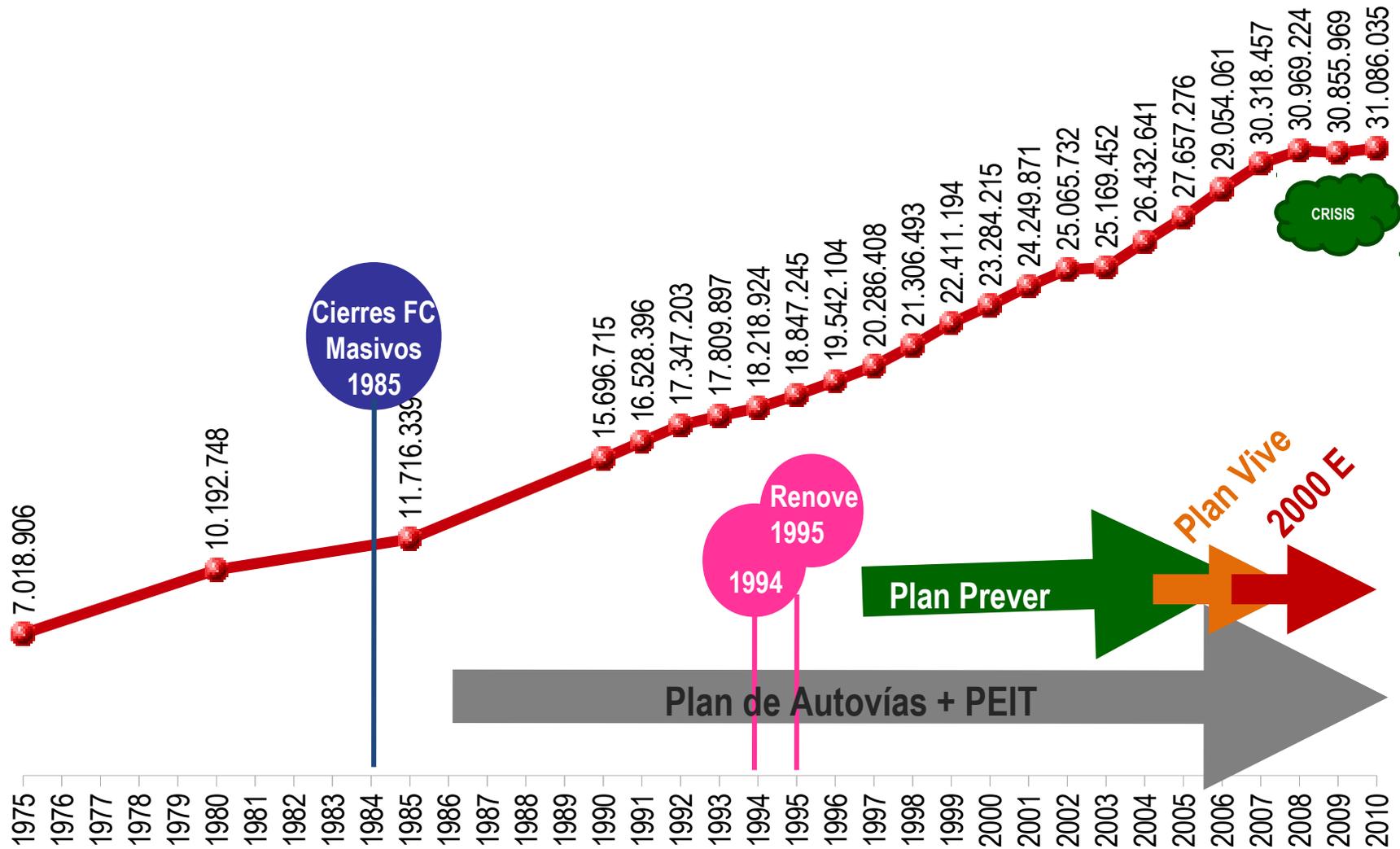
Fuente: Eurostat.

Gráfico 11. Evolución de las infraestructuras viarias, ferroviarias y demanda de viajeros-kilómetro.



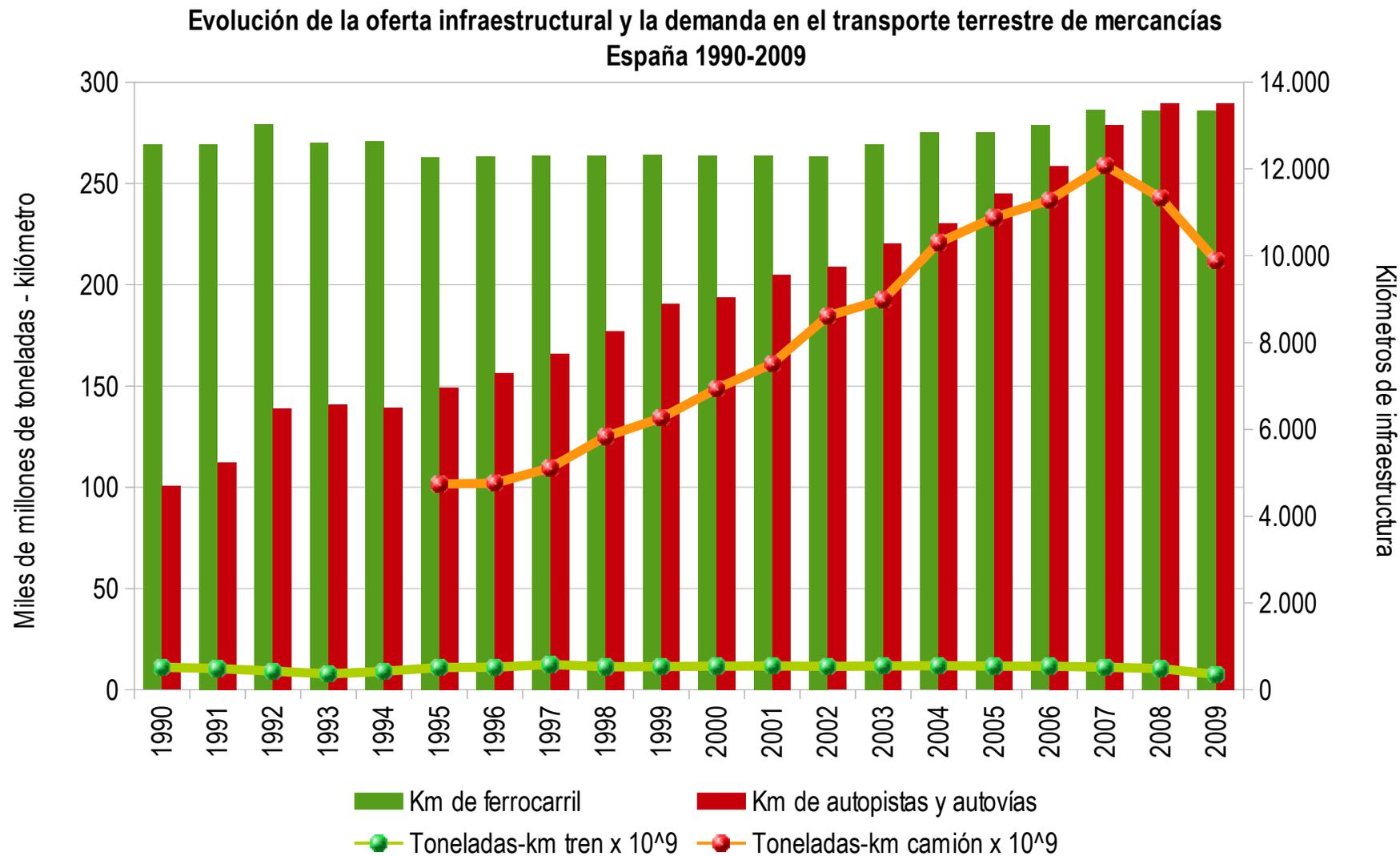
Fuente: Elaboración propia a partir de memorias del Ministerio de Fomento y de Eurostat.

Gráfico 12. Evolución del parque de turismos y planes de estímulo para su adquisición en España entre 1975 y 2010.



Fuente: elaboración propia a partir de INE.

