

**EXPLOTACIÓN COMERCIAL Y OPERACIÓN
DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS
POR FERROCARRIL / 2**



**MAGNITUDES, UNIDADES,
INDICADORES Y ESTADÍSTICAS DEL
TRANSPORTE DE VIAJEROS**

Alberto García Álvarez

20ª edición, agosto de 2016

Este documento es un capítulo del libro *Explotación comercial y operación de servicios de transporte de viajeros por ferrocarril*, cuyo contenido global es el siguiente:

1. Introducción al transporte de viajeros por ferrocarril. Los servicios interurbanos de transporte de viajeros en general, y por ferrocarril en particular. Infraestructura y regulación. Servicios comerciales y OSP
2. Magnitudes, unidades, indicadores y estadísticas en el transporte de viajeros.
3. La demanda en el transporte de viajeros. Generación, evolución y reparto modal.
4. La política comercial y los ingresos. Productos, canales y precios.
5. Los trenes. Material rodante para el transporte de viajeros por ferrocarril. Aspectos funcionales y operativos
6. Los recursos y los costes.
7. La oferta de servicios. Planificación programación y gestión de horarios, frecuencias, paradas, etc.

El libro tiene su origen en otro titulado *Operación de trenes de viajeros. Claves para la gestión avanzada del ferrocarril*, que el autor publicó junto con Alberto Cillero y Pilar Jericó en marzo de 1998, y que fue editado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles en el marco de las actividades que se desarrollaron para celebrar el 150 aniversario del ferrocarril en España. Tras esta primera edición, que se agotó rápidamente, se reeditó la primera parte del libro, corregida, en febrero de 2011.

Los nuevos conocimientos y el rápido desarrollo de los servicios de viajeros en España a partir de la extensión de los servicios de alta velocidad (2008-2010) y de las nuevas políticas comerciales y de oferta de Renfe (2013-2014) aconsejaban la redacción de una nueva publicación que, por entenderse más útil y flexible, adoptara la forma de una serie de capítulos separados. Esta publicación recoge las nuevas experiencias y últimos datos disponibles.

El documento relativo a las magnitudes y unidades ha sido desarrollado en varias versiones desde 2004 con el título de “Unidades técnicas y económicas de la explotación del transporte” como material didáctico de apoyo a diversos cursos. En esta edición (número 20) adopta una nueva denominación adecuada a los nuevos contenidos que se amplían a la descripción de las estadísticas del transporte.

Explotación de los servicios de transporte de viajeros / 2

Magnitudes, unidades, indicadores y estadísticas del transporte de viajeros

Edición 20. Agosto de 2016

© Alberto García Álvarez

Edita: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2017

Este documento es propiedad de su autor

ISBN: 978-84-946555-6-2

Depósito legal: M-17997-2017

Ilustraciones de cubierta y portada: Gonzalo Rubio García, Madrid-Atocha Cercanías (abril de 2014, hora punta de la tarde)

El capítulo 5, relativo a las estadísticas del transporte por ferrocarril, ha sido redactado por Iván Palacio.

El autor quiere agradecer la colaboración de Alberto Cillero Hernández, Javier Fernández de Arévalo, Andreu Esquiús, Luis Eduardo Mesa, Iván Palacio, María del Pilar Martín Cañizares e Ignacio González Franco. También la colaboración en la edición de Laura León y Lourdes Orozco.

Para mayor utilidad al lector español, el documento se ha enriquecido con ejemplos de aplicación en el ferrocarril español, y en muchos casos de Renfe. Algunos son datos o estadísticas públicas, procedentes en su mayor parte del Observatorio del Ferrocarril en España (OFE).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Magnitudes, unidades e indicadores o ratios.....	5
1.2. Periodo temporal y ámbito de medida.....	7
1.3. Conceptos relacionados con los vehículos	10
1.4. Conceptos relacionados con la operación	12
1.5. Conceptos relacionados con la infraestructura	13
1.6. Magnitudes y unidades de distancia, tiempo y velocidad.....	16
2. UNIDADES E INDICADORES DE TRANSPORTE, DEMANDA E INGRESOS	19
2.1. Unidades técnicas de transporte y demanda.....	20
2.2. Indicadores relacionados con el transporte	28
2.3. Unidades de ingresos y precios.....	33
2.4. Relación entre unidades.....	39
3. UNIDADES E INDICADORES DE OFERTA, PRODUCCIÓN Y COSTES	43
3.1. Unidades e indicadores técnicos de oferta y producción	43
3.2. Unidades e indicadores de costes.....	47
3.3. Relación entre unidades.....	49
4. INDICADORES Y RATIOS DE LA RELACIÓN ENTRE OFERTA Y DEMANDA	51
4.1. Utilización del servicio	51
4.2. Aprovechamiento del servicio	51
4.3. Relaciones entre las unidades económicas del transporte y de la oferta	54
4.4. Aprovechamiento de equilibrio	55
5. ESTADÍSTICAS SOBRE EL TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL	59
5.1. Observatorio del Ferrocarril en España (OFE)	59
5.2. Eurostat	60
5.3. Estadísticas de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)	61
5.4. Estadísticas de transporte del Instituto Nacional de Estadística (INE).....	62
5.5. Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento	62
5.6. Observatorio del Transporte y la logística en España (OTLE)	63
5.7. Observatorio de la Movilidad Metropolitana	64
5.8. Tabla resumen de las principales estadísticas del transporte por ferrocarril.....	65
6. ANEJOS	67
6.1. Ejemplos de cálculo de indicadores	67
6.2. Recomendaciones sobre notación y unidades.....	72
BIBLIOGRAFÍA	75
ÍNDICE DE FIGURAS.....	77
ÍNDICE DE TABLAS	79

1. INTRODUCCIÓN

La explotación comercial de los servicios de transporte de viajeros tiene sus características propias y, por lo tanto, requiere el empleo de magnitudes, unidades, variables e indicadores acordes con la naturaleza del negocio y sus características específicas. Las magnitudes y unidades que se refieren básicamente al transporte y a la producción pretenden medir ciertas características del servicio para evaluar sus costes, su eficiencia, su rentabilidad o la adecuación entre la oferta y la demanda.

Estas magnitudes pueden referirse a un servicio de transporte (a un vuelo concreto, por ejemplo) o a un grupo de servicios (por ejemplo, a todos los vuelos de una misma ruta), y siempre en un determinado periodo de tiempo (día, semana, mes o año).

Se requieren magnitudes y unidades semejantes para el estudio operativo y económico de cada uno de los diferentes modos de transporte de viajeros (ferrocarril, autobús, avión...) Según el modo de transporte que se estudia, se aplican denominaciones diferentes a cada una de las magnitudes, unidades e indicadores, pero no difieren en lo esencial.

El caso del ferrocarril es el más complejo, por cuanto la oferta se puede estructurar en trenes de capacidad variable (que puede cambiar agregando vehículos a un tren, o agregando “composiciones” o “ramas” a una misma “expedición”). Por otra parte, los servicios ferroviarios de viajeros tienen frecuentemente muchas paradas, lo que (como expondremos más adelante) induce una mayor complejidad que, por ejemplo, en el transporte aéreo. Por ello, emplearemos el ferrocarril como referencia en el desarrollo de las cuestiones relativas a las magnitudes y unidades de transporte, aunque los conceptos que se definen para el ferrocarril se pueden aplicar a otros modos de transporte (incluso realizando simplificaciones).

