



Universidad
Politécnica
de Cartagena

FERROCARRILES



Curso 2024/2025
4º Grado Ingeniería Civil
Profesora: Pilar Jiménez Gómez
E-mail: pilar.jimenez@upct.es



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Índice

**Bloque 1.
Sección transversal ferroviaria**

**Bloque 2.
Geometría de la vía. Trazado**

**Bloque 3
Comportamiento mecánico de la vía**

**Bloque 4.
Calidad y mantenimiento**

**Bloque 5.
Instalaciones**



Índice

1. Introducción

2. El material móvil

3. La vía ferroviaria

3.1 El carril

3.2 La continuidad de la vía

3.3 La traviesa

3.4 Las sujeciones

3.5 El balasto. Capas de asiento



Índice

1. Introducción

2. El material móvil

3. La vía ferroviaria

3. 6. La vía en placa

4. Los aparatos de vía

5. Interacción rueda - carril



Universidad
Politécnica
de Cartagena

1

Introducción



1. Introducción

- **La infraestructura**
- **La superestructura**
- **El material móvil**
- **La electrificación**
- **El sistema de control de tráfico y señalización**



*Fuente: flickr Alta Velocidad Española (AVE)
Foto nº 250 del grupo de serie 103. José María Navarro
Sánchez. <https://www.flickr.com/groups/ave/>*



1. Introducción

- **La infraestructura**
 - Obras de tierra
 - Desmontes
 - Terraplenes
 - Obras de fábrica
 - Túneles
 - Viaductos



*Fuente: flickr Alta Velocidad Española (AVE)
Foto nº 250 del grupo de serie 103. José María Navarro
Sánchez. <https://www.flickr.com/groups/ave/>*

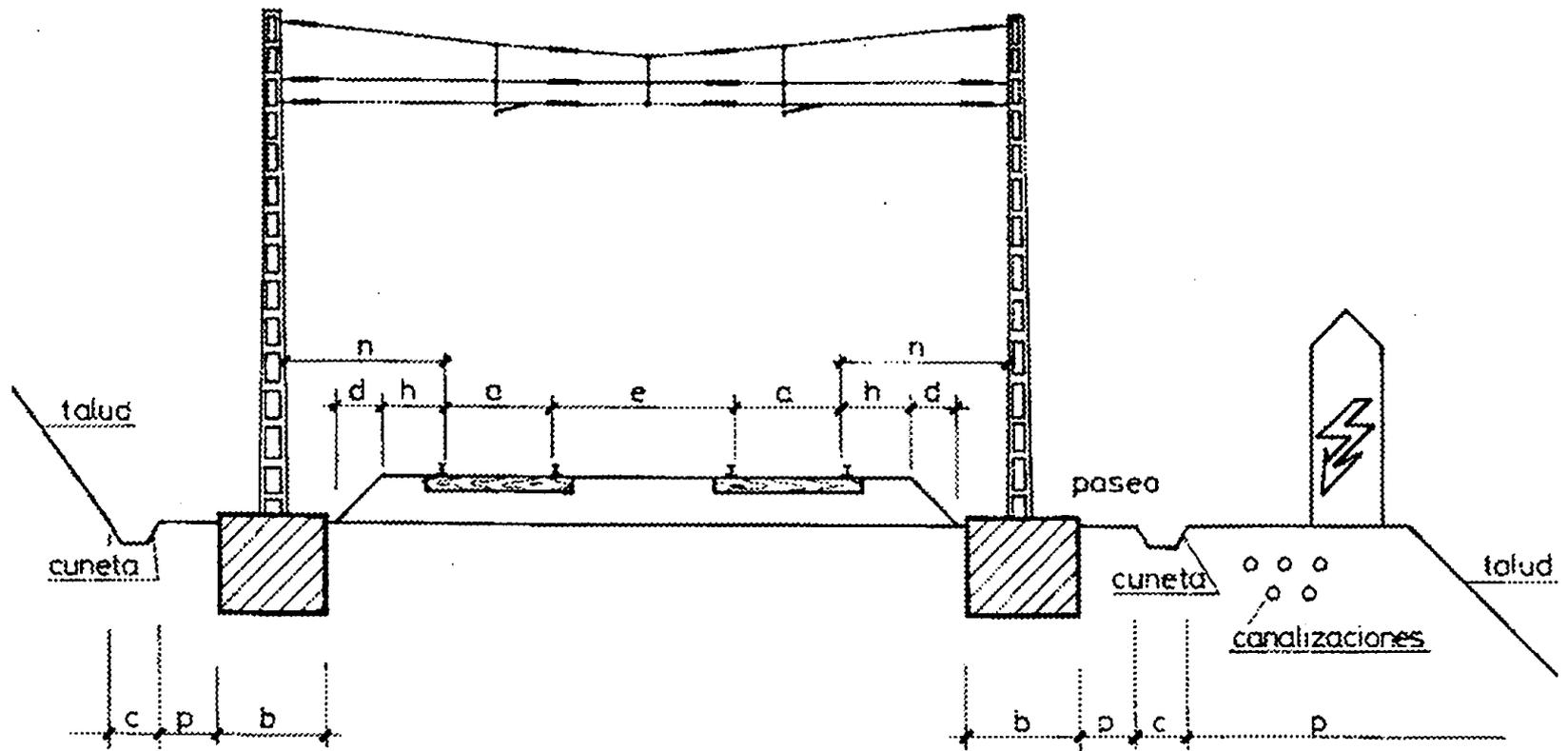


1. Introducción

- La infraestructura
 - La explanación

“Zona del terreno natural o preparado, destinada a contener la totalidad de sus instalaciones (vías, tendidos eléctricos, edificios, etc)”





a: ancho de vía en Renfe 1.668 mm.

b: cimentación de la electrificación (de 1 a 2 m).

c: ancho de la cuneta (de 0,5 a 1 m).

d: derrame de la banquetta (oscila de 0,5 a 1 m, según altura de la banquetta).

e: entrevía (de 2,1 a 3 m, según las necesidades).

h: hombro de la banquetta (de 0,8 a 1 m, según las necesidades de estabilidad).

n: gálibo de electrificación (distancia entre la cara activa del carril y los postes: 2,1 m, mínimo).

p: paseos (pueden ser uno o dos de 0,7 a 1 m de ancho).

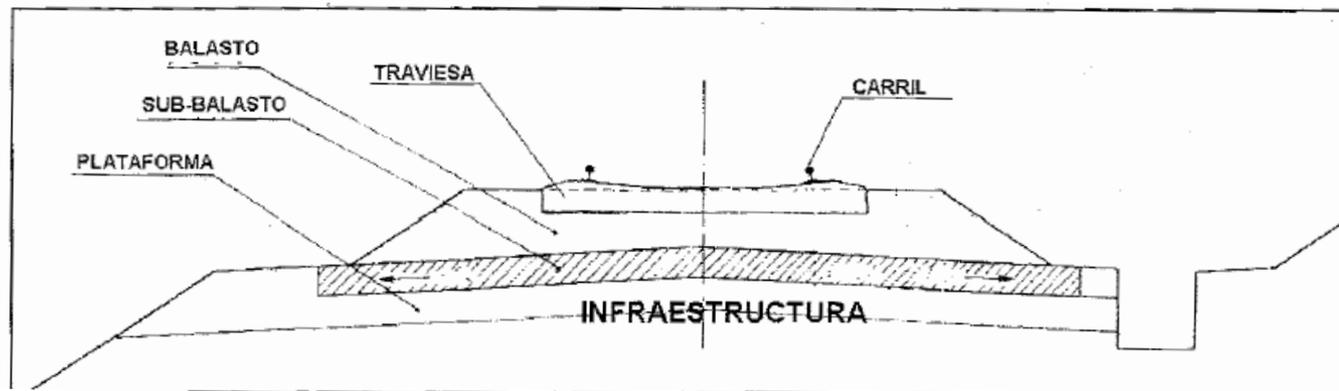


1. Introducción

- La infraestructura
- La superestructura
 - Carril
 - Traviesas
 - Sujeciones
 - Balasto
 - Subbalasto