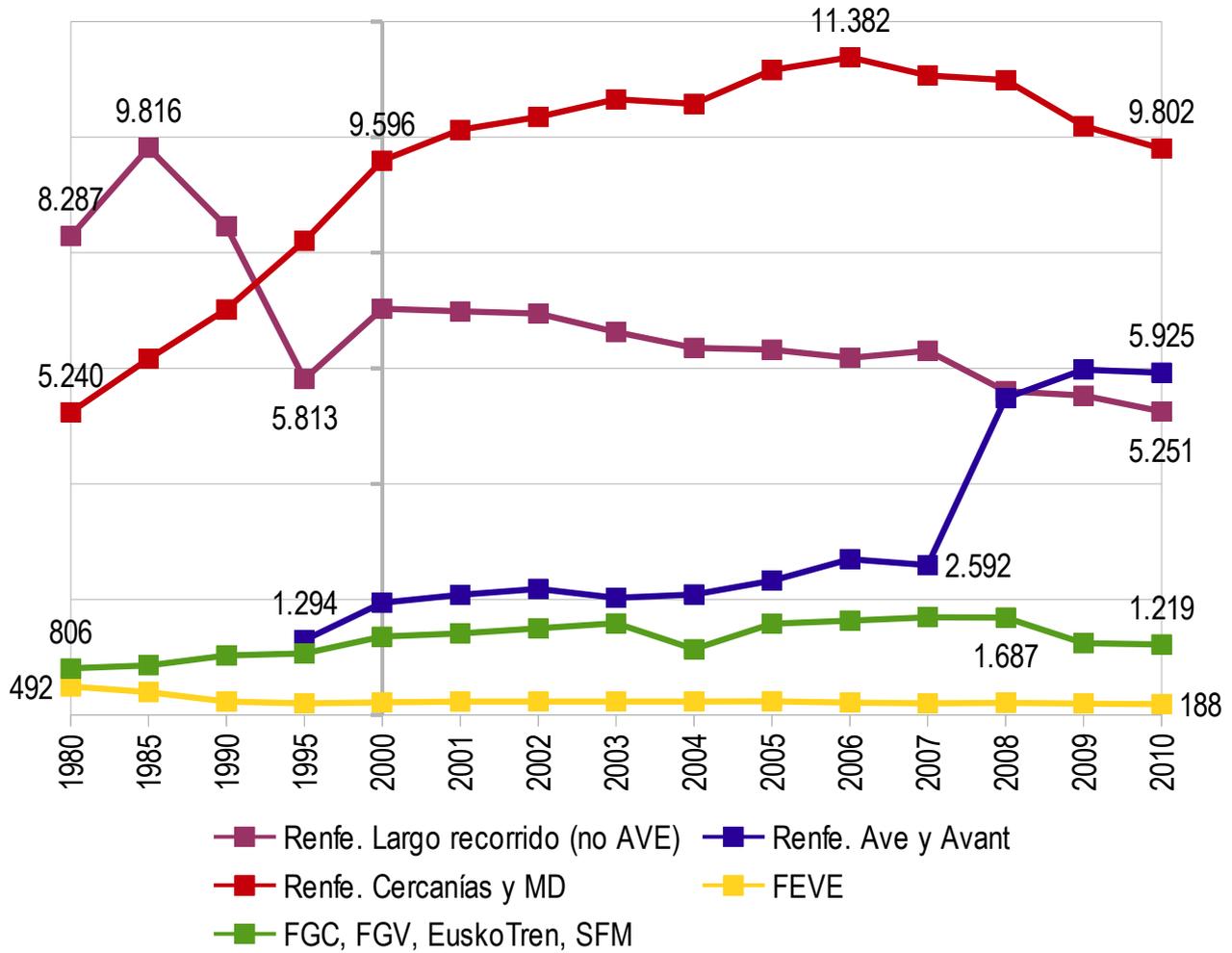
Gráfico 13. Evolución de las infraestructuras viarias, ferroviarias y demanda de toneladas-kilómetro.



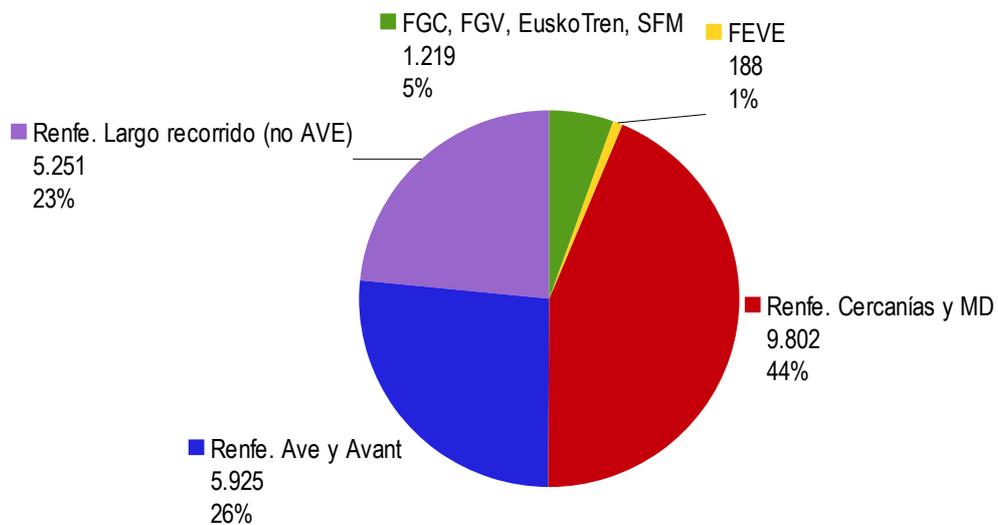
Fuente: Elaboración propia a partir de memorias del Ministerio de Fomento y de Eurostat.

Gráfico 14. *Peso en la demanda de los distintos servicios de viajeros de pasajeros por ferrocarril.*

Evolución del tráfico de Renfe, FEVE y operadores de las Comunidades Autónomas
Datos en millones de viajeros-kilómetro