1.1. Magnitudes, unidades e indicadores o ratios

Entendemos como **magnitud** una propiedad que puede ser medida. Por ejemplo, la distancia, el tiempo, el transporte realizado, la oferta producida, etc.

Llamaremos **unidades** a las cantidades que se utilizan como medida. Por ejemplo, unidades de medida de la magnitud “distancia” son el kilómetro o el metro; del “tiempo”, son la hora o el minuto; de la magnitud “transporte”, los viajeros.kilómetro o los viajeros, etc.

Indicador o **ratio** es una relación entre diferentes magnitudes que ofrece una información relevante; por ejemplo, un indicador es el “recorrido medio del viajero” (que se obtiene dividiendo los viajeros.kilómetro por los viajeros transportados) que da idea de la distancia recorrida por término medio por los viajeros en un determinado ámbito.

Magnitudes en el transporte por ferrocarril

Las principales magnitudes que se miden en las estadísticas de transporte son: transporte y demanda; oferta y producción; ingresos y costes.

Llamamos **transporte** en las estadísticas, a la cantidad de desplazamiento de personas o de mercancías realizado. Es decir, a la cantidad de personas o mercancías movidas o de recorrido realizado por unas y otras.

Demanda sería la cantidad de transporte que requiere el mercado en unas condiciones de oferta determinadas (de precio, frecuencia, capacidad, confort, etc.)

Transporte y demanda son magnitudes diferentes, pero se miden con las mismas unidades, lo que produce una cierta confusión entre ellas:

- Demanda sería el número de personas que querrían viajar.
- Transporte es el número de personas que en realidad han viajado.

Por definición, el “transporte” es menor o igual que la “demanda”, ya que cuando la oferta es insuficiente para atender toda la demanda, el número de personas que viajan es menor que el número de las que querrían viajar.

Oferta es la capacidad de transporte que se pone a disposición del mercado, con independencia de que llegue a utilizarse o no. Medir la oferta tiene sentido en los servicios de transporte público regular de viajeros, en los que la oferta de transporte no responde a una demanda puntual y concreta, sino que se pone a disposición de los potenciales usuarios. No se utiliza el concepto de “oferta” en el transporte de mercancías, al no ser frecuente la oferta de un servicio de transporte para uso general, sino que los transportes se realizan en su mayor parte respondiendo a demandas concretas. Tampoco se utiliza la oferta en el transporte discrecional.

Producción se refiere al movimiento de los vehículos para el transporte (trenes, trenes.kilometro) y sus unidades de capacidad (por ejemplo, plazas, plazas-km), masa (toneladas de tara), etc. La producción es necesaria para atender la demanda de transporte y para realizar al tráfico, y forma parte de la oferta de transporte en los servicios regulares.

Ingresos son los productos económicos recibidos por la empresa que presta servicios de transporte como contraprestación de esos servicios.

Precios son las cantidades económicas pagadas por los viajeros o cargadores de mercancías para beneficiarse del transporte.

Costes son los sacrificios económicos en los que incurre la empresa operadora para prestar los servicios de transporte; es decir, el valor económico de los bienes y servicios necesarios para producir el servicio.

Clasificación de magnitudes y unidades

Las *magnitudes* y *unidades* relevantes en el transporte pueden clasificarse en tres grandes grupos:

1. **Magnitudes y unidades de distancia, tiempo y velocidad**, que no son exclusivas del mundo del transporte. Se relacionan por un lado con las magnitudes y unidades de transporte y demanda, y por otro con las de producción y oferta. Intervienen en los indicadores y ratios que relacionan unas y otras.
2. **Magnitudes y unidades de transporte e ingresos**. Las unidades de transporte pueden servir, además, para medir la demanda. Se relacionan con los ingresos percibidos por el transporte.
3. **Magnitudes, unidades de producción y costes**. Las unidades de producción, también son empleadas para medir la oferta de transporte. En el transporte de viajeros es más habitual referirse a la oferta y a la capacidad (ofertada), mientras que en mercancías, al ser los servicios normalmente prestados “a demanda”, no suele hablarse de una “oferta”, sino de producción. Las magnitudes de producción y de oferta se relacionan con las de costes incurridos para prestar el servicio.

A su vez, dentro de cada uno de estos grupos, pueden distinguirse:

- Magnitudes y unidades técnicas o físicas (viajeros, toneladas, trenes...).

- Magnitudes y unidades económicas (relativas a precios, ingresos, costes y márgenes).

Relaciones entre magnitudes

Pueden relacionarse las magnitudes de transporte con las magnitudes de producción (o las magnitudes de oferta con las de transporte o las de demanda) para los análisis de eficiencia del sistema de transporte. Y ello, tanto en el aspecto técnico como en el económico.

Como regla general:

- Las magnitudes de transporte deben relacionarse con las magnitudes económicas relativas a los ingresos, pues es el transporte lo que genera ingresos, sea cual sea la oferta.
- Las magnitudes de producción u oferta son las que deben ponerse en relación con las magnitudes económicas de coste, pues producir una determinada oferta es lo que hace incurrir en un coste económico.

1.2. Periodo temporal y ámbito de medida

Cuando se hace alusión a cualquier magnitud o indicador (por ejemplo, a los viajeros o a las toneladas transportadas, a la oferta de plazas, al ingreso obtenido por viajero.kilómetro, o al coste por tren.kilómetro) es preciso acotar el periodo temporal y el ámbito espacial o material al que se refiere el dato.

Periodo temporal

Lo normal es que el dato de transporte u oferta corresponda al valor total (o al valor medio) de un tipo de servicio; de un tren o grupo de trenes; o de una ruta en un periodo de tiempo.

Para evitar errores es conveniente indicar si el dato corresponde a un total (es decir, si es un sumatorio) o a una media, y en cualquier caso a qué periodo temporal corresponde.

Con la excepción de los casos en que el dato pretenda dar una información sobre la una evolución inmediata de una determinada magnitud, suele emplearse el año como periodo de contabilización, ya que el transporte presenta una fuerte estacionalidad, y por ello, la utilización de datos de periodos temporales más reducidos (trimestre, mes, semana o día) dificulta los análisis.

En caso de utilizar datos de periodo inferior al año, suele hacerse la comparación con el mismo trimestre, mes, semana o día (corrigiendo en este caso por día de la semana) del año anterior; o bien utilizando datos interanuales (del año móvil).

En España -y en Europa en general-, los datos anuales suelen corresponder al año natural que comienza el 1 de enero y que se corresponde con el año económico o fiscal.

Ámbito espacial y material en el transporte de viajeros

La agrupación de los transportes de viajeros puede hacerse según tres criterios:

1. La empresa operadora que presta los servicios.
2. El “tipo de servicio de transporte” (internacional, larga distancia, turístico...)

3. El “tipo de tráfico” que se pretende medir, que puede ser:

En un tren o grupo de trenes

En una ruta origen-destino

En un punto (estación, ciudad, provincia).