Fuente: flickr Alta Velocidad Española (AVE)
Foto nº 250 del grupo de serie 103. José María Navarro
Sánchez. <https://www.flickr.com/groups/ave/>



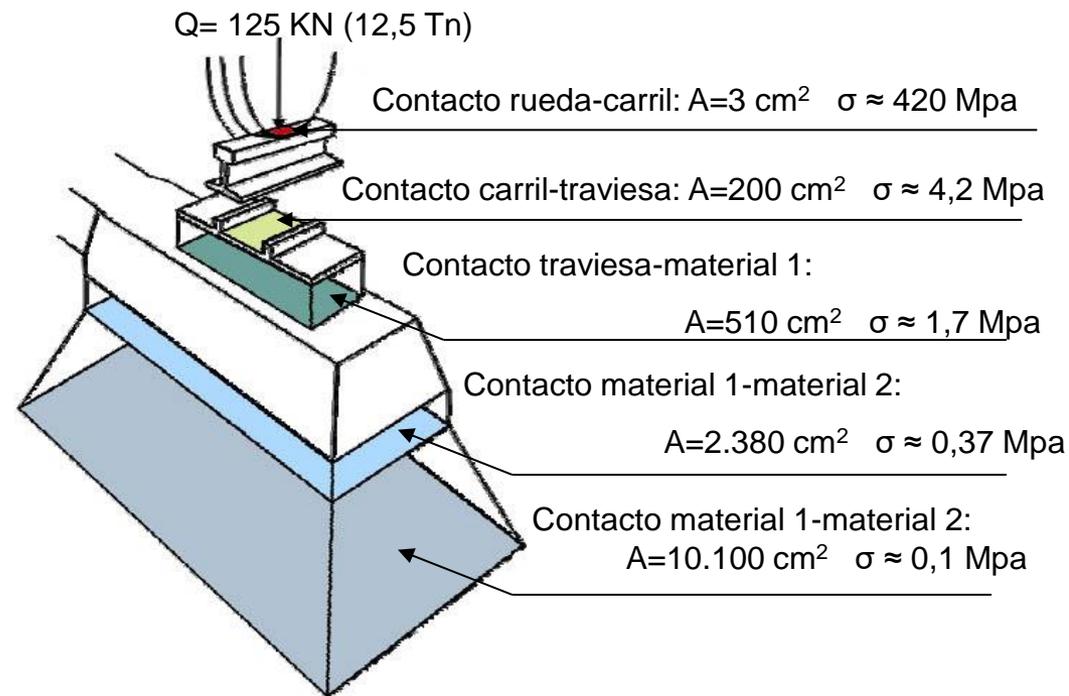
Fuente: Ingeniería de Ferrocarriles. Francisco Javier Calvo Poyo, José Lorente Gutiérrez,
Rafael Jurado Piña, Juan de Oña López. Editorial Técnica Avicam. Granada. 2015.



1. Introducción

- La infraestructura
- La superestructura
 - Carril
 - Traviesas
 - Sujeciones
 - Balasto
 - Subbalasto

ORDENES DE MAGNITUD
Transmisión de cargas



Fuente: Infraestructuras ferroviarias. Andrés López Pita. UPC.2006



1. Introducción

- La infraestructura
- La superestructura
- El material móvil
 - Material motor
 - Locomotoras
 - Automotores
 - Remolcado
 - Coches
 - Vagones



Fuente:
<https://historiadeluismi.files.wordpress.com/2012/05/documentos-010.jpg>



Fuente:
<http://www.vivireltren.es/2013/04/primer-intercity-gijon-sanz-crespo-madrid-chamartin-en-doble-composicion/vagones-alvia/>



Fuente:
<https://www.trenvista.net/tag/renfe-mercancias/>



1. Introducción

- La infraestructura
- La superestructura
- El material móvil
- La electrificación



*Fuente: flickr Alta Velocidad Española (AVE)
Foto nº 250 del grupo de serie 103. José María Navarro
Sánchez. <https://www.flickr.com/groups/ave/>*



1. Introducción

- La infraestructura
- La superestructura
- El material móvil
- La electrificación
- El sistema de control de tráfico y señalización



Fuente: <http://viaferreaunexpo.blogspot.com.es/>



1. Introducción

Unidades de medida de tráfico ferroviario

- **TBC (tonelada bruta completa)**. Toneladas que pesa el tren completo (material motor y remolcado).
- **TBR (tonelada bruta remolcada)**. Peso en toneladas del material remolcado (coches o vagones, incluida la carga) que arrastra la locomotora.
- **TKBC (tonelada kilómetro bruta completa)**. Se obtiene multiplicando el peso total del tren por la distancia que recorre.
- **TKBR (tonelada kilómetro bruta remolcada)**. Es el producto de toneladas remolcadas (TBR) por el número de kilómetros recorridos.



1. Introducción

Unidades de medida de tráfico ferroviario

- **PKO (plaza kilómetro ofrecida)**. Es la unidad de medida de la oferta en el transporte de viajeros. Equivale al desplazamiento de una plaza ofrecida en un coche o automotor a lo largo de un kilómetro.
- **VK (viajeros kilómetro)**. Es el producto del número de viajeros que lleva un tren por los kilómetros recorridos.
- **TKN (tonelada kilómetro neta)**. Es el producto de las toneladas netas que transporta un tren por el número de kilómetros recorridos.
- **UK (unidades de tráfico transportadas)**. Es la suma de los VK y TKN.



2. Introducción

Ejemplo:

□ Viajeros . km

Suma de los recorridos (en km) que realizan todos los viajeros (o toneladas) en un periodo de tiempo y en el ámbito considerado

Tren AVE Madrid-Cuenca-Valencia. 200 viajeros.

Caso A:

100 viajeros de M-CU (189,5 km) + 100 viajeros de CU-V (202,1 km)

Transporte realizado en este servicio:

$$100 \times 189,5 + 100 \times 202,1 = \mathbf{39.160 \text{ v.km}}$$

Caso B:

200 viajeros de M-V (391,6 km)

Transporte realizado en este servicio: $200 \times 391,6 = \mathbf{78.320 \text{ v.km}}$



1. Breve historia del ferrocarril

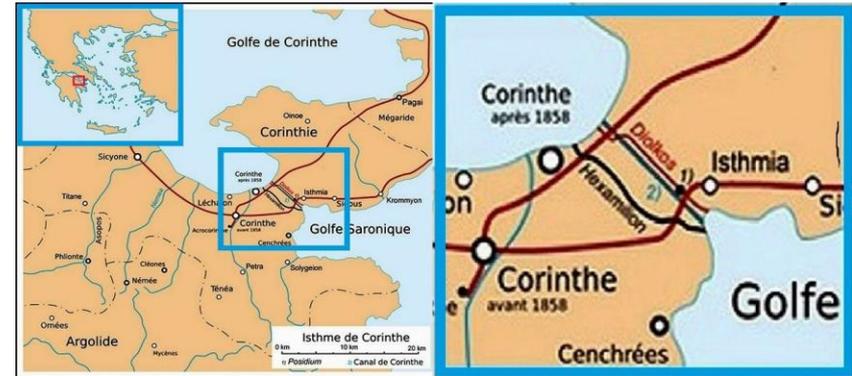
- Romanos (s. VII a.C.)