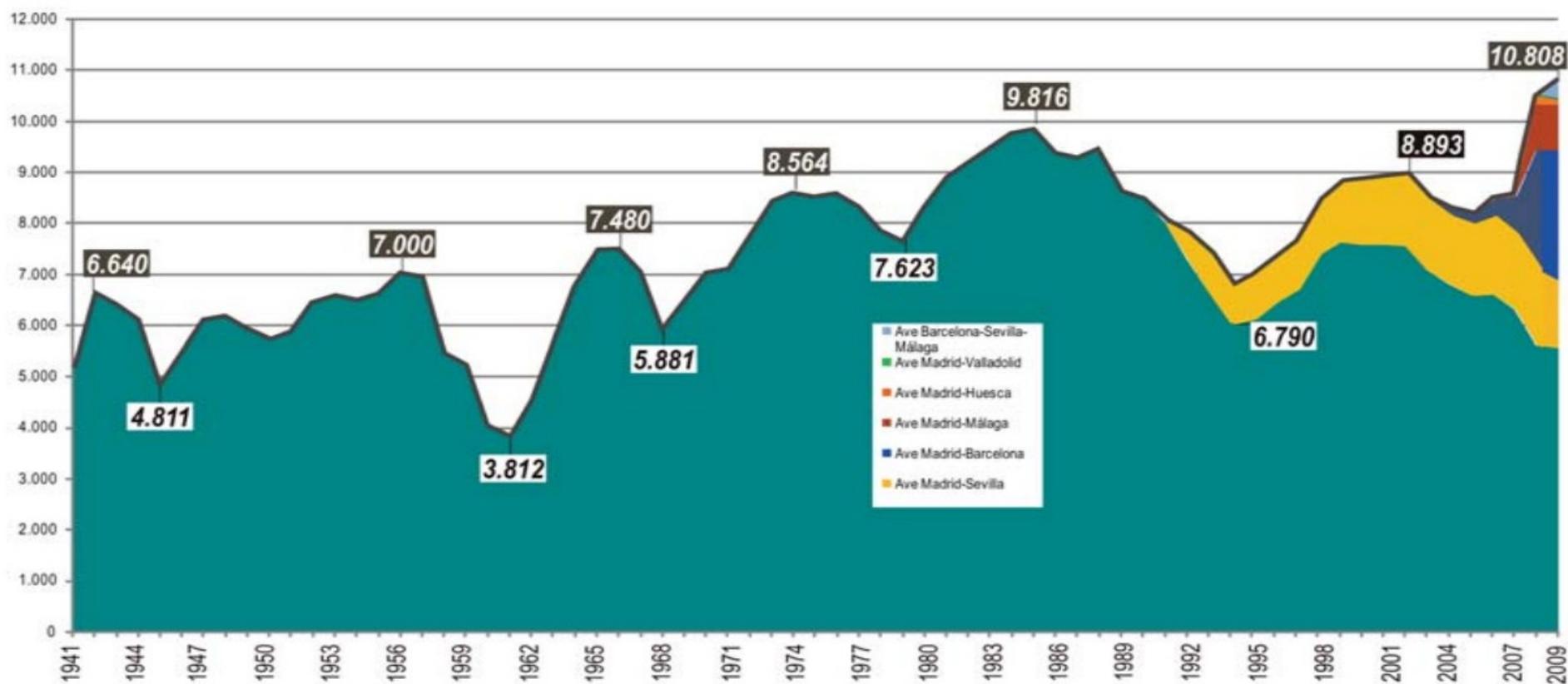


Reparto de la demanda de viajeros (pasajeros-kilómetro) por operadores. Año 2010



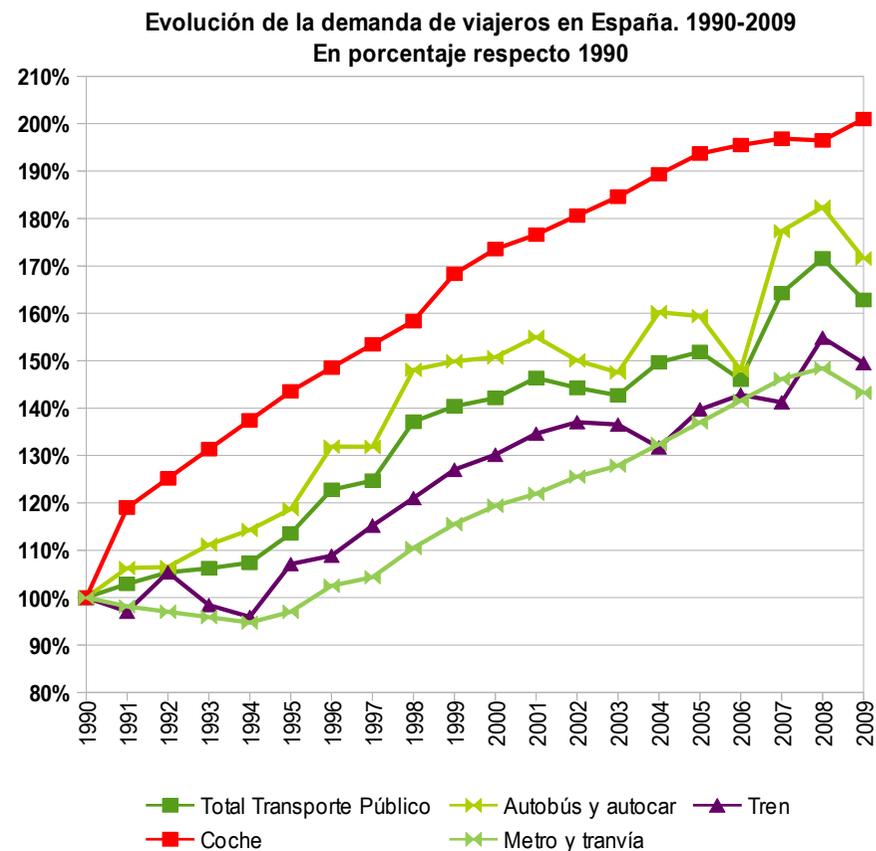
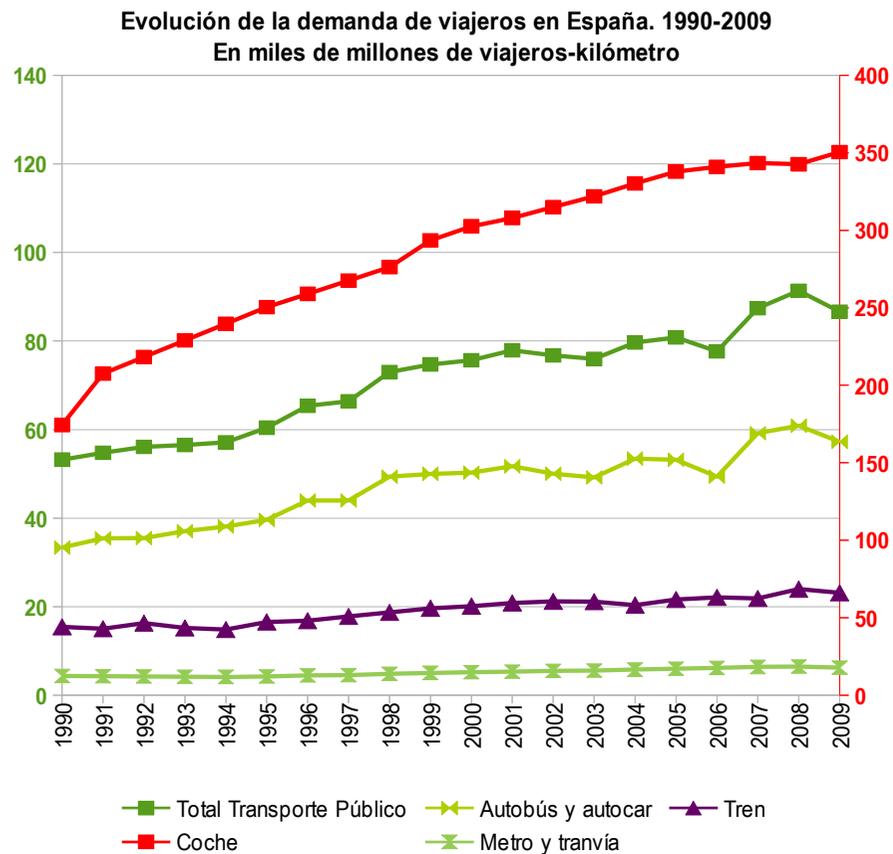
Fuente: elaboración propia a partir de Anuarios del Ministerio de Fomento. No se incluyen los servicios metropolitanos del Metro de Madrid, Ferrocarril Metropolità de Barcelona, Metro de Bilbao ni tranvías.

Gráfico 15. Evolución de la demanda de largo recorrido en Renfe, expresada en miles de pasajeros-km desde su fundación en 1941 hasta la actualidad.