Lógicamente, también es posible que un dato se refiera a una combinación de los tres criterios (viajeros de Renfe en la estación de Albacete en trenes de largo recorrido; viajeros en la ruta Sevilla-Córdoba en trenes regionales...)

Tipos de servicios de transporte de viajeros

Se diferencian cinco “Tipos de servicios de transporte” de viajeros: cuatro de ellos de transporte, y otro combinado de transporte y de ocio:

- **Transporte internacional:** cuando el origen y el destino del tren están en países diferentes. No se considera, por excepción, como transporte internacional cuando uno de los extremos del recorrido del tren está en el territorio español y el otro es una estación extranjera “fronteriza”: Hendaya, Portbou, Perpignan, La Tour de Carol, Valença do Miño, Elvas o Marvão. En un tren internacional puede haber viajeros que hagan recorridos nacionales, en cuyo caso se contabilizan como viajeros nacionales de largo recorrido si el recorrido del tren en España es superior a 120 kilómetros, o como viajeros nacionales de servicio regional si es el recorrido es menor.
- **Transporte de larga distancia** sería el realizado en trenes en los que el recorrido medio del viajero es superior a 300 kilómetros. Dentro de este segmento de “larga distancia”, a su vez, se distinguen dos subsegmentos, en función de la velocidad media del tren:
 - **Transporte de viajeros de “alta velocidad”**, es el realizado en aquellos servicios en los que la velocidad máxima del tren es superior a 200 km/h y además la velocidad media es superior a 150 km/h (en España a este servicio se le denomina “AVE”).
 - **Transporte de viajeros de “larga distancia convencional”**, el realizado en aquellos servicios en los que la velocidad máxima del tren es igual o inferior a 200 km/h o la velocidad media inferior a 150 km/h. Estos servicios se pueden clasificar, a su vez, en “diurnos” y “nocturnos”.
- **Transporte de media distancia o regional**, es el realizado en trenes cuyo recorrido medio del viajero está entre 75 y 300 kilómetros e incluso cuando, estando por debajo, no haya sido declarado como “Cercanías”.
- **Transporte de cercanías** es el que se realiza en trenes en los que los viajeros recorren por término medio menos de 75 kilómetros, siempre que los trenes hayan sido declarados como “servicios de cercanías”. Los servicios de cercanías tienen normalmente una frecuencia elevada, se venden sin asignación de plaza y las tarifas suelen ser por coronas o zonas y con títulos multiviaje para elevada frecuencia de viaje.
- **Servicios turísticos** son aquellos que, con independencia de la distancia recorrida, tienen como finalidad principal el ocio en lugar del desplazamiento. En concreto, en España se entienden por servicios turísticos los que cumplen las condiciones Real Decreto-ley 4/2013 (artículo 37). Estos servicios deben prestarse en el marco de una combinación que deberá incluir, además del servicio de transporte, al menos dos de las siguientes prestaciones:

- alojamiento durante al menos una noche;
- manutención alimenticia;
- otros servicios turísticos no accesorios del transporte o del alojamiento y que constituyan una parte significativa de la combinación (por ejemplo, “la asistencia a cursos, conferencias o eventos deportivos, realización de excursiones o visitas a centros de interés cultural o turístico, entradas para la asistencia a un espectáculo en el lugar de destino, alquiler de vehículos o servicio de guía turística”).

Tipo de tráfico que se mide

El transporte o la demanda (así como la oferta, producción, ingresos y costes) corresponden a un desplazamiento entre dos puntos, pero puede medirse con tres enfoques:

- Atendiendo al tren o servicio, producto u operador en que se ha producido. En este ámbito, se denomina “corredor” o “línea” a un eje de tráfico, en el que circulan grupos de trenes con iguales o semejantes orígenes y destinos, con diferentes esquemas de paradas y que pueden corresponder incluso a distintos productos comerciales. Normalmente en transportes de media y larga distancia se emplean las denominaciones “mercado”, o “corredor”, mientras que en servicios de cercanías es más normal emplear la palabra “línea”. Un “tren” o “expedición” (término más utilizado en el lenguaje de la carretera) es un servicio de transporte que forma parte de un “corredor” y que tiene un horario y unas paradas predeterminadas. Dentro de un mismo “tren”, los viajeros viajan en realizan varias “rutas” origen-destino (o punto a punto).

Por ejemplo, el corredor Madrid-Levante engloba varios productos del operador Renfe como “AVE”, “Alvia”, “Intercity”, etc. Cada uno de ellos incluye diferentes grupos de trenes (los AVE directos Madrid Valencia, los AVE de paradas Madrid Valencia, etc.) y cada grupo de trenes comprende trenes concretos (dentro de los AVEs directos Madrid Valencia, el AVE Madrid Valencia de las 9:10, el de las 11:40, el Valencia Madrid de las 7:10, etc.). En cada tren hay diversas rutas, como las de Madrid a Valencia, de Madrid a Alicante, de Albacete a Alicante, etc.

En Renfe los servicios comerciales nacionales de viajeros están estructurados en los siguientes corredores: Este, Nordeste, Mediterráneo, Norte, Sur y Transversales.

- Atendiendo al origen y destino en que se produce el desplazamiento. Una ruta (también denominada “punto a punto” u “OD”) es un par de estaciones, ciudades, o provincias, que son origen-destino de los viajeros. En ocasiones, los viajeros pueden utilizar diversas estaciones dentro de la misma ciudad, por lo que normalmente a efectos de medición del tráfico interurbano la ruta se considera “ciudad a ciudad”, aunque también puede hablarse de rutas “estación a estación” e incluso “provincia a provincia”. Los corredores engloban “trenes”, y los “trenes” engloban “rutas”.
- Atendiendo al punto en que se ha generado o terminado el desplazamiento (que puede ser una estación, una ciudad, una provincia o una Comunidad Autónoma) con independencia del punto de destino u origen del desplazamiento. En esos casos suelen incluirse los tráficos con origen, destino o transbordo en el punto considerado, incluyendo diversos corredores, trenes y productos.

Por ejemplo, en la estación de Madrid-Puerta de Atocha y para el producto AVE pueden sumarse los viajeros subidos y bajados de los trenes

AVE de los corredores de Madrid a Levante, de Madrid a Andalucía, de Madrid a Barcelona, etc. y sus respectivas rutas.