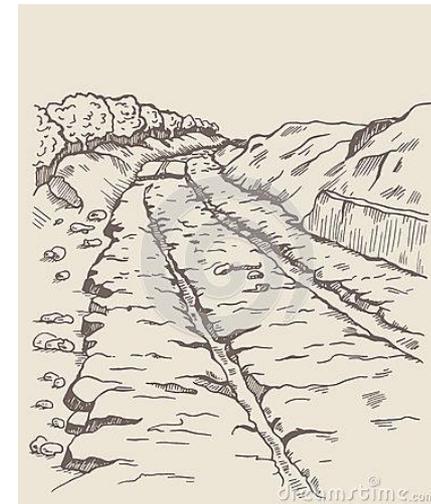
- Siglo XVII
 - Railes de madera (UK)
WAGONWAYS
- Siglo XVIII
 - Railes de hierro (UK)



Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/51/Wagonway.jpg/220px-Wagonway.jpg>



Fuente: <http://via-carrascosa.blogspot.com.es/2014/02/historia-del-ferrocarril-antecedentes.html>

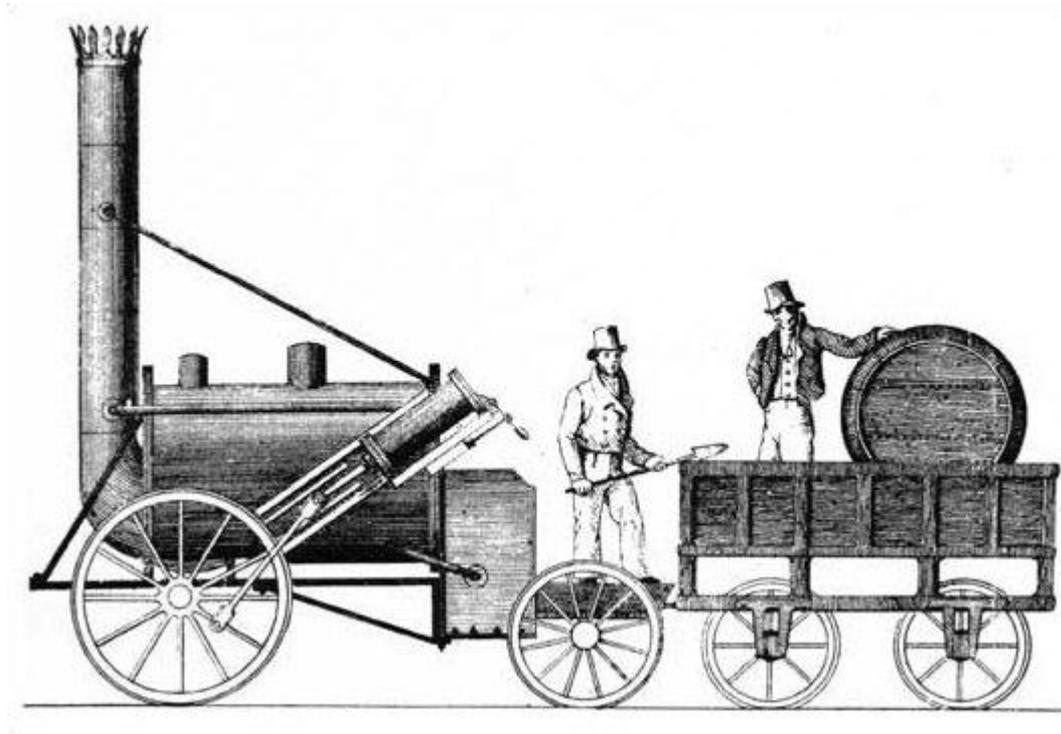


Fuente: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustracin-ferrocarriles-del-griego-clsico-image74587680>



1. Breve historia del ferrocarril

- Siglo XIX
 - 1803 – Locomotora Trevithick (Reino Unido)
 - 1829 – Stephenson: “La Rocket”



Fuente:

https://en.wikipedia.org/wiki/Stephenson's_Rocket#/media/File:Stephenson%27s_Rocket_drawing.jpg



1. Breve historia del ferrocarril

- Siglo XIX
 - 1803 – Locomotora Trevithick (Reino Unido)
 - 1829 – Stephenson: “La Rocket”
 - 1830 – Línea larga distancia Manchester-Liverpool

ÉXITO FERROCARRIL → EXPANSIÓN MUNDIAL



1. Breve historia del ferrocarril en España

- 1837 – Primer ferrocarril español se construye en CUBA, 28 kms, que unen La Habana con Bejucal.
- 1848 – Primer ferrocarril en la península:
Barcelona – Mataró
- 1851 – Madrid - Aranjuez
- 1856 – Creación compañías ferroviarias, a destacar:
 - ✓ M.Z.A. (Madrid – Zaragoza – Alicante)
 - ✓ Compañía de los Caminos de Hierro del Norte
- 1887 - Compañía de ferrocarriles andaluces



1. Breve historia del ferrocarril en España

- Finales siglo XIX → Expansión de la red ferroviaria



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ea/La_red_de_ferrocarriles.svg/350px-La_red_de_ferrocarriles.svg.png



1. Breve historia del ferrocarril en España

- Primera mitad siglo XX:
 - Red finales siglo XIX: 13,000 km (90% de la red existente en 1940).
 - Avances técnicos (sistemas de bloqueo, doble vía y primer ferrocarril eléctrico en 1926)
 - “Problema ferroviario”
 - ✓ Instalaciones y material móvil obsoletos → costes de explotación elevados
 - ✓ Tarifas
- RENFE (1941)

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles

- ✓ Recuperación de la red (12,401 kms)
- ✓ Nuevo material móvil (tractor y remolcado)
- ✓ Unificación de señalización y reglamentos de circulación



1. Breve historia del ferrocarril en España

- Años 50:
 - + Mejoras tecnológicas: trenes Talgo, BLS, electrificaciones...
 - Auge del transporte por carretera

- Años 60 – 70:
 - Plan Decenal de Modernización
 - Renovación de vías, material móvil, mejoras en seguridad y comunicaciones
 - Velocidad comercial: 140 km/h
 - Fin tracción a vapor (1975)
 - Se implanta el sistema ASFA
 - Primer Contrato Programa entre el Estado y RENFE (1979)

- Años 80:
 - Plan de Transporte Ferroviario (PTF – 1987)
 - Auge tráfico de trenes cercanías



1. Breve historia del ferrocarril en España

- Años 90:
 - Transporte viajeros: Alta Velocidad (AVE)
 - Transporte mercancías: Intermodalidad
 - Especialización y gestión comercial de RENFE: Unidades de Negocio y GIF (Gestor de Infraestructuras Ferroviarias)

2005: Liberalización del sector ferroviario

- Renfe Operadora
- Adif

2012: RD-Ley 22/2012

- Reestructuración de la entidad pública Renfe Operadora (Viajeros, Mercancías y Logística, Fabricación y Mantenimiento, Gestión de activos - Material ferroviario)
- Supresión de FEVE
- Inicio de la liberalización de los servicios de viajeros: 31 de julio de 2013
- Traspaso de activos (tramos AV) a Adif



1. Breve historia del ferrocarril en España

Renfe (operador público español)

Ofrece servicios de alta velocidad con **AVE**, **Avlo** (low-cost) y **Alvia**.



Operadores ferroviarios privados

Ouigo España (filial de la francesa SNCF) 10 mayo 2021

Opera trenes de bajo coste en rutas como **Madrid-Barcelona**, Madrid-Valencia y Madrid-Alicante.



Iryo (consorcio de Air Nostrum, Trenitalia y Globalvia) 25 nov 2022

Ofrece un modelo más "premium" con trenes Frecciarossa y conexión a varias ciudades como Madrid, Barcelona, Valencia, Alicante, Sevilla y Málaga.