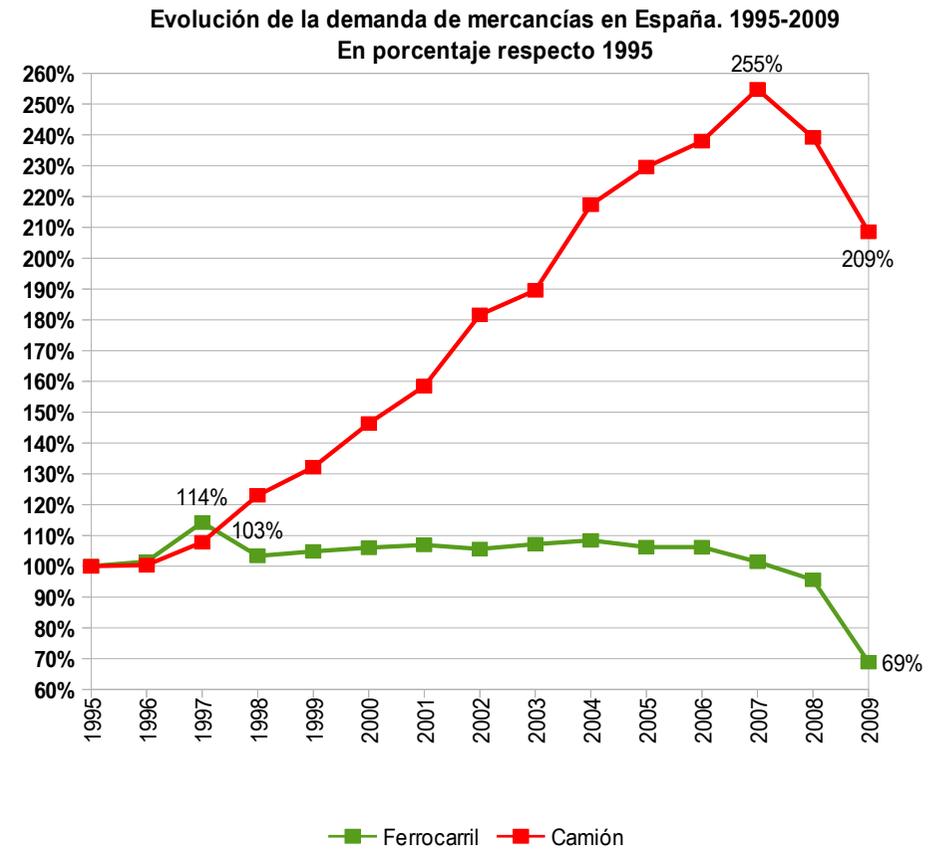
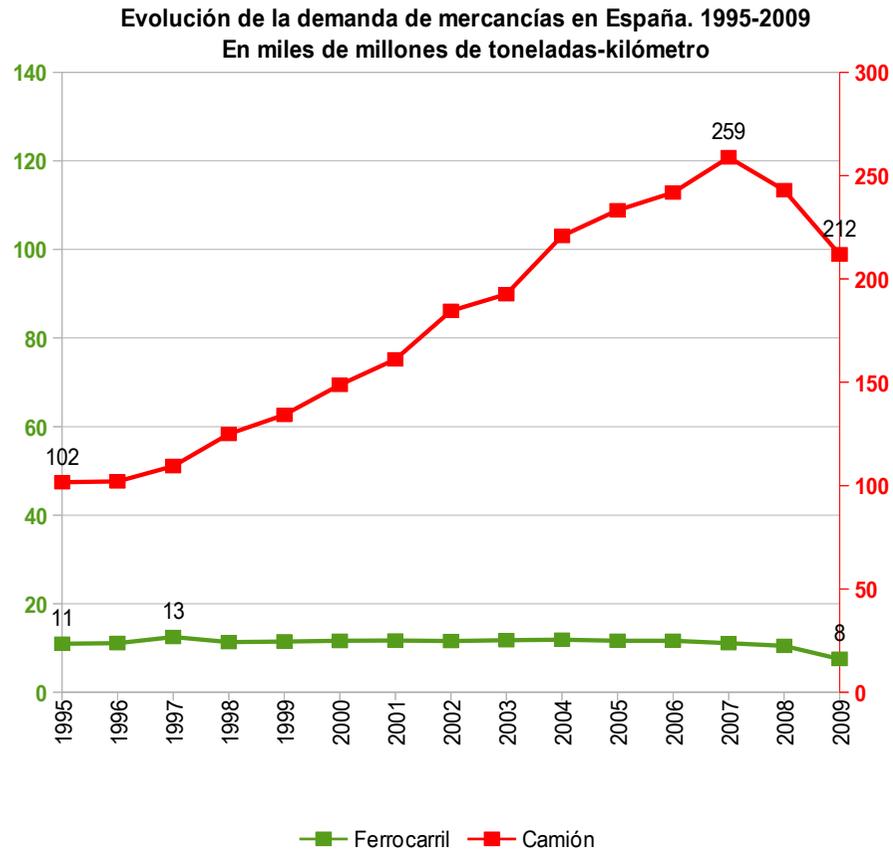
Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España. Año 2009. FFE.

Gráfico 16. Evolución del transporte de viajeros en España. Años 1995-2009.



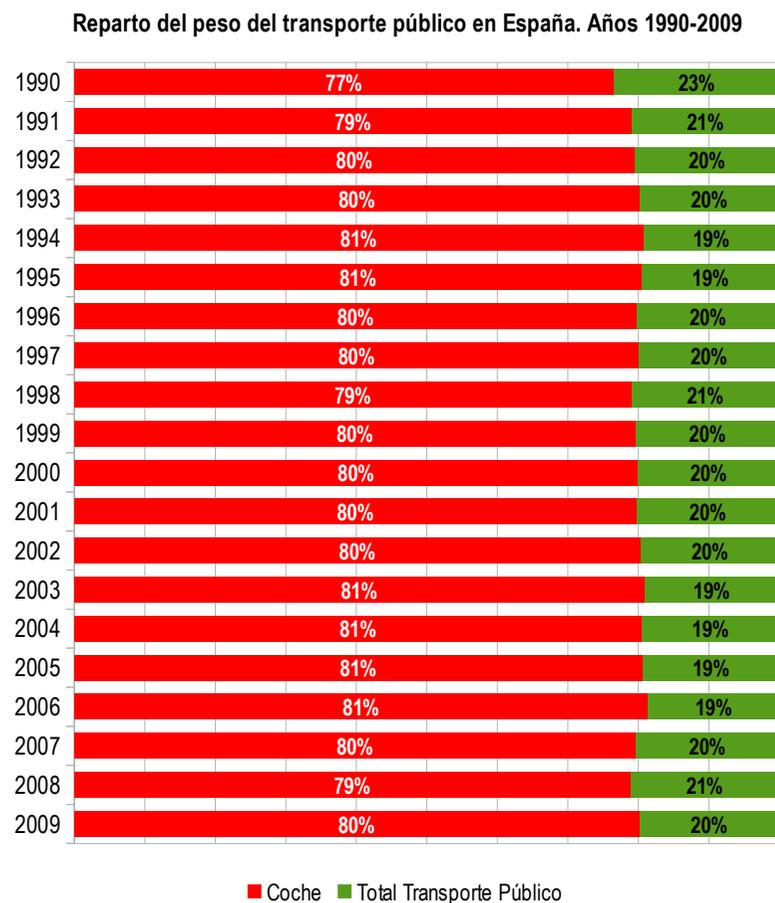
Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 17. Evolución del transporte de mercancías en España. Años 1995-2009.



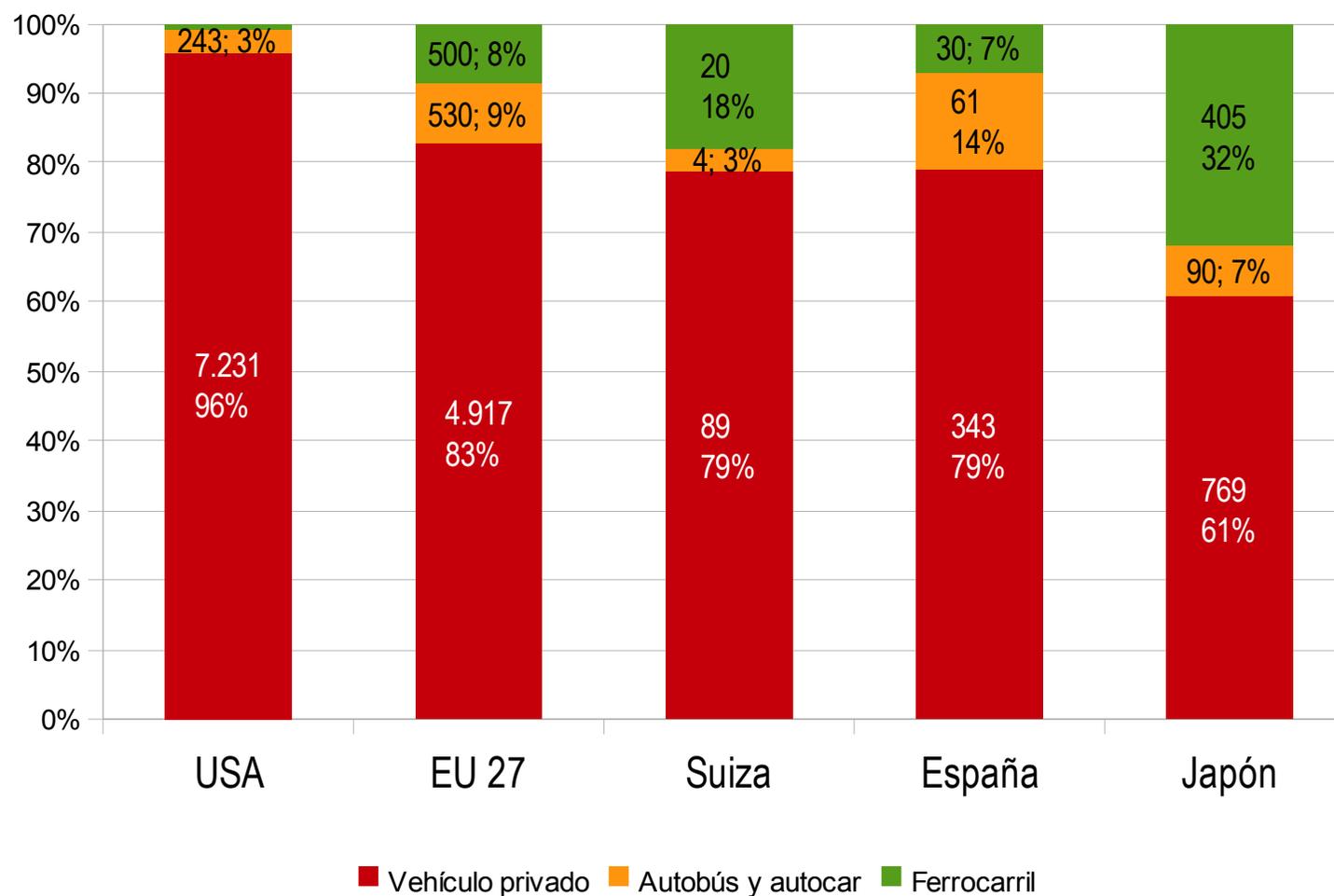
Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 18. Evolución del peso del transporte público en España. Años 1990-2009