Tabla 1. Ejemplo de combinación de tipos de transporte (productos-trenes, rutas y puntos de generación)

CORREDOR, OPERADOR, PRODUCTO, SERVICIO					RUTAS OD								TRÁFICO POR ESTACIONES O CIUDADES								
CORREDOR	OPERADOR	PRODUCTOS	GRUPOS DE TRENES	TRENES	Mad-Valencia	Madrid-Alicante	Madrid-Albacete	Madrid-Gandia	Madrid-Ourense	Cuenca-Valencia	Madrid-Castell.	Requ-Valencia	Madrid	Valencia	Albacete	Gandia	Alicante	Cuenca	Requena		
Madrid Levante	Renfe Viajeros	AVE	AVE directo Madrid Valencia	AVE Mad Val 10:40	X								o	o							
				AVE Mad Val 12:40	X										o	o					
				AVE Val-Mad 7:10	X											o	o				
				X											o	o				
		AVE	AVE paradas Madrid Valencia	AVE Mad Val 6:45	X					X				X	o	o				o	
				AVE Val Mad 6:40	X					X						o	o				o
		AVE	AVE Madrid Alicante	AVE Mad Alicante 7:45		X	X								o					o	
				AVE Alicante Mad. 6:15		X				X						o	o	o	o	o	
		Alvia	Alvia Madrid Gandia	Alvia Madrid Gandia		X			X	X	X				o	o	o				
				Alvia Madrid Castellón	Alvia Mad.-Gandia 15:25	X				X	X	X				o	o	o			
Renfe Viajeros OSP Avant	Avant	AVANT Requena Valencia	Avant Req Val 8:11									X	o						o		
			Avant Val Reque 6:40										X	o						o	
											X	o						o		

Fuente: Elaboración propia.

Consideración de uno o de los dos sentidos del tráfico

Los datos de transporte y oferta se refieren a la suma de ambos sentidos (ida y vuelta) en el caso del tráfico de trenes o grupos de trenes y de las rutas; y se refieren a los viajeros subidos y bajados en el caso de las estaciones y de las ciudades.

Si por cualquier razón se utiliza el dato de un único sentido de circulación (en los trenes y rutas) o de los viajeros subidos en una estación o ciudad se debe indicar expresamente para evitar errores.

1.3. Conceptos relacionados con los vehículos

1.3.1. Denominaciones de las diferentes clases de vehículos

Un “tren” es un conjunto de vehículos que circulan por la línea ferroviaria unidos entre sí. Si la unión entre ellos es ocasional (y cada uno de los vehículos del tren puede unirse en otros viajes con otros vehículos diferentes) se llama entonces “tren convencional”. Si la unión entre vehículos es permanente, se trata de los llamados “trenes autopropulsados” (suelen ser trenes autopropulsados, por ejemplo, los trenes que prestan servicios de cercanías y de alta velocidad).

Los vehículos en los que se transportan los viajeros se denominan “coches”; los vehículos en que se transportan las mercancías son “vagones” y “furgones”; y los

vehículos que aportan la fuerza tractora para remolcar unos y otros se denominan “locomotoras” o “tractores” (estos últimos generalmente se utilizan para realizar maniobras).

En algunos trenes autopropulsados, en el mismo vehículo que aporta la tracción de un tren también se pueden transportar viajeros (es el llamado “coche motor”).

1.3.2. Características relevantes de los trenes y de los vehículos

Las características relevantes del material rodante (vehículos) para el transporte de viajeros que son objeto de utilización estadística son las siguientes:

Parque es el conjunto de vehículos de un determinado tipo (locomotoras, coches, o trenes autopropulsados) de que dispone una compañía operadora o alguna de sus divisiones o unidades de negocio.

Velocidad máxima de un vehículo (locomotora, coche) o de un tren autopropulsado, es la velocidad a la que puede circular en el servicio comercial con viajeros. La velocidad máxima de un tren convencional es la menor de entre las velocidades máximas de los diferentes vehículos que lo integran. La velocidad máxima se expresa en kilómetros hora (km/h).

Tara es la masa de un vehículo o de un tren autopropulsado en orden de marcha, pero sin viajeros ni carga. La tara de un tren convencional es la suma de las taras de los vehículos que lo integran. La tara se expresa en toneladas métricas (t). Una tonelada equivale a 1.000 kilogramos.

La **capacidad** de un coche o de un tren autopropulsado es el número máximo de personas que puede transportar en condiciones normales de explotación comercial. Se expresa en plazas.

- **Plazas sentadas o acostadas:** es el número de asientos, camas, literas de que dispone un coche (o el conjunto de un tren autopropulsado) para el transporte de viajeros. No se contabilizan los asientos destinados al transporte del personal operativo del tren, ni los asientos en cafeterías, restaurantes, estransportines u otros espacios para los que no se venden billetes.
- **Plazas de pie:** en los vehículos y servicios en los que se admiten viajeros de pie, las plazas expresan el número máximo de personas que pueden viajar, suponiendo generalmente una determinada densidad de personas por metro cuadrado (que suele oscilar entre 3 y 6).
- **Plazas totales:** en los servicios y vehículos que admiten viajeros sentados y de pie es la suma de las plazas sentadas y las plazas de pie.

Ancho de vía (de los vehículos): es el ancho, expresado en milímetros, de la vía por la que puede circular el vehículo o tren autopropulsado. Las vías de anchura entre 1.668 y 1.674 mm se pueden denominar también de “ancho ibérico”, y las de anchura entre 1.435 y 1.445 mm se denominan también de “ancho estándar”. Los vehículos o trenes autopropulsados pueden ser de “ancho variable”, entendiéndose por tales los vehículos que pueden circular por vías de dos anchos diferentes, que en el caso de España son el ancho ibérico y el ancho estándar.

Tipo de tracción (de los vehículos): las locomotoras y trenes autopropulsados pueden ser:

- Eléctricos, cuando la energía para su movimiento la reciben del exterior en forma de electricidad.
- Diésel, cuando reciben la energía en forma de gasóleo que alimenta un motor principal diésel.

- Híbridos, también llamados “duales” cuando pueden funcionar indistinta y sucesivamente con electricidad o gasóleo.

Tensión de electrificación (en las locomotoras eléctricas o trenes autopropulsados) es la tensión de la línea aérea de contacto expresada en kilovoltios (kV). Algunos vehículos pueden ser aptos para dos o tres tensiones.

Potencia: en las locomotoras y trenes autopropulsados, la “potencia” expresa la potencia mecánica máxima que de forma continuada el vehículo puede entregar en las llantas para el movimiento. Se expresa en kilovatios (kW) y no debe expresarse nunca en caballos de vapor (CV) ($1CV=0,735$ kW).

1.4. Conceptos relacionados con la operación

Tramo, trayecto y rama

Es preciso definir tres conceptos operativos, en los servicios de viajeros: los de “tramo”, “trayecto”, y “rama”, por aparecer (especialmente el primero) en la mayor parte de los cálculos estadísticos y en los indicadores. Debe hacerse notar que estas denominaciones no se emplean siempre en el lenguaje de la operación ferroviaria de modo unívoco, pero se adoptan aquí para referir a ellas los análisis o comentarios posteriores.