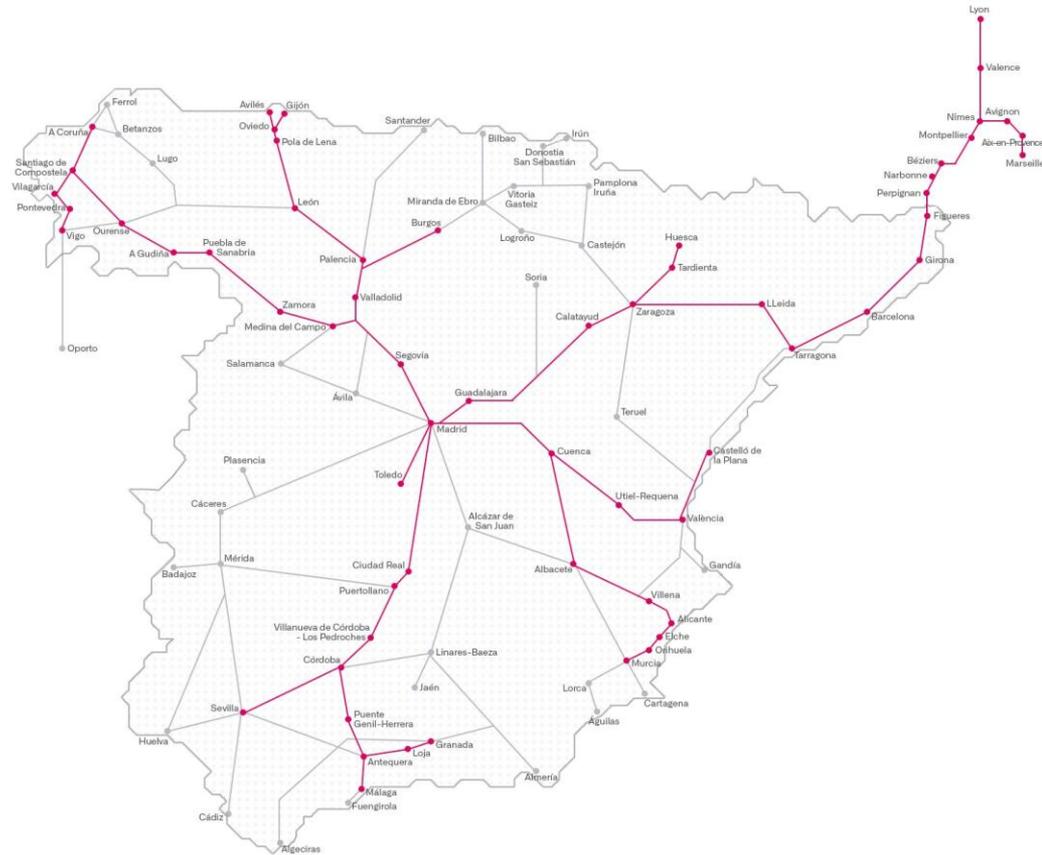


1. Breve historia del ferrocarril en España

renfe
AVE



renfe
avlo





1. Breve historia del ferrocarril en España

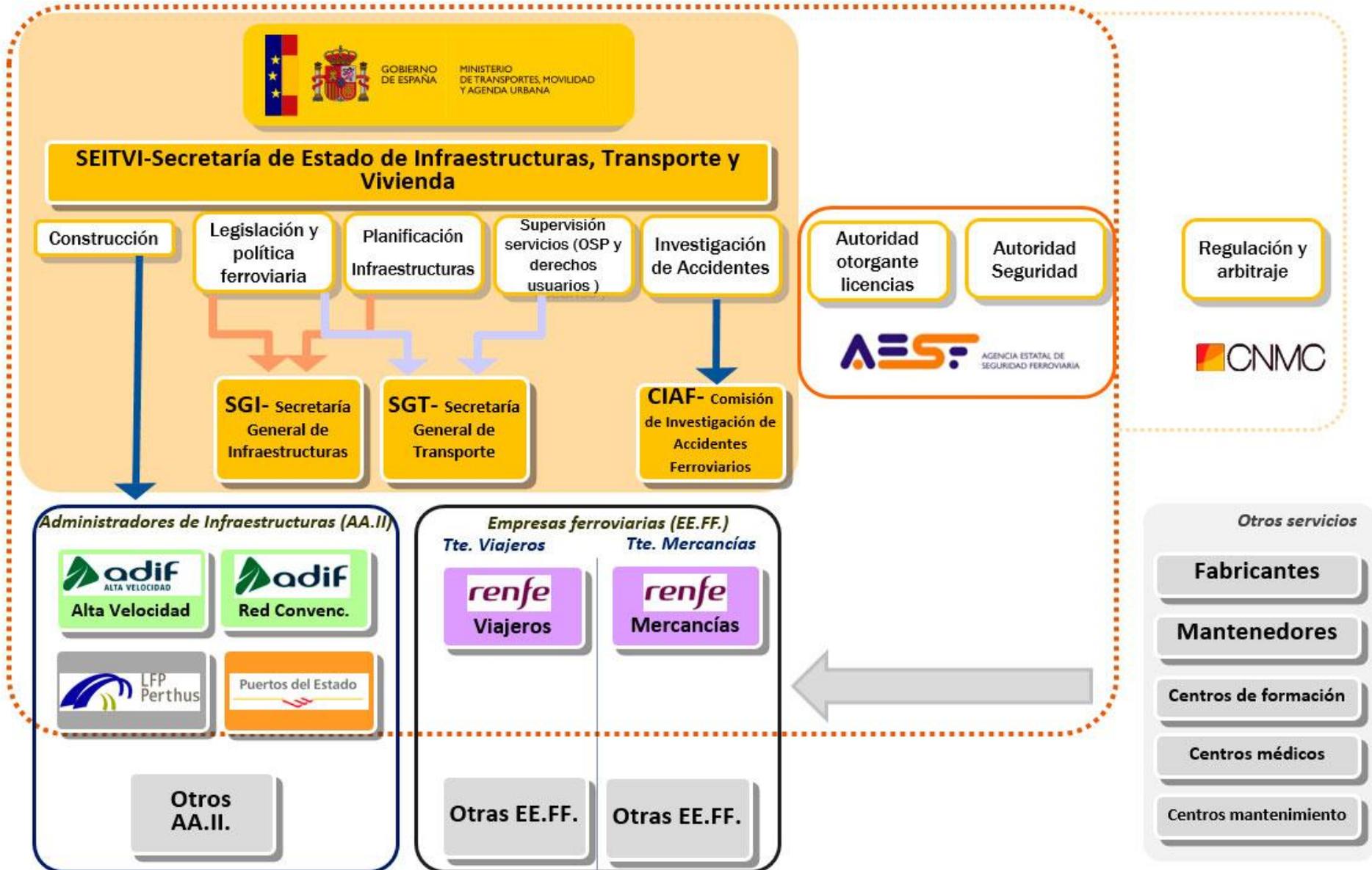




1. Breve historia del ferrocarril en España



PRINCIPALES AGENTES DEL SECTOR FERROVIARIO





1. El ferrocarril español en el siglo XXI

SERVICIOS DE TRANSPORTE FERROVIARIO

Servicio de viajeros

- **Cercanías:** actúan en el área metropolitana de las grandes ciudades. Se caracterizan por el elevado número de paradas y elevada frecuencia.
- **Media Distancia** (entre 50 y 100 km) de carácter regional que unen ciudades importantes con su ámbito de influencia. Circulan a mayor velocidad que los trenes de cercanías y realizan menor número de paradas.
- **Larga Distancia:** unen las principales ciudades del país, trayectos superiores a 100 km. Elevada velocidad comercial y confort a los viajeros.
- **Alta Velocidad:** Servicios diurnos de largo recorrido con elevada velocidad comercial, pocas o ninguna parada intermedia y gran confort y calidad de los servicios ofrecidos al viajero.