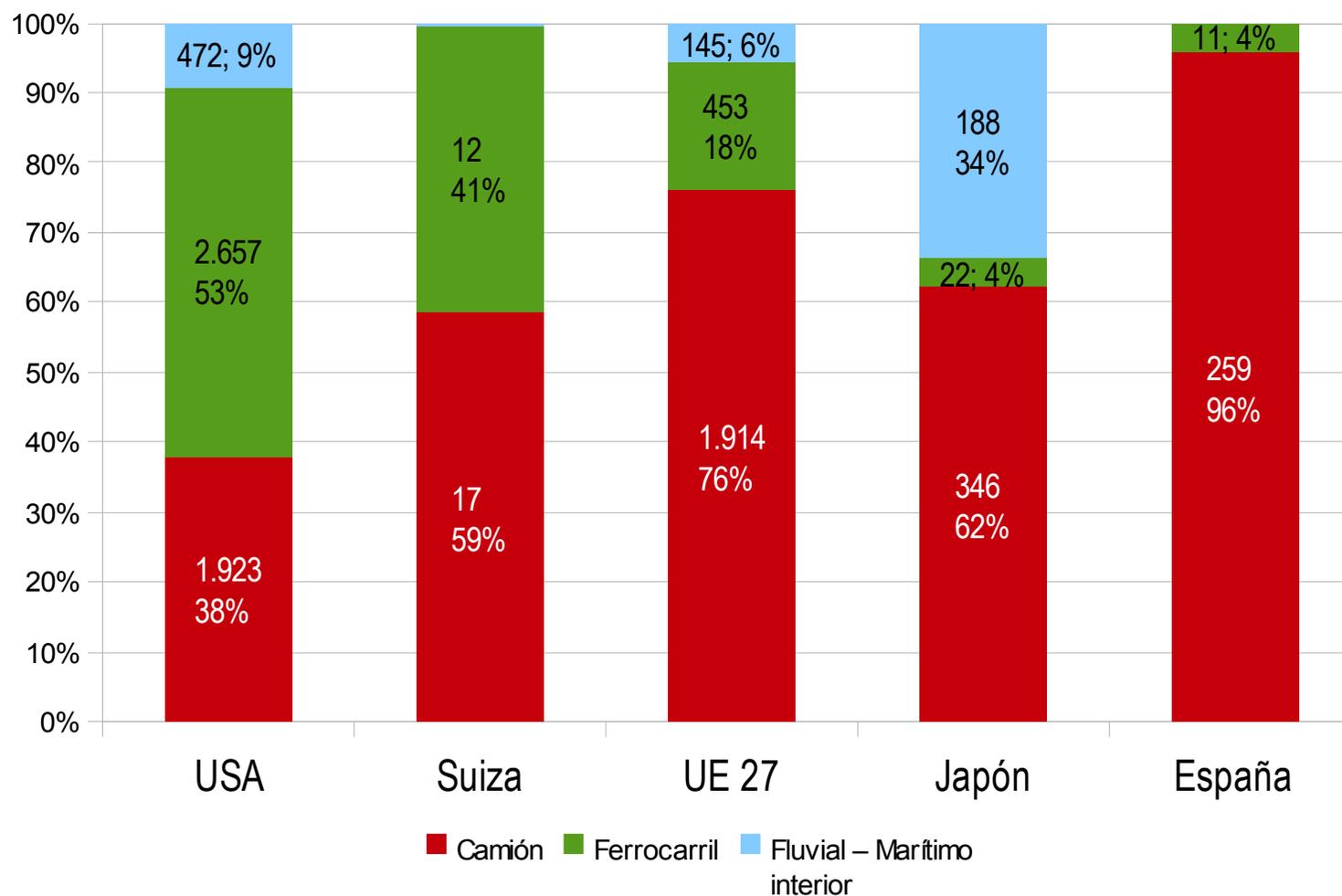
Fuente: elaboración propia a partir de Eurostat.

Gráfico 19. Comparación de la cuota modal española de viajeros con los principales referentes mundiales y Estados Unidos en el año 2008. En valor absoluto, miles de millones de viajeros-kilómetro. En porcentaje, cuota modal de transporte terrestre y fluvial.



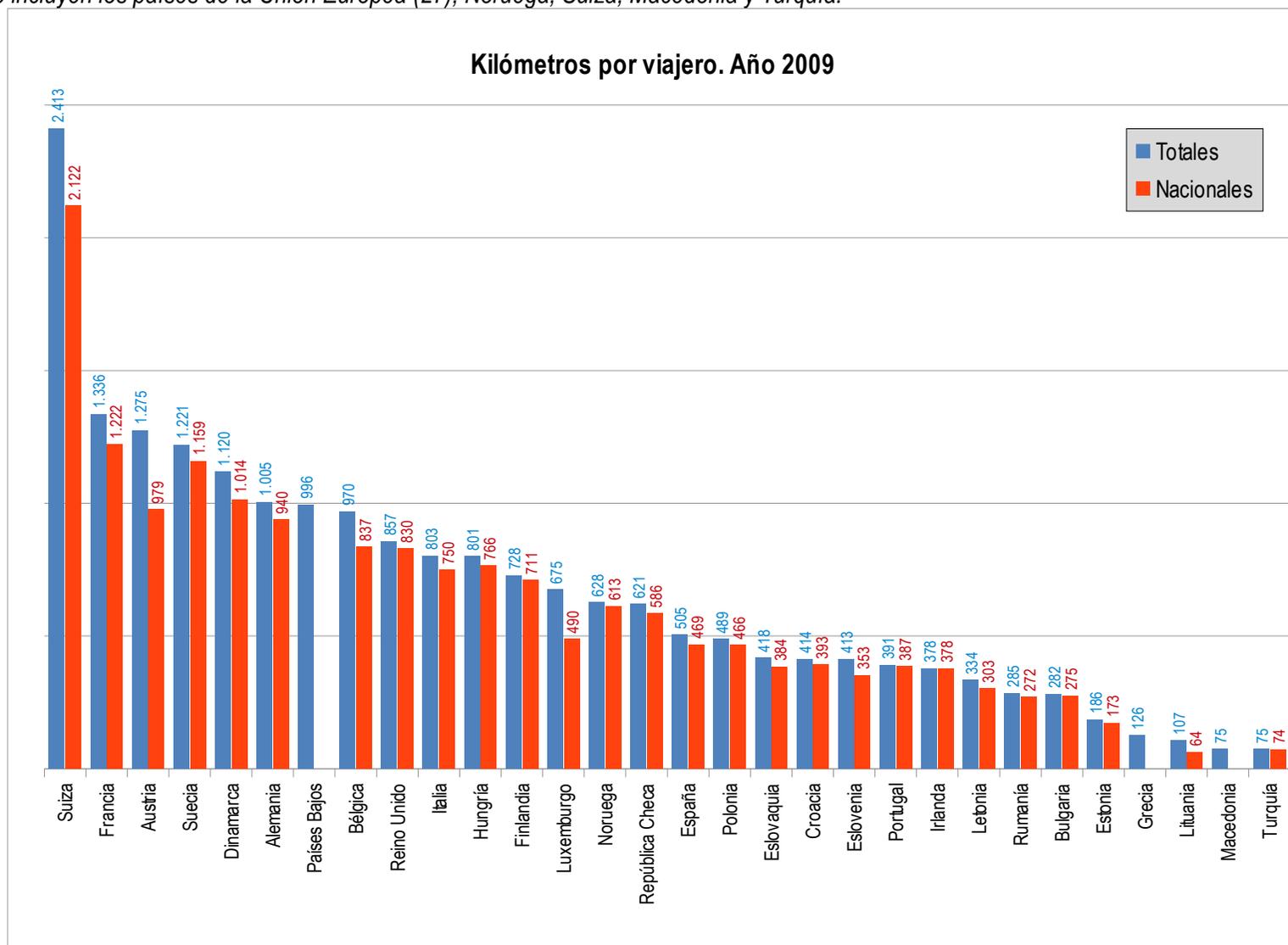
Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y Litra.