- **Tramo** es una parte del recorrido de un tren que se caracteriza por tener en él una composición idéntica (es decir, los mismos vehículos) y por no realizarse en él ninguna maniobra. Por lo tanto, la oferta de plazas de cada tren es constante a lo largo del *tramo*, pero puede cambiar de un *tramo* a otro. El concepto de *tramo* como parte del recorrido de un tren se deriva de una característica diferencial de la tecnología ferroviaria frente a la de otros modos de transporte: se puede variar la composición de un tren a lo largo del recorrido (enganchado o desenganchado coches, por ejemplo), mientras que un avión o un autobús tienen la misma composición de origen a destino del viaje, y por lo tanto la misma oferta de plazas.
- **Trayecto** es el recorrido entre dos paradas comerciales consecutivas; es decir entre dos estaciones en las que se pueden subir y/o bajar viajeros.
- Normalmente un *trayecto* es más corto que un *tramo*, aunque pueden ser iguales (si entre las estaciones en que varía la composición y la oferta del tren no hay ninguna parada comercial intermedia); o incluso mayor (si en los puntos intermedios donde varía la composición no se admite la subida y bajada de viajeros).
- **Rama** es un conjunto de vehículos para el transporte de viajeros que tienen un origen y un destino común. Puede haber, por tanto, trenes con una única rama (es lo más general), pero también es posible que haya trenes con varias ramas. Mientras el *tren* o *composición* es una unidad de producción, la *rama* es una forma de oferta comercial.
- No debe utilizarse la palabra “rama” para designar a un tren autopropulsado, ya que, aunque es un término que se emplea a veces para este fin por una fuerte influencia francesa (allí a un tren autopropulsado se le denomina “ramme TGV”, por ejemplo), produce confusión con el concepto de “rama” de un tren principal que tiene más asientos en la explotación española. El término correcto para designar al conjunto de vehículos de un tren autopropulsado sería “composición”.

Imaginemos, como ejemplo, un servicio Alvia Madrid a Galicia realizado con composiciones de trenes autopropulsados duales de la serie 730. Sale de Madrid en doble composición. Circula por línea de alta velocidad hasta el cambiador de ancho de Medina del Campo donde cambia de ancho y pasa a circular en modo diésel, sin efectuar parada. En la estación de Medina del Campo invierte el sentido de la marcha y además admite viajeros. Más tarde efectúa parada comercial en Zamora y en Ourense, y en ésta última además se segregan las composiciones que van a Pontevedra y a A Coruña. La composición que va a Pontevedra efectúa paradas en Vigo, Redondela, Guillarei y circula por línea convencional. La composición que va a A Coruña circula por la línea de alta velocidad y efectúa parada en Santiago de Compostela.

Los tramos y trayectos que se considera que integran este tren serían los siguientes:

- *Tramos (recorridos entre maniobras o cambios de composiciones): Madrid-Medina, Medina-Ourense, Ourense-Pontevedra y Ourense-A Coruña. De ellos, en los dos primeros la composición es la misma (dos trenes duales serie 730 acoplados), pero se diferencian por realizarse en Medina una maniobra (la inversión del sentido de la marcha).*
- *Trayectos (recorridos entre paradas comerciales): Madrid-Medina del Campo, Medina del Campo-Zamora, Zamora-Ourense, Ourense-Vigo, Vigo-Redondela, Redondela-Guillarei, Guillarei-Pontevedra, Ourense-Santiago de Compostela, Santiago de Compostela-A Coruña.*
- *Ramas (conjuntos de vehículos para viajeros con origen y destino común): Existen las ramas de Madrid a Pontevedra y de Madrid a A Coruña.*

1.5. Conceptos relacionados con la infraestructura

El elemento fundamental de la infraestructura ferroviaria en relación con las estadísticas de transporte es la “línea”, entendiéndose por tal una infraestructura lineal por la que pueden circular conjuntos de vehículos ferroviarios (trenes) transportando viajeros o mercancías.

Clasificaciones de las líneas ferroviarias

Las líneas pueden clasificarse de acuerdo con diferentes puntos de vista:

Según el número de vías de una línea, ésta puede clasificarse:

- **Líneas de vía única**, cuando la línea dispone de una única vía, por la que circulan los trenes en ambos sentidos.
- **Líneas de vía doble**, cuando la línea tiene dos vías, utilizándose preferentemente cada una de ellas para los trenes que circulan en un sentido.
- **Trenes de vía triple, cuádruple o múltiple**: cuando tienen tres, cuatro o más vías.

Según la electrificación:

- **Líneas no electrificadas**, que son las que no disponen de catenaria ni de ningún otro sistema de suministro de corriente eléctrica al tren.

- **Líneas electrificadas**, y éstas se pueden clasificar según la tensión de electrificación (en España, 25 kV a 50 Hz en corriente alterna, o 3, 1,5, 1,2, 0,75 o 0,6 kV en corriente continua).

Por el ancho de vía, las líneas pueden clasificarse en:

- **Líneas de ancho ibérico** son las que tienen una distancia de 1.668 mm entre caras internas de carriles medidos 14 mm por debajo del plano de rodadura.
- **Líneas ancho estándar**. Las de ancho de vía de 1.435 mm. No se deben denominar “líneas de ancho UIC”.
- **Líneas de vía estrecha** con menos de 1.435 mm (típicamente en España, 1.000 mm).
- **Líneas de ancho mixto**, que son las equipadas con tres o cuatro carriles que permiten la circulación de trenes de dos anchos de vía (habitualmente 1.435 y 1.668 mm, pero también 1.435 y 1.000 mm).

Por el tipo de servicios que se presta sobre ellas:

- **Líneas de transporte de viajeros y mercancías**, en las que se presta habitualmente todo tipo de servicio sin limitación alguna.
- **Líneas de transporte de viajeros**, en la que de forma regular sólo se prestan servicios de viajeros. Dentro de ellas, la mayor parte de las líneas exclusivas de viajeros son las destinadas a los servicios de cercanías o alta velocidad.
- **Líneas de transporte de mercancías**, en las que normalmente no se presta servicios de viajeros, ya sea por su estado, por alguna disposición legal que así lo establezca, o por falta de demanda. No dejan de tener esta consideración por el hecho de que ocasionalmente circule por ellas algún tren de viajeros (chárter, turístico, o regular desviado por incidencia).

Por la velocidad a la que los trenes pueden circular por ellas:

- **Líneas de alta velocidad**, entendiéndose por tales las líneas de nueva construcción por las que los trenes pueden circular a velocidades de 250 km/h o más en la mayor parte de su recorrido. A su vez, dentro de ellas se suele distinguir entre:
 - Líneas de uso general
 - Ramales a talleres o cambiadores de ancho
- **Líneas convencionales**, entendiéndose por tales las que no son de alta velocidad. A su vez, dentro de ellas se suele distinguir entre:
 - Líneas de uso general
 - Ramales a talleres o cambiadores de ancho
 - Derivaciones particulares o apartaderos, que son las líneas de acceso a una instalación de carga o descarga de mercancías.

Longitud de las líneas ferroviarias

La longitud de las líneas ferroviarias y cada una de sus partes es un atributo fundamental, pues tal longitud interviene en muchas de las magnitudes, unidades e indicadores de los servicios que se prestan sobre las líneas.

La **distancia física** entre dos puntos de la red (generalmente entre dos estaciones) es la distancia medida por las líneas ferroviarias. Esta distancia (que es una característica de la línea) no debe confundirse con la **distancia comercial** que se emplea para el cálculo de los precios de los servicios de viajeros (allí donde rigen tarifas de base kilométrica). Las distancias físicas se aplican en todo caso en los

indicadores relacionados con la producción, y en todos los relacionados con el transporte de mercancías.