1. El ferrocarril español en el siglo XXI

SERVICIOS DE TRANSPORTE FERROVIARIO

Servicio de mercancías

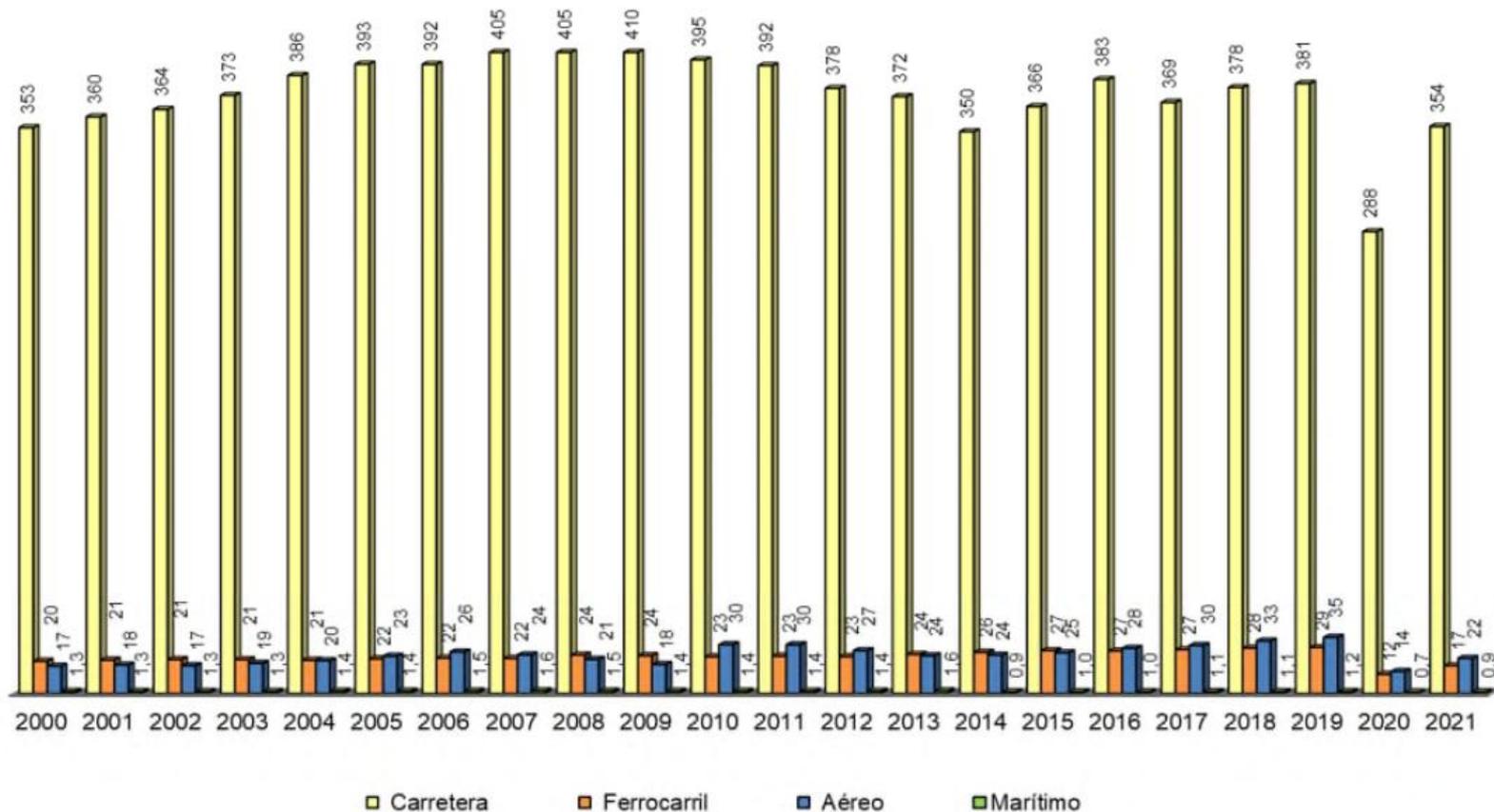
- **Vagón completo:** Se denominan trenes de mercancías puros. Esto quiere decir que transportan un solo tipo de mercancía y pertenece a un único cliente.
- **Transporte combinado:** Trenes que transportan principalmente contenedores sobre vagones porta-contenedores. Suelen ser trenes multicliente.



1. El ferrocarril español en el siglo XXI

Gráfico 1.5. Distribución del tráfico interior interurbano de viajeros según modo de transporte (viajeros-km)

Miles de millones



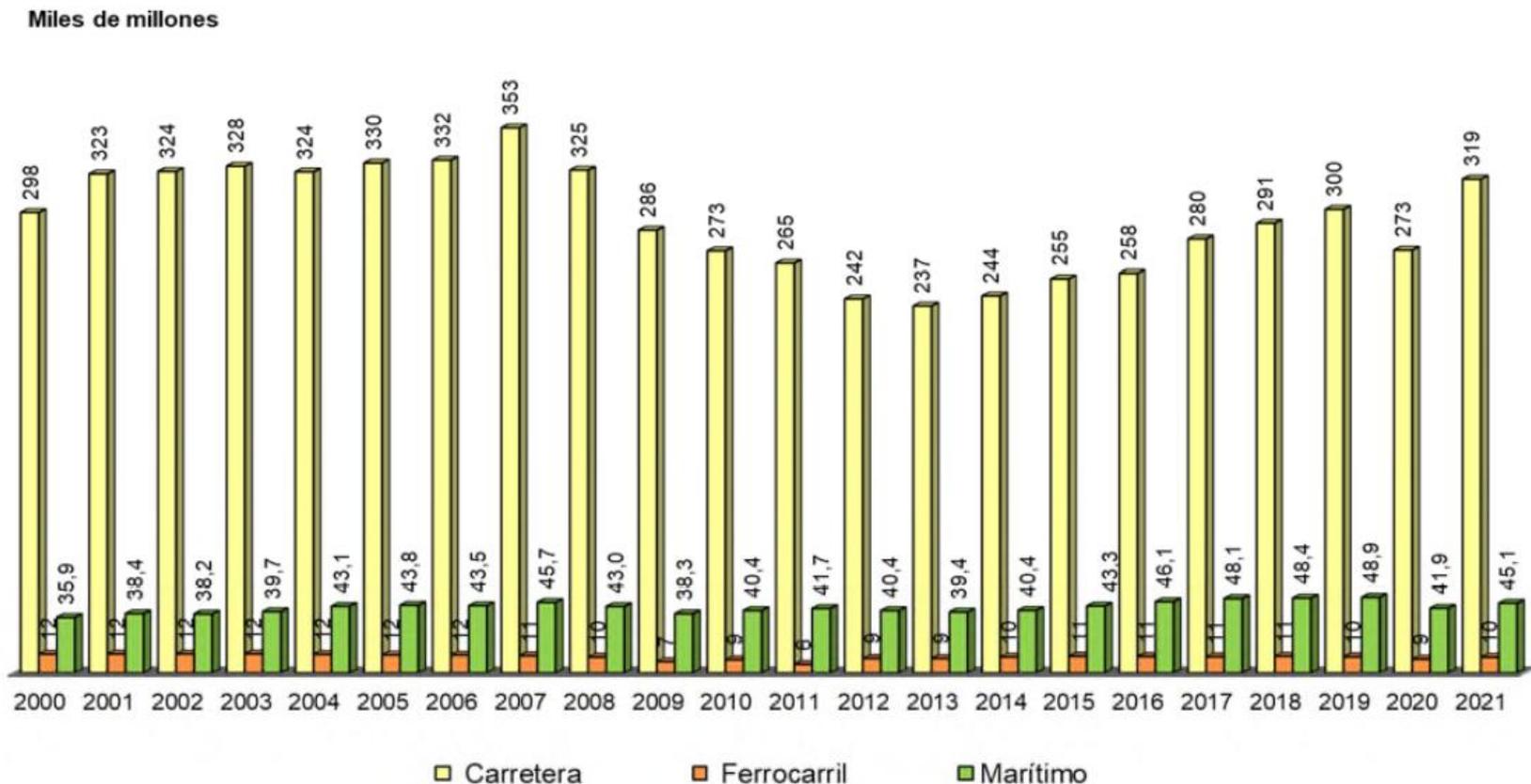
Fuente: Direcciones Generales y Organismos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, OTLE, RENFE operadora, FEVE, Compañías aéreas y Comunidades Autónomas.