Gráfico 20. Comparación de la cuota modal española de mercancías con los principales referentes mundiales y Japón en el año 2007. En valor absoluto, miles de millones de toneladas-kilómetro. En porcentaje, cuota modal de transporte terrestre y fluvial. Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y Litra.



Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat y Litra.

Gráfico 21. Uso del ferrocarril (sin incluir transporte urbano ferroviario: metro y tranvía) en relación a la población en el año 2009. Expresado en kilómetros viajados por habitante. Se incluyen los países de la Unión Europea (27), Noruega, Suiza, Macedonia y Turquía.



Fuente: Eurostat.

Tabla 22. Estaciones con mayor demanda de regionales y largo recorrido en 2011.

30 ciudades con más demanda de regionales (2011)	Demanda anual (subidos + bajados)	Habitantes 2012	Viajeros por habitante y año	25 ciudades con más demanda de largo recorrido (2011)	Demanda anual (subidos + bajados)	Habitantes 2012	Viajeros por habitante y año
Barcelona	7.331.064	1.620.943	4,52	Madrid	15.848.656	3.233.527	4,90
Madrid	5.970.931	3.233.527	1,85	Barcelona	6.283.363	1.620.943	3,88
Sevilla	2.994.661	702.355	4,26	Valencia	3.225.265	797.028	4,05
Girona	2.621.605	97.198	26,97	Sevilla	2.652.030	702.355	3,78
Tarragona	1.843.397	133.954	13,76	Zaragoza	2.305.880	679.624	3,39
Santiago	1.761.067	95.671	18,41	Málaga	1.678.852	567.433	2,96
Valladolid	1.662.551	311.501	5,34	Córdoba	1.319.704	328.841	4,01
Toledo	1.455.525	84.019	17,32	Alicante	1.283.653	334.678	3,84
A Coruña	1.400.884	246.146	5,69	Tarragona	720.784	133.954	5,38
Córdoba	1.305.572	328.841	3,97	Valladolid	638.319	311.501	2,05
Figueros	1.262.118	45.262	27,88	Pamplona	542.268	197.604	2,74
Ciudad Real	1.154.421	74.921	15,41	Lleida	510.592	139.834	3,65
Vigo	1.053.195	297.355	3,54	Albacete	481.914	172.472	2,79
Segovia	841.632	54.844	15,35	León	422.852	131.680	3,21
Lleida	824.415	139.834	5,90	Castellón	379.572	180.204	2,11
Zaragoza	767.400	679.624	1,13	Murcia	372.453	441.354	0,84
Ávila	740.624	58.915	12,57	San Sebastián	267.480	186.409	1,43
Reus	737.538	107.211	6,88	Bilbao	251.770	351.629	0,72
Pontevedra	729.356	82.684	8,82	Oviedo	234.910	225.973	1,04
Málaga	711.412	567.433	1,25	Granada	233.024	239.017	0,97
Valencia	701.088	797.028	0,88	Cuenca	228.504	57.032	4,01
Torredembarra	599.872	15.310	39,18	Ciudad Real	222.853	74.921	2,97
Salamanca	520.847	152.048	3,43	Figueros	213.540	45.262	4,72
Villagarcía de Arousa	511.898	37.621	13,61	Palencia	199.331	81.198	2,45
Puertollano	484.584	51.997	9,32	Santander	182.310	178.465	1,02
Salou	457.499	26.601	17,20	Media	40.699.879	11.412.938	3,57
Caldes de Malavella	455.081	7.071	64,36				
Granada	450.184	239.017	1,88				
Sils	443.362	5.702	77,76				
Palencia	442.067	81.198	5,44				
Media	42.235.850	10.375.831	4,07				

Fuente: elaboración propia a partir de Anuario 2012 del Ferrocarril en España (Fundación de Ferrocarriles Españoles) e Instituto Nacional de Estadística.

Relaciones de media distancia Renfe más demandadas en 2011.



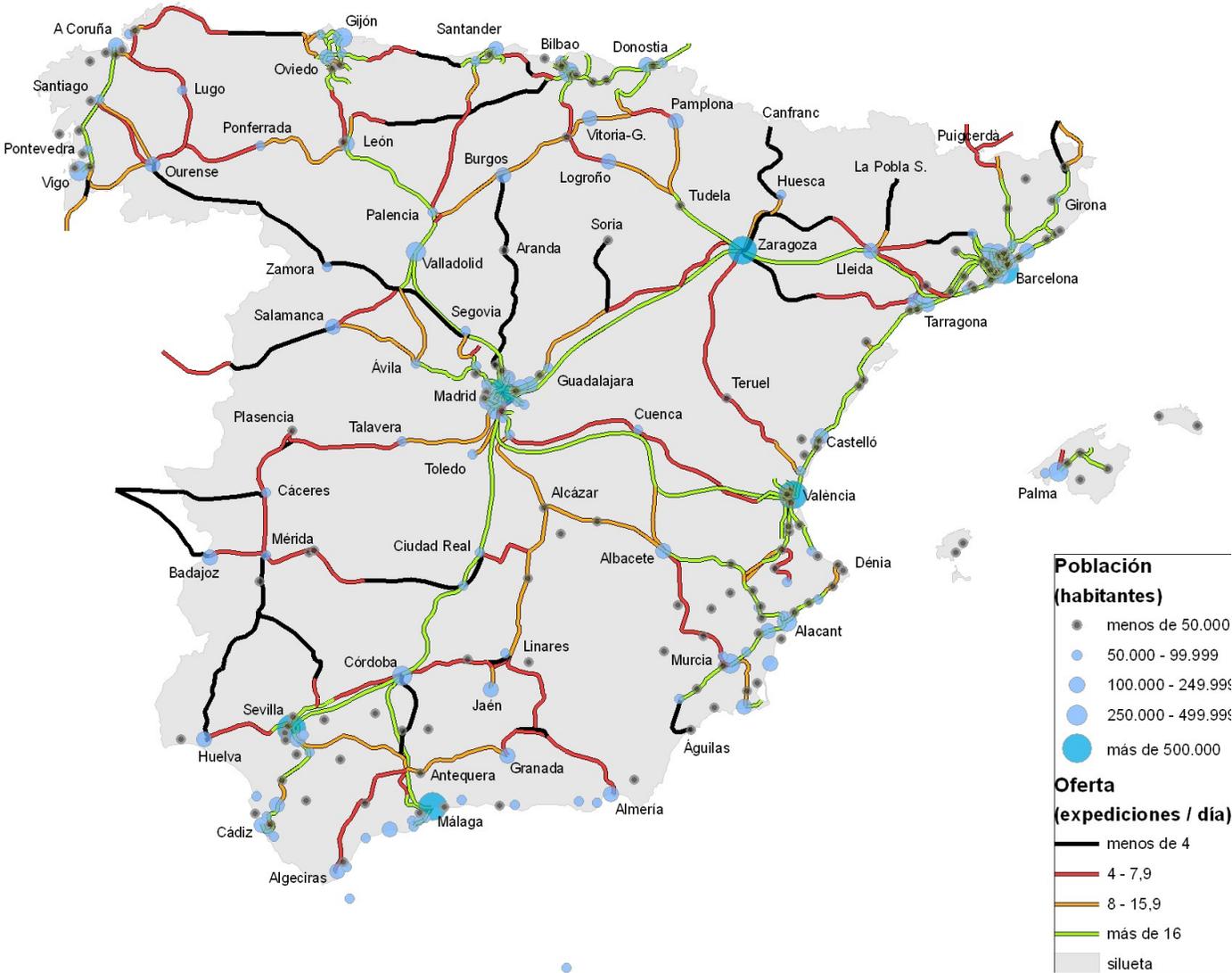
Fuente: elaboración propia a partir de Anuario 2012 del Ferrocarril en España (Fundación de Ferrocarriles Españoles)

Relaciones de larga distancia Renfe más demandadas en 2011.