La cuestión de la fecha en la que se mide la longitud de las líneas para el cálculo de indicadores

La longitud de las líneas ferroviarias (o bien en su conjunto o bien en una parte de la red, por ejemplo, la de alta velocidad, o la red electrificada) interviene en diversos indicadores relacionados con el uso de la propia red (por ejemplo, densidad de circulación, densidad de transporte de viajeros, etc.). Resulta relevante la cuestión de en qué fecha debe medirse la longitud de la red, porque esta es una característica que suele mantenerse constante a lo largo de grandes periodos de tiempo y que tiene variaciones en momentos puntuales (cuando se abre o cierra una línea), mientras que la magnitud con la que se referencia tiene carácter de flujo continuo y suele medirse en periodos anuales.

Si, como es frecuente, se utiliza el dato de la longitud de la red a 31 de diciembre de un año determinado y se compara con el transporte o la producción en el conjunto del mismo año, pueden producirse sesgos en el resultado. Imaginemos, por ejemplo, que una línea se ha puesto en servicio el 20 de diciembre del año y, por lo tanto, sobre ella se ha producido poco transporte (sólo se ha utilizado 11 días). Si se divide el transporte o la producción en el año por la longitud a 31 de diciembre, la cifra no expresa adecuadamente la realidad.

Por ello, para la utilización de la longitud de la red en el cálculo de indicadores relacionados con su utilización, debe emplearse la longitud media durante el periodo al que se refiere el transporte, típicamente el año natural.

Indicadores relacionados con la dotación y el uso de las infraestructuras

En las estadísticas de transporte de viajeros y mercancías por ferrocarril es frecuente encontrar indicadores relativos a la dotación de infraestructuras y de su uso por parte de los trenes para el transporte de viajeros y/o de mercancías.

Indicadores relativos a la dotación de infraestructuras

Densidad de red por habitante, obtenida de dividir la longitud total de las líneas que comprende la red ferroviaria por los habitantes de derecho del ámbito geográfico. (Unidad: km/hab).

Densidad de red por unidad de superficie, resultado de dividir la longitud de la red ferroviaria por la superficie del área geográfica en cuestión. (Unidad: km/km²).

Dotación de vía doble o múltiple, resultado de dividir la longitud de las líneas con vía doble o triple o cuádruple por la longitud total de las líneas de la red. (Unidad: Coeficiente adimensional o porcentaje).

Dotación de electrificación, resultado de dividir la longitud de las líneas electrificadas por la longitud total de las líneas de la red. (Unidad: Coeficiente adimensional o porcentaje).

Estos indicadores pueden calcularse tanto para el conjunto de la red como para la red de alta velocidad y la convencional por separado.

Indicadores de uso de las infraestructuras

Los indicadores más utilizados de uso de las infraestructuras son los siguientes:

Densidad diaria de circulación: Resultado de dividir los trenes.kilometro que circulan en la red en un año por 365 y por la longitud media de la red. (Unidad: circulaciones -al día-).

Densidad diaria de carga: Resultado de dividir la masa (en toneladas brutas) de todos los trenes que han circulado por la red en un año por 365 y por la longitud media de la red. (Unidad: toneladas brutas -al día-).

Densidad de transporte de viajeros: Cociente entre los viajeros.kilómetro que circulan en la red durante un año por la longitud media de la red. (Unidad: viajeros).

Los indicadores de pueden calcularse para el conjunto de la red; o bien para la red de alta velocidad y la convencional por separado; o para líneas u otras partes concretas de la red.

1.6. Magnitudes y unidades de distancia, tiempo y velocidad

En el transporte es esencial el desplazamiento de las personas y de las cosas, y por ello el concepto de “distancia” (entendida como la longitud existente entre dos puntos) tiene una importancia fundamental e interviene en muchas de las unidades, tanto de transporte como de producción, y en las ratios e indicadores derivados de ellas.

También el tiempo del transporte juega un papel decisivo, tanto por la influencia del tiempo de viaje en la demanda de transporte (especialmente en el caso del transporte de viajeros) como por su incidencia en los costes de producción, ya que una parte importante de los costes se producen por tiempo (por ejemplo, los costes derivados del personal o del uso del material).

La velocidad, que es la relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado, tiene también una gran importancia en todos los estudios de transporte. Es necesario diferenciar, según el propósito, diferentes formas de medirla, y por tanto es preciso establecer un glosario con las diferentes acepciones del término “velocidad” aplicable al caso.

Unidades empleadas

La **unidad de tiempo** en el Sistema Internacional de medidas (SI) es el “segundo” (s), pero en el transporte suelen usarse más habitualmente las unidades “minuto” (1 min=60 s) y “hora” (1h=60min=2.600 s).

La **unidad de longitud** en el SI es el “metro”, pero con mucha frecuencia en el entorno del transporte se emplea su múltiplo el kilómetro (1 km=1.000 m), y en el mundo anglosajón; en el transporte aéreo se utiliza la “milla” (1 mile=1.606.340 m=1,606 km); y en el transporte marítimo se emplea la “milla náutica” (1M o 1nm o 1 mn o 1 NM=1.852 m=1,852 km).

La **unidad de velocidad** en el SI es el metro por segundo (m/s), pero con mucha más frecuencia se emplea el kilómetro por hora (1km/h=0,27m/s; 1 m/s=3,6 km/h). En el mundo anglosajón se emplea también como unidad de velocidad la milla por hora (1MPH=1,606 km/h) y en la navegación aérea y marítima, se emplea el “nudo”, que corresponde con una milla náutica por hora (1 kn=1,852 km/h).

Diferentes conceptos asociados a las magnitudes

Cada una de las magnitudes fundamentales de distancia y tiempo, así como la derivada de la velocidad, se utilizan con diferentes acepciones, aunque la unidad de medida de cada una sea la misma (kilómetro, hora y kilómetro por hora respectivamente).

Distancia

La distancia entre dos puntos puede medirse de varias formas:

- **Distancia más corta**, que si los puntos están en el mismo plano habitualmente se corresponde con la línea recta (distancia euclidiana en un espacio bidimensional).
- **Distancia ortodrómica** es la distancia más corta entre dos puntos situados en la superficie de una esfera (como es el caso de la tierra). Este concepto es útil en la navegación aérea o marítima de muy larga distancia, ya que la curvatura de la superficie de la tierra puede añadir una distancia adicional. La **ortodrómica** (del griego *orthos* "recto" y *dromos* "carrera") es el camino más corto entre dos puntos de la superficie terrestre; es el arco del círculo máximo que los une, menor de 180 grados.
- **Distancia física** es la distancia recorrida por el vehículo en el que se realiza el transporte, que en el caso del transporte terrestre se corresponde con la distancia de la infraestructura lineal utilizada (camino, carretera o vía férrea).
- **Distancia comercial** es una distancia ficticia que se utiliza para calcular los precios del transporte (cuando la distancia interviene en el cálculo) a fin de corregir en algunos casos el precio que resultaría de aplicar la distancia recorrida, y acercar el precio resultante al mercado, o corregir otros problemas "técnicos" de la tarificación de base kilométrica como son el que entre los dos mismos puntos el precio por varios encaminamientos puede resultar diferente y en estos casos el precio más caro correspondería al de la distancia mayor que es justamente la de menor atractivo comercial.