Fuente: Los transportes y las infraestructuras. Informe Anual 2021. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento.



1. El ferrocarril español en el siglo XXI

Gráfico 1.6. Distribución del tráfico interior interurbano de mercancías según modo de transporte (toneladas-km)

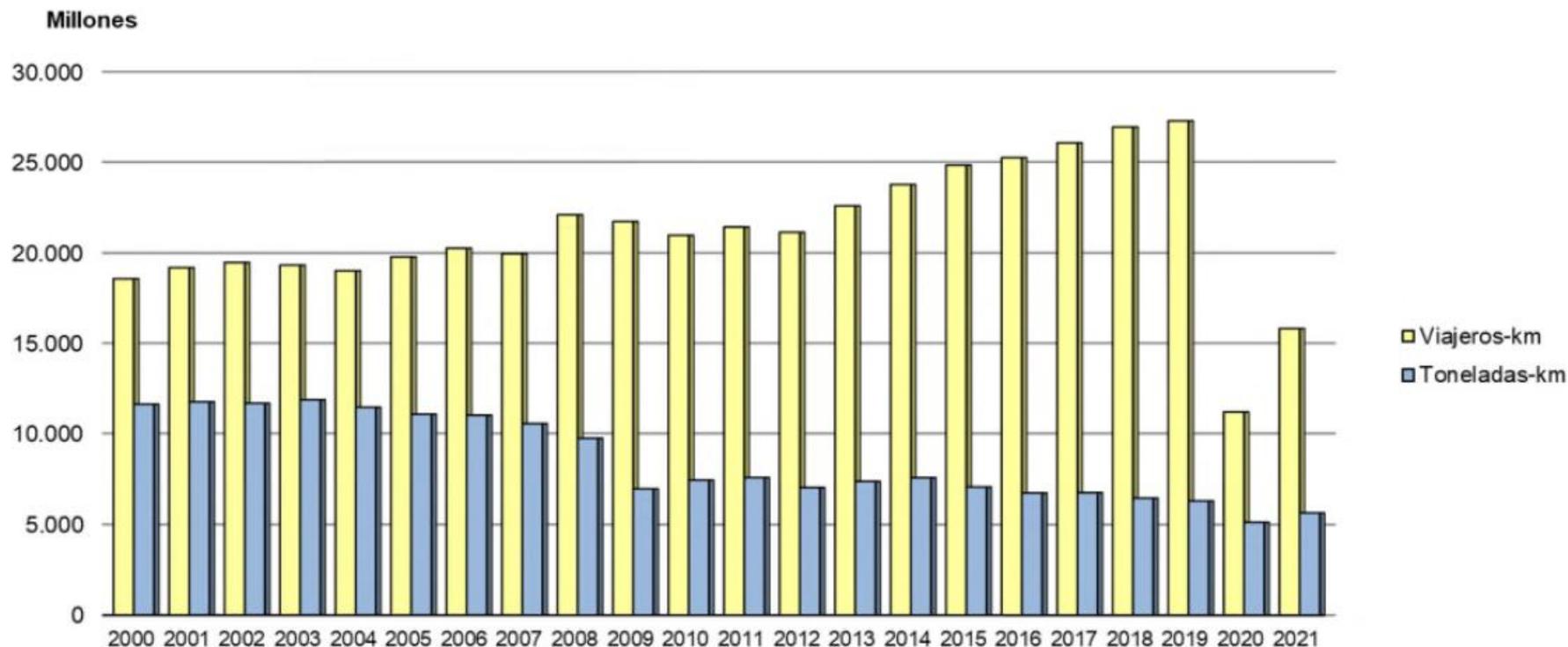


Fuente: Direcciones Generales y Organismos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, OTLE, RENFE Operadora, FEVE, IBERIA y Comunidades Autónomas.



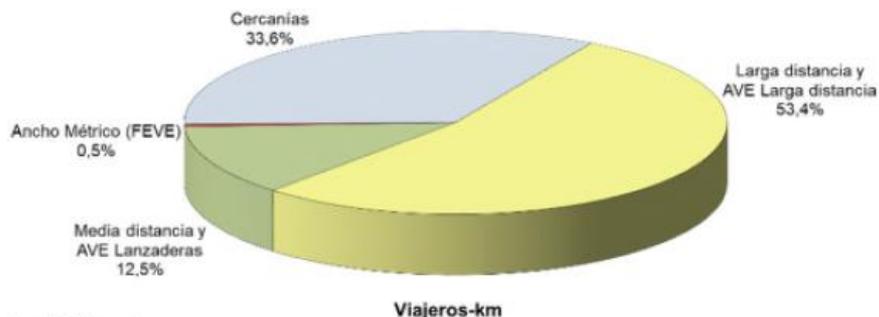
1. El ferrocarril español en el siglo XXI

Gráfico 3.1. RENFE. Tráfico de viajeros y mercancías



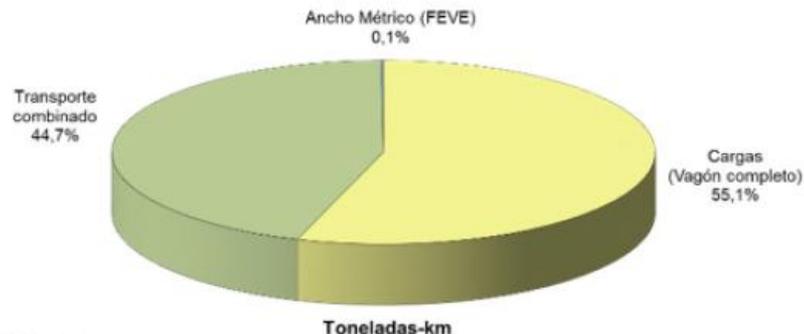
Fuente:RENFE operadora (Desde 2013 incluye tráfico Ancho métrico (Feve))

Gráfico 3.2. RENFE. Distribución del tráfico de viajeros por tipo de tren (año 2021)



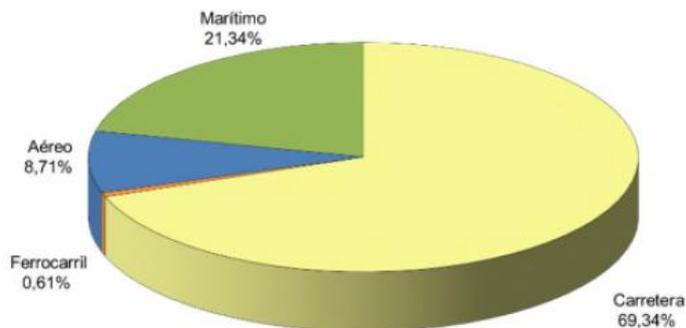
Fuente: RENFE operadora.