Fuente: elaboración propia a partir de Anuario 2012 del Ferrocarril en España (Fundación de Ferrocarriles Españoles)

Gráfico 23. Circulaciones de trenes de viajeros por tramos de línea (todos incluidos) en 4 categorías y ciudades de más de 25.000 habitantes.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 25. Tramos ferroviarios según la población accesible a sus estaciones y competitividad en tiempos de viaje con la carretera a escala regional.



Fuente: elaboración propia

ANEJO 26. TEORÍA DEL HORARIO CADENCIADO INTEGRADO

Este sistema de planificación horaria está consolidado en países como Bélgica, Holanda, Dinamarca, Finlandia, República Checa, Portugal, Marruecos y Austria. Las características del horario cadenciado integrado son las siguientes:

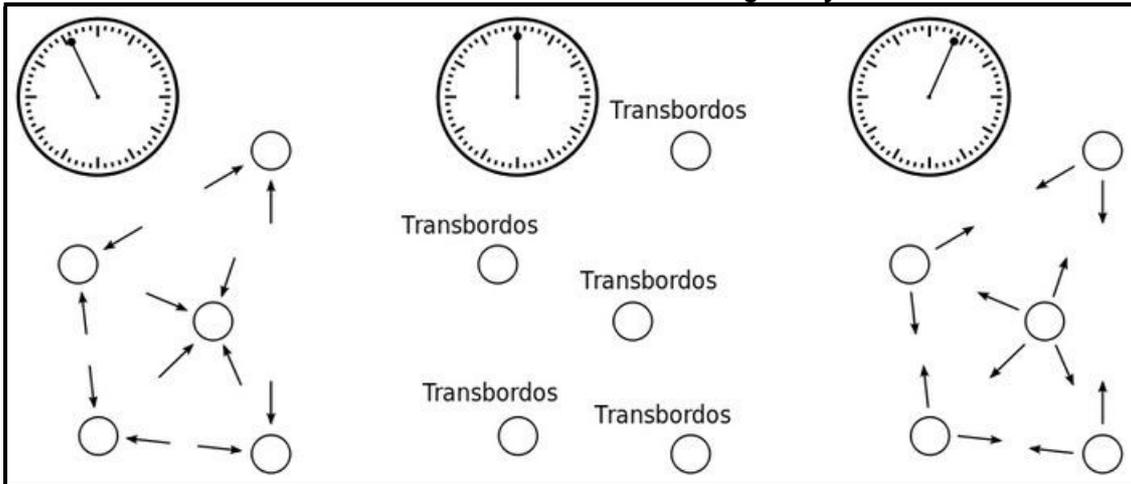
- **Más destinos con menos recursos.** Un horario cadenciado integrado permite servir múltiples orígenes – destino distintos sin necesidad de ofrecer un tren específico para cada relación a través a través de nodos de intercambio. Los trenes, al circular bajo un esquema de frecuencias semejantes o múltiples las unas de las otras, permiten minimizar el tiempo de transbordo entre distintas rutas.
- **Ofrecer una oferta homogeneizada por días o franjas horarias para generar confianza en los usuarios.** Se pretende evitar la sensación de incertidumbre sobre los usuarios sobre un horario excesivamente variable según época del año, día de la semana y hora de servicio.
- **Incrementar el servicio de los corredores ferroviarios con demanda potencial de forma ordenada con un mínimo de frecuencia de paso.** Una de las claves en la implantación de un servicio exitoso de Cercanías o Alta Velocidad es la frecuencia de paso. A su escala correspondiente, este paso también se debe dar en los servicios regionales y de largo recorrido en general.
- **Pasar de la radialidad al concepto de red mallada.** Incluso manteniendo el peso actual de las conexiones radiales de largo recorrido, la coordinación de servicios radiales entre sí y con otros trenes de ámbito regional permitiría desplazamientos que hoy son difíciles o imposibles.
- **Integración tarifaria de los servicios** de Cercanías, Regionales y Largo Recorrido, para hacer posible el aprovechamiento de todos los trenes en el sistema.

Esta simplicidad de horarios, hace que sean muy atractivos para el usuario, ya que son fáciles de recordar (por ejemplo, sabes que tu tren pasa al minuto 32 de cada hora: 9:32, 10:32, 11:32, etc – que puede bajar a cada 30 minutos en horas punta: 19:32, 20:02, 20:32, etc.) y contribuyen a consolidar el uso del tren por su fácil comprensión y por la facilidad de enlazar con numerosos destinos, al combinar la cadencia horaria con el establecimiento de un sistema de servicios mallado a través de estaciones nodales.

El primer horario cadenciado que se conoce se estableció en Holanda, entre Rotterdam y la Haya, en 1908 y se extendió a todo el país en 1938. El funcionamiento integrado a través de *hubs*, llamado allí *Spoorslag '70*, se implantó el 1970 y fue tan eficiente que su estructura horaria no se modificó de manera sustancial hasta el cambio de horarios de invierno de 2006. Alemania introdujo su primer HCI en 1979, pero sólo para los trenes de largo recorrido. Para los regionales se empezó a implantar progresivamente a partir de 1993. Suiza lo introdujo el HCI en la totalidad de su red en 1982, mejorándolo de manera importante con la entrada en servicio de la primera fase del plan **Bahn 2000** (Tren 2000 ver Anejo 1) el año 2004.

La primera condición imprescindible para realizar un HCI en una red ferroviaria compleja es adoptar un mismo eje de simetría para las mallas horarias de todos los servicios, es decir, que los trenes que hacen el mismo recorrido en sentidos opuestos se crucen en el mismo punto a la misma hora. Si los diferentes servicios se organizan de manera que compartan ejes de simetría unos con otros, se puede estructurar el horario de modo que, en estaciones elegidas oportunamente, los horarios de llegada se concentren en pocos minutos antes del eje de simetría elegido y, a consecuencia de la propia simetría, los horarios de salida se situarán poco después.

Funcionamiento de una red con horario cadenciado integrado y nodos de conexión.

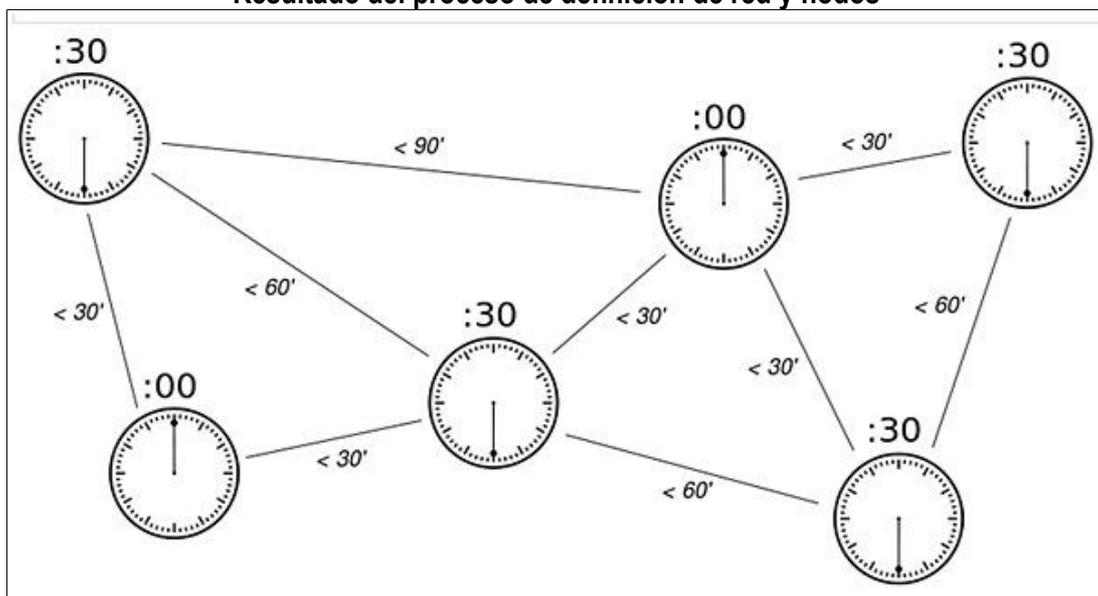


Fuente: Lombardi, 2010.