Tiempo

También hay diferentes tiempos relevantes en el transporte, especialmente en el caso del transporte de viajeros.

- **Tiempo de viaje**. Suele entenderse como tal el tiempo en el que el viajero (o la mercancía, aunque en este caso suele denominarse "tiempo de transporte") está dentro del vehículo de transporte desde que el vehículo sale de su estación o punto de origen hasta que llega al de destino. Incluye, por lo tanto, el tiempo en que el vehículo está en movimiento, y el tiempo de las paradas intermedias. En el caso de los viajes con cambio de vehículo, el tiempo de viaje sería la suma de los tiempos de viaje empleados en cada vehículo.
- **Tiempo de acceso a la terminal y de dispersión** desde ésta. Se entiende por tiempo de acceso a la terminal el que tarda el viajero desde que el punto de origen hasta el andén de la estación donde accede al tren, y tiempo de dispersión es el que transcurre desde que deja el tren hasta su punto de destino final.
- **Tiempo de espera (por falta de frecuencia)** es el tiempo en el que el viajero debe permanecer en la estación o terminal desde la hora que llega a ésta hasta la hora en que puede acceder a su vehículo, debido a que, salvo en el coche particular, la frecuencia no es infinita y por ello suele haber una diferencia entre el momento en que el viajero querría comenzar el viaje y el momento en que lo puede hacer.
- **Tiempo en las terminales** antes o después del servicio de transporte o de transbordo entre ambos. Es el empleado por el viajero en las terminales para hacer operaciones de control de equipajes, billetes, facturación, etc., así como para moverse por ellas.

- **Tiempo puerta a puerta.** Es el tiempo que media entre el momento en que el viajero sale de su punto de origen hasta que llega al de destino. Incluye como una parte relevante el tiempo de viaje, pero también debe añadirse el tiempo de desplazamientos hasta la estación o terminal de origen y desde la de destino, los tiempos de espera en éstas y los transbordos, si los hay.

Velocidad

Los diferentes conceptos de tiempo y de distancia dan a lugar a numerosas posibilidades de medir la velocidad. Las más habituales son las siguientes:

- **Velocidad media del transporte** es la distancia recorrida por el vehículo dividida por el tiempo de viaje. También se denomina velocidad media de circulación (del tren).
- En ocasiones se contabiliza la misma velocidad sin incluir en el divisor el tiempo de las paradas intermedias.
- **Velocidad puerta a puerta** es la distancia ortodrómica o en línea recta entre los puntos de origen y destino finales del desplazamiento dividida por el tiempo puerta a puerta.
- En el ámbito de la explotación técnica del transporte se consideran otras velocidades asociadas a las prestaciones de la infraestructura o combinadas entre la infraestructura y el vehículo que no resultan relevantes en este contexto.

2. UNIDADES E INDICADORES DE TRANSPORTE, DEMANDA E INGRESOS

Recordemos que llamamos transporte a la cantidad de desplazamiento realizado. Es decir, a la cantidad de personas o mercancías movidas a una distancia.

“Demanda” sería la cantidad de transporte que requiere el mercado en unas condiciones de oferta determinadas (de precio, frecuencia, capacidad, confort, etc.)

Figura 1. Llegada del tren un día de feria. Vagones “imperiales” de dos pisos que se convertían en tres: hasta los techos se llenaban de viajeros (1912-1914)



Fuente: Arxiu Fotogràfic Sisternes-Marbau.

2.1. Unidades técnicas de transporte y demanda

2.1.1. Magnitudes y unidades básicas

Las unidades básicas de las magnitudes de transporte y de demanda de viajeros son el *viajero*, el *viajero subido y bajado* y el *viajero.kilómetro*.

Viajero

La unidad “viajero” se utiliza para medir el transporte en dos ámbitos:

Viajero como unidad de medida de transporte en una ruta es la unidad que expresa el número de personas que viajan por ferrocarril en la ruta origen-destino durante un periodo de tiempo (ya sea entre estaciones, entre ciudades o entre provincias) sin cambiar de tren.

Tabla 2. Ejemplo de la unidad “viajero” como medida de transporte en rutas origen-destino: viajeros (alta velocidad y larga distancia) en las principales rutas entre ciudades 2005-2014

Ruta		Año									
Origen	Destino	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Madrid	Barcelona	621.342	689.644	756.900	2.109.943	2.670.407	2.597.435	2.545.907	2.688.502	3.070.184	3.442.607
Madrid	Sevilla	2.329.187	2.535.400	2.520.966	2.537.094	2.390.670	2.213.026	2.137.026	1.974.204	2.175.808	2.322.222
Madrid	Valencia	681.929	722.028	736.256	816.093	755.480	703.011	1.836.500	1.725.774	1.858.436	1.960.349
Madrid	Málaga	543.982	575.628	606.265	1.460.667	1.498.629	1.432.142	1.433.361	1.375.367	1.533.363	1.628.338
Madrid	Zaragoza	872.937	1.054.394	1.274.555	1.704.483	1.363.509	1.258.121	1.175.053	1.087.143	1.176.841	1.277.422
Madrid	Alicante	685.248	733.404	741.064	764.495	702.705	648.895	650.365	663.812	880.356	1.107.735
Barcelona	Valencia	820.401	843.080	819.226	904.783	877.799	817.839	847.486	833.433	883.140	1.017.185
Madrid	Córdoba	846.641	907.135	947.943	956.281	873.759	823.877	800.679	730.138	757.673	811.986
Barcelona	Zaragoza	174.291	168.064	193.560	563.925	589.855	612.569	600.511	566.306	623.555	723.256
Madrid	Valladolid	74.409	78.845	92.524	806.767	550.973	438.509	418.498	350.524	383.618	504.250
Madrid	Pamplona	208.944	235.712	232.223	301.554	335.926	342.901	351.837	324.918	353.499	381.737
Barcelona	Alicante	289.027	259.937	252.687	251.632	249.651	240.795	242.292	226.506	268.293	313.164
Madrid	Tarragona	72.898	81.362	370.221	362.453	320.825	313.063	294.702	280.951	300.918	309.045
Madrid	Albacete	217.774	228.716	241.420	256.649	245.597	237.104	248.992	253.618	238.495	288.196
Barcelona	Girona	-	-	-	-	-	-	-	-	26.277	261.027
Madrid	Murcia	255.902	262.255	269.871	286.023	274.777	258.448	250.208	250.989	258.344	259.549
Madrid	León	43.958	46.224	49.213	132.850	211.011	213.864	227.514	224.476	243.113	247.561
Madrid	Lleida	237.831	291.167	295.094	287.883	269.908	255.448	238.754	225.656	231.582	245.976
Barcelona	Castellón	214.854	215.542	218.954	226.191	214.117	199.254	203.497	198.955	201.381	236.010
Barcelona	Sevilla	90.372	90.751	70.743	84.678	109.889	123.186	112.622	144.136	223.940	215.034

Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España (2014).