Gráfico 3.3. RENFE. Distribución del tráfico de mercancías por concepto (año 2021)



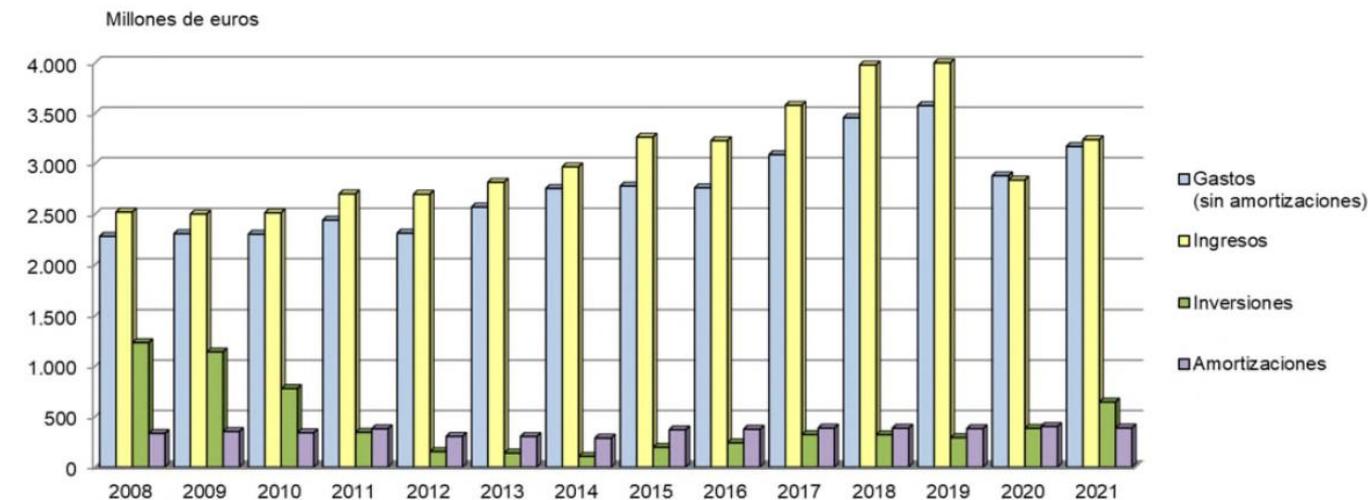
Fuente: RENFE operadora.

Gráfico 1.3. Energía consumida según modo de Transporte. Año 2021



Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, CORES, ADIF, RENFE Operadora, FEVE, Compañías privadas de Ferrocarril y Comunidades Autónomas.

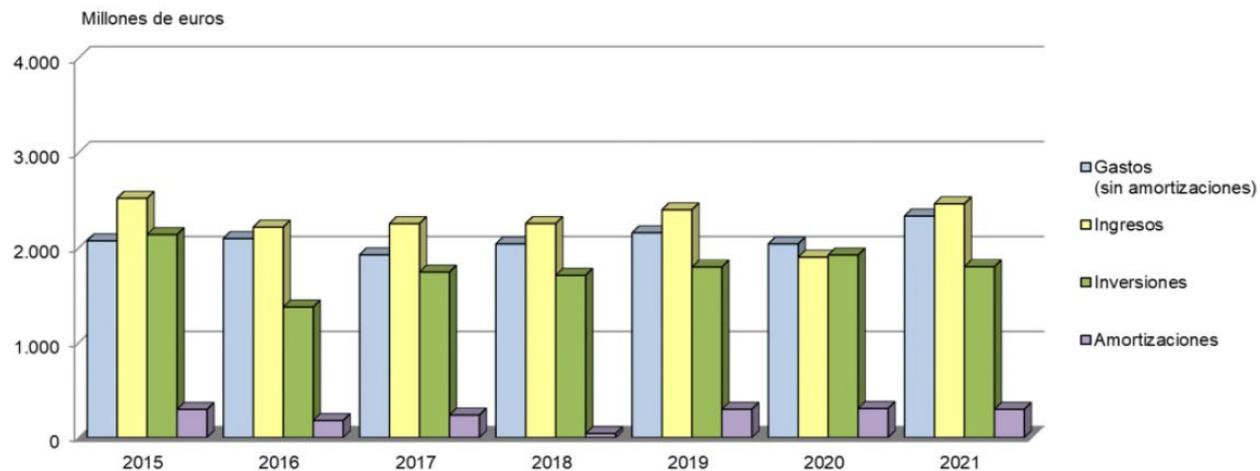
Gráfico 3.5. RENFE. Evolución de datos económicos



Fuente: RENFE operadora (Desde 2013 incluye inversiones Ancho métrico (Feve))

RIO

Gráfico 3.6. ADIF. Evolución de datos económicos



Fuente: ADIF (Desde 2013 incluye Ancho métrico (Feve))



1. El ferrocarril español en el siglo XXI

SERVICIOS DE TRANSPORTE FERROVIARIO

TABLA 3.1. Evolución de las características de explotación de las redes ferroviarias

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021 (*)	21/20
Longitud de las líneas (Km)	16.171,0	16.159,0	16.263,0	16.393,0	16.506,0	0,7%
Personal empleado (Promedio anual) (1)	30.856,0	31.018,0	31.465,0	31.126,0	30.453,0	-2,2%
Viajeros (millones)	685,4	715,3	726,4	377,0	461,1	22,3%
Viajeros-km (millones)	27.996,5	29.105,3	29.508,7	12.409,5	17.280,2	39,2%
Toneladas (millones) (2)	28,3	28,3	25,9	22,2	24,8	11,8%
Toneladas-km (millones) (2)	10.507,4	10.938,6	10.547,2	9.060,7	10.216,1	12,8%
Inversiones (millones de euros) (3)	2.622,8	2.473,7	2.406,6	2.531,9	2.704,3	6,8%