En la figura 10 podemos ver un ejemplo teórico para el eje de simetría del minuto :00, en que los diferentes servicios llegan a las estaciones nodales unos minutos antes y parten unos minutos después, dejando un tiempo de espera suficiente para poder realizar cualquier transbordo. De esta forma, cualquier viajero procedente de A que quiera viajar a B o a C puede llegar a su destino con un transbordo en la estación nodal X. Además de servir para resolver cualquier combinación posible (de A a B, de B a C, de A a C, etc), todas las líneas funcionan con la misma cadencia horaria, de modo que un usuario puede llegar a cualquier punto de la red directamente o con uno o más transbordos en los nodos.

El funcionamiento ideal de la red en un HCI perfecto tendría tiempos de viaje entre nodos inferiores a múltiplos de 30 minutos (30, 60, 90, 120 minutos, etc.), de modo que así todos los servicios tendrían la posibilidad de hacer todas las combinaciones posibles en cada nodo. La figura 11 muestra este modelo, en que los servicios llegan a los nodos unos minutos antes de la hora *hub* y parten unos minutos después. Para que ello se repita por toda la red, es imprescindible que el tiempo de viaje entre nodos sea inferior a los 30 minutos en los vectores más cortos, de 60 en los medios, y de 90 en los más largos del modelo, para así llegar sin problema hasta la siguiente estación nodal y garantizar las conexiones. Este esquema teórico es la base del plan *Bahn 2000* y de tantos otros planes de mejora ferroviaria de Europa.

Resultado del proceso de definición de red y nodos



Fuente: Lombardi, 2010.

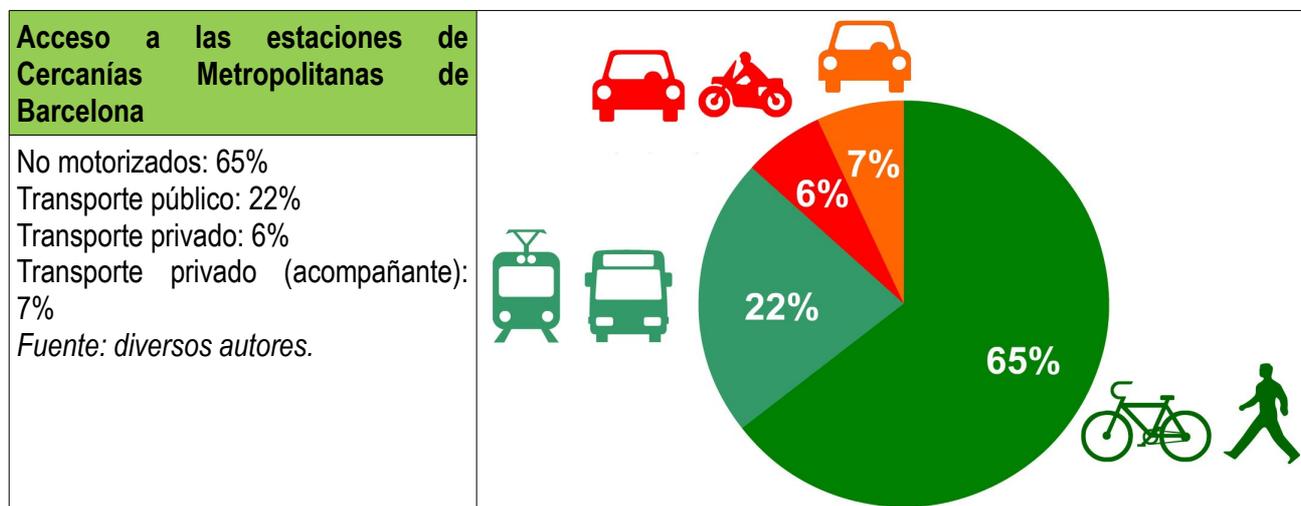
ANEJO 28. MEJORA DE LOS CRITERIOS DE INTEGRACIÓN URBANA FERROVIARIA: ESTACIONES CÉNTRICAS E INTERMODALES

Tomando como ejemplo el servicio de Media Distancia (trenes regionales) de Cataluña y, por ser el de mayor éxito a escala estatal, se observa la siguiente del acceso de los usuarios a las estaciones:

Forma de acceso	En origen (1)	En destino
No motorizados	48,6%	45,9%
Andando	34,1%	43,0%
En bicicleta	14,5%	02,9%
Transporte público	19,1%	38,0%
Metro	00,6%	22,4%
Autobús	07,9%	10,3%
Otros trenes de Renfe	10,6%	03,0%
Taxi	00,0%	02,3%
Transporte privado	38,3%	15,7%
Coche	30,4%	15,1%
Moto	07,9%	00,6%
Otros	02,0%	00,5%

(1) Suman más de 100% debido a cadenas multimodales de acceso. Formas de acceso a las estaciones de Media Distancia en Cataluña. Fuente: Dirección General de Media Distancia. Renfe. Año 2008

En el ámbito urbano, cabe destacar una distribución similar de los accesos a las estaciones del sistema de Cercanías de la Región Metropolitana de Barcelona.



En ambos casos se observa una importante participación de las formas de movilidad más sostenibles: la no motorizada y en transporte público. La participación del vehículo particular en el acceso a las estaciones catalanas oscila entre un 13% y un 38%.

Durante los últimos 12 años ha habido un gran dinamismo en la licitación y ejecución de infraestructuras ferroviarias en España. En los proyectos ferroviarios ejecutados se acostumbraba a considerar únicamente el sistema de instalaciones fijas y material móvil necesario para explotar una línea, con poca atención para uno de los aspectos más importantes del servicio: la accesibilidad de las personas a las estaciones. La accesibilidad debe ser entendida como un término global en referencia a la facilidad de acceso a las estaciones. En algunos proyectos del Ministerio de Fomento esta accesibilidad se ha garantizado únicamente al público usuario del automóvil, considerándose accesible una estación conectada a la red viaria con independencia a su ubicación o facilidad de alcance para otros usuarios, como pueden ser los ciclistas,

peatones, etcétera.

Existen ejemplos recientes de grandes construcciones ferroviarias con estaciones fuertemente inaccesibles para los usuarios que no disponen de vehículo propio o compartido.

Estaciones recientemente inauguradas con un fuerte grado de inaccesibilidad.

Estación (año)	Provincia	Línea	Distancia a casco urbano	Distancia a centro histórico
Guadalajara Yebes (2003)	Guadalajara	LAV Madrid – Barcelona – Frontera francesa	4.750 metros a Guadalajara	6.000 metros a Guadalajara
Camp de Tarragona (2006) (*)	Tarragona	LAV Madrid – Barcelona – Frontera francesa	8.200 metros a Tarragona	8.200 metros a Tarragona
Segovia Guiomar (2007)	Segovia	LAV Madrid – Valladolid	3.200 metros a Segovia	4.800 metros a Segovia
Antequera Santa Ana (2007)	Málaga	LAV Córdoba – Málaga	14.000 metros a Antequera	15.200 metros a Antequera
Puente Genil – Herrera (2007)	Córdoba	LAV Córdoba - Málaga	4.600 metros a Puente Genil	5.200 metros a Puente Genil
Burgos Rosa de Lima (2008) (**)	Burgos	LAV Valladolid – Burgos – Vitoria y línea convencional	1.300 metros a Burgos	4.200 metros a Burgos
Cuenca Alta Velocidad (2010)	Cuenca	LAV Madrid – Comunidad Valenciana – Castilla la Mancha – Región de Murcia	1.200 metros a Cuenca	4.300 metros a Cuenca

(*) *Camp de Tarragona ha resultado una gran frustración en las relaciones de ámbito regional, aunque funciona mejor para tráficos de largo recorrido.*

(**) *Burgos Rosa de Lima ha supuesto una pérdida de viajeros respecto la estación céntrica anterior de Burgos, que fue suprimida. Las mejoras en tiempos de viaje de los trenes Alvia no se ha compensado con la pérdida de accesibilidad, que ha sido especialmente perjudicial para los trayectos regionales.*

Fuente: elaboración propia.