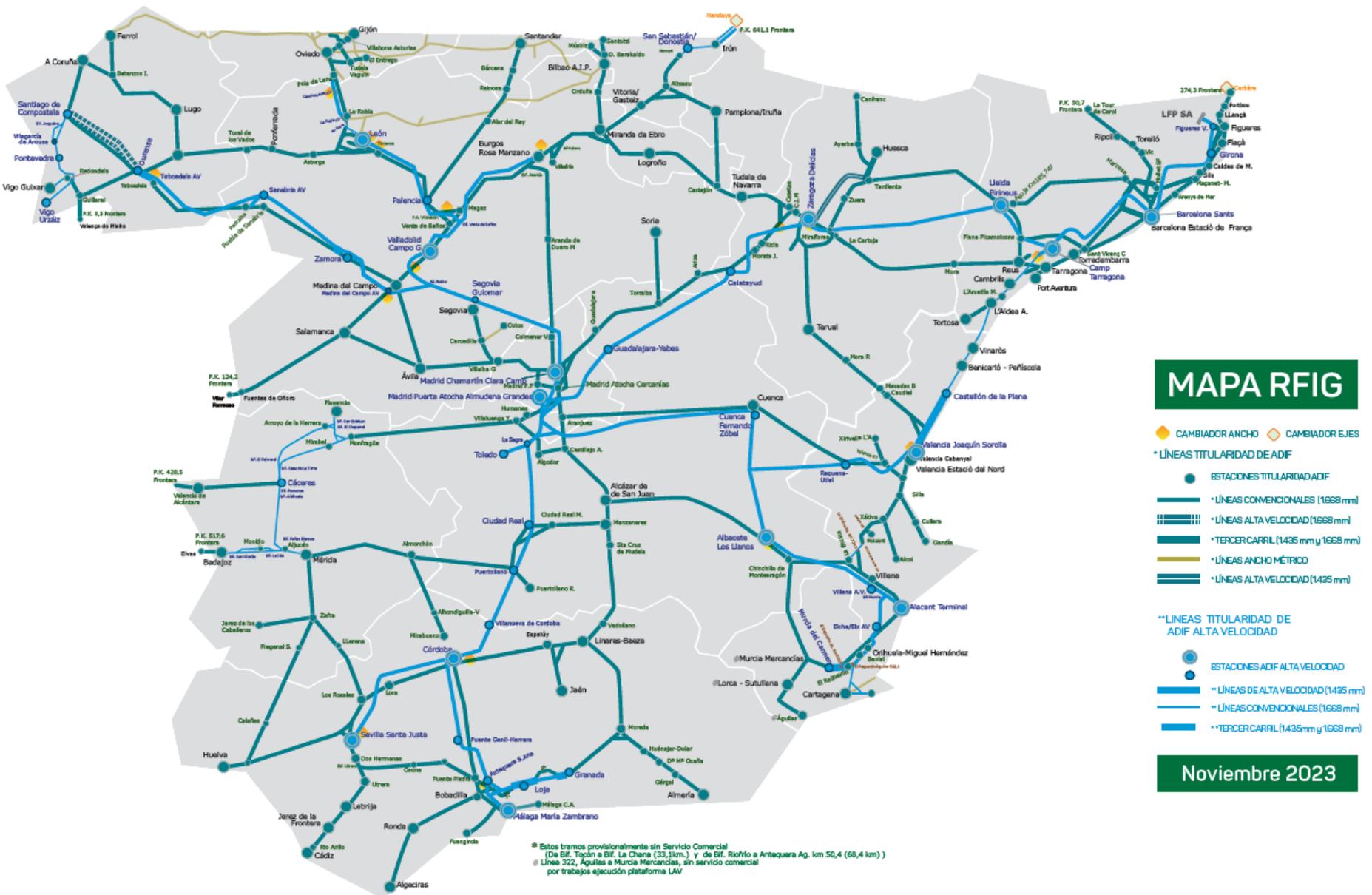
(*) Cifras provisionales

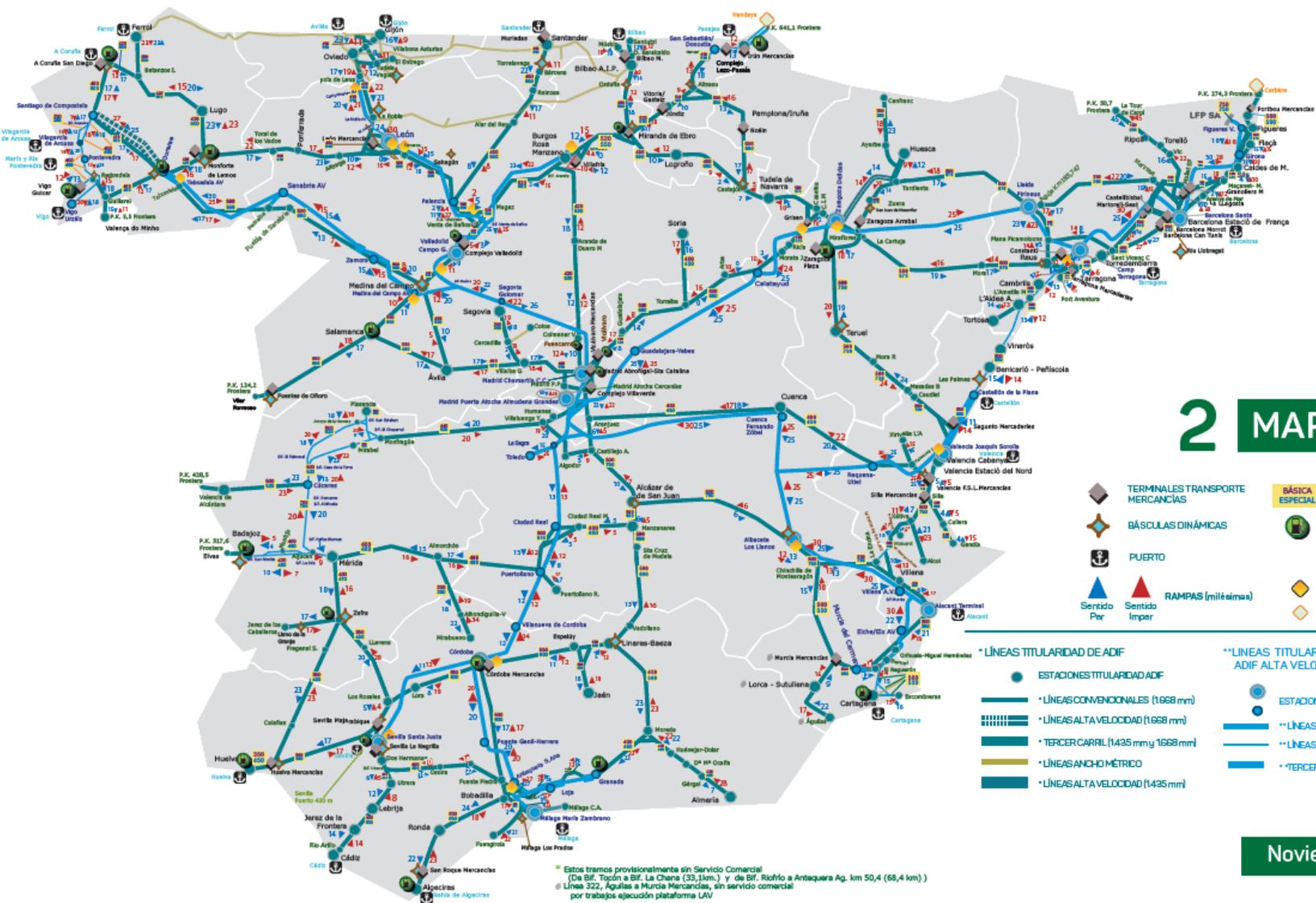
(1) No incluye los datos correspondientes a las compañías privadas de ferrocarriles.

(2) Incluye los tráficos comercial y de servicio. Incluye datos de las compañías privadas en régimen de liberalización que, desde 2006/2007, disponen de licencia de operador ferroviario en España y de las compañías en régimen de concesión.

(3) Incluye inversiones de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Programa 453A-Infraestructura del transporte ferroviario (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana), Comunidades Autónomas, RENFE Operadora, Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF y ADIF AV), Compañías de las CC.AA. y Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transportes Terrestres (SEITT). A fecha de cierre las CC.AA. no han presentado datos.

Fuente: RENFE Operadora, Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) y Adif.AV (A partir de 2013 datos Ancho métrico, Feve, se incluyen en Renfe operadora y Adif), Ferrocarriles de la Generalitat de Cataluña, C.A. Valenciana, C.A. del País Vasco, C.A. de las Illes Balears, OTLE, Compañías privadas vía estrecha y Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre (SEITT).





2 MAPA RFEG

- TERMINALES TRANSPORTE MERCANCÍAS
- BÁSCULAS DINÁMICAS
- PUERTO
- RAMPAS (milésimas)
- Sentido Per
- BÁSCULA DINÁMICA
- PUERTO
- RAMPAS (milésimas)
- Sentido Imper
- BÁSICA ESPECIAL
- PLUNTO FLUJO SUMINISTRO GASÓLEO
- CAMBIADOR ANCHO
- CAMBIADOR EJE

- * LÍNEAS TITULARIDAD DE ADIF
- ESTACIONES TITULARIDAD ADIF
 - LÍNEAS CONVENCIONALES (1668 mm)
 - LÍNEAS ALTA VELOCIDAD (1668 mm)
 - TERCER CARRIL (1435 mm y 1668 mm)
 - LÍNEAS ANCHO MÉTRICO
 - LÍNEAS ALTA VELOCIDAD (1435 mm)
- ** LÍNEAS TITULARIDAD DE ADIF ALTA VELOCIDAD
- ESTACIONES ADIF ALTA VELOCIDAD
 - LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD (1435 mm)
 - LÍNEAS CONVENCIONALES (1668 mm)
 - TERCER CARRIL (1435 mm y 1668 mm)

* Estos tramos provisionalmente sin Servicio Comercial (Del Bif. Tardán a Bif. La Chana (53,1km.) y de Bif. Ríofrío a Antequera Ag. km 50,4 (66,4 km))
 @ Línea 322, Aguilas a Murcia Mercancías, sin servicio comercial por trabajos ejecución plataforma LAV

Noviembre 2023

en el siglo XXI

los transportes, y las infraestructuras

informe anual 2021

DECLARACIÓN SOBRE LA RED 2024



 adif



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SUBSECRETARÍA

SECRETARÍA GENERAL
TÉCNICA