Viajero, como unidad de medida de transporte en un corredor, tren o grupo de trenes, es la unidad que mide el número de personas (clientes) que realizan un desplazamiento en un determinado servicio de transporte (corredor, grupo de trenes, tren, etc.) Es una unidad muy utilizada, pero no es recomendable su uso para medir

el transporte en trenes o grupos de trenes, por cuanto en ellos cada viajero puede recorrer una distancia diferente y, por ello (como se indicará más adelante), es preferible el uso de la unidad “viajero.kilómetro”.

En Renfe no se contabilizan como viajeros:

- *La tripulación del tren (maquinista, supervisor, personal de servicio o seguridad a bordo).*
- *Personas autorizadas para realizar trabajos en el tren (personal de acompañamiento, mecánicos, vigilantes de seguridad...)*
- *Personas que cometen fraude al viajar sin título de transporte de manera deliberada.*
- *Niños menores de cuatro años, que por normativa comercial no pagan billete.*
- *Animales domésticos, aunque sea obligatorio que dispongan de título de transporte.*

Abreviatura, traducción y términos equivalentes

La unidad “viajero” se abrevia como “v”.

En inglés, los viajeros se denominan *passengers*.

En la aviación, los viajeros se denominan *pasajeros*.

En muchas ocasiones, se emplea la unidad “viaje” con el mismo sentido que la unidad “viajero”¹. También se emplea en ocasiones el término “pasajero”.

La cuestión de los viajes con varias etapas

En muchos casos, una misma persona emplea (entre su origen y destino) varios modos de transporte. Incluso en el caso del transporte por ferrocarril puede emplear sucesivamente varios trenes. El viaje se puede considerar entonces descompuesto en varias “etapas” y lo denominaremos “viaje multietapa”. Cuando un viaje multietapa se realiza en diferentes trenes del mismo operador, se contabiliza un viajero por cada etapa.

Por ejemplo, una persona que realiza el viaje de Madrid a Cádiz puede hacerlo utilizando un tren directo (una única etapa y no hay transbordos) y se contabiliza como un viajero; o empleando un billete integrado de dos trenes, desde Madrid a Sevilla en un AVE y desde Sevilla a Cádiz en un tren de Media distancia; entonces se contabiliza como dos viajeros.

¹ “Viajero” y “viaje” se utilizan también de forma indistinta e intercambiable entre sí, aunque en algunas ocasiones “viajero” se emplea para designar un conjunto de varias etapas de un viaje realizadas por una misma persona, y “viaje” se emplea para designar cada una de las etapas. En otras ocasiones es justamente al contrario: “viajero” cuenta las etapas de que se compone un viaje, y “viaje” es el conjunto de varias etapas. Ante esta confusión, preferimos sugerir el uso de la palabra “viajero” como la más comúnmente aceptada en castellano, y recomendar que, cuando en un viaje de una persona se realizan dos o más etapas, se contabilicen tantos viajeros como etapas.

Figura 2. Billeto directo Madrid Cádiz en tren Alvia (que corresponde a un viajero), y billete integrado Madrid Sevilla en AVE y Sevilla Cádiz en tren de media distancia (se contabiliza como dos viajeros)

<p>© GT 1998 PROHIBIDO FUMAR FUERA DE LA ZONA RESERVADA CONSERVESE HASTA EL FINAL DEL VIAJE C.I.F. G.414191</p>	<p>renfe Billeto + Reserva LOC.: S38KN3GT Combinado Cercanías: EYZZJ VCX AQBV7015 0006 7560500462273 18AG014 17:00</p> <table border="1"> <tr> <td>Fecha: 22SEP14</td> <td>Coche: 5</td> <td>TURISTA</td> </tr> <tr> <td>Salida: MADRID-P.A 08.30</td> <td>Plaza: 3B</td> <td>SENTADA</td> </tr> <tr> <td>Llegada: CADIZ 12.38</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Producto: ALVIA 02084</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Fecha: Cierre del acceso</td> <td>Coche:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Salida: al tren 2 minutos</td> <td>Plaza:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Llegada: antes de la salida</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Producto:</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>010 FLEXIBLE Precio : ***73,60 METALICO Gastos gestion: ****2,60 TOTAL: ***76,20 Servicio cubierto por S.O.V. y S.R.C. 071000000000 IVA 10% tasa de seguridad, s.o.v., e IVA 10%</p>	Fecha: 22SEP14	Coche: 5	TURISTA	Salida: MADRID-P.A 08.30	Plaza: 3B	SENTADA	Llegada: CADIZ 12.38			Producto: ALVIA 02084			Fecha: Cierre del acceso	Coche:		Salida: al tren 2 minutos	Plaza:		Llegada: antes de la salida			Producto:			<p>AQBV7015 0006 18AG014 17:00 Fecha: 22SEP14 Tren: 02084 MAD-CAD Coche: 5 Plaza: 3B NUEVO C.I.F. A86868189 Fecha: Tren: Coche: Plaza: Tarifa: 010 Total ***76,20</p>
	Fecha: 22SEP14	Coche: 5	TURISTA																							
Salida: MADRID-P.A 08.30	Plaza: 3B	SENTADA																								
Llegada: CADIZ 12.38																										
Producto: ALVIA 02084																										
Fecha: Cierre del acceso	Coche:																									
Salida: al tren 2 minutos	Plaza:																									
Llegada: antes de la salida																										
Producto:																										
<p>© GT 1998 PROHIBIDO FUMAR FUERA DE LA ZONA RESERVADA CONSERVESE HASTA EL FINAL DEL VIAJE C.I.F. G.414191</p>	<p>renfe Billeto + Reserva LOC.: UT5DLCLR Combinado Cercanías: DD2ZC VCX AQBV7015 0004 7643500466773 18AG014 16:57</p> <table border="1"> <tr> <td>Fecha: 22SEP14</td> <td>Coche: 7</td> <td>TURISTA</td> </tr> <tr> <td>Salida: MADRID-P.A 08.00</td> <td>Plaza: 4D</td> <td>SENTADA</td> </tr> <tr> <td>Llegada: SEVILLA SJ 10.30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Producto: AVE 02080</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Fecha: 22SEP14</td> <td>Coche: 3</td> <td>TURISTA</td> </tr> <tr> <td>Salida: SEVILLA SJ 10.45</td> <td>Plaza: 133</td> <td>SENTADA</td> </tr> <tr> <td>Llegada: CADIZ 12.26</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Producto: MD 13020</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>010 FLEXIBLE Precio : ***81,20 METALICO Gastos gestion: ****2,90 TOTAL: ***84,10 Servicio cubierto por S.O.V. y S.R.C. 071000000000 IVA 10% tasa de seguridad, s.o.v., e IVA 10%</p>	Fecha: 22SEP14	Coche: 7	TURISTA	Salida: MADRID-P.A 08.00	Plaza: 4D	SENTADA	Llegada: SEVILLA SJ 10.30			Producto: AVE 02080			Fecha: 22SEP14	Coche: 3	TURISTA	Salida: SEVILLA SJ 10.45	Plaza: 133	SENTADA	Llegada: CADIZ 12.26			Producto: MD 13020			<p>AQBV7015 0004 18AG014 16:57 Fecha: 22SEP14 Tren: 02080 MAD-SEV Coche: 7 Plaza: 4D NUEVO C.I.F. A86868189 Fecha: 22SEP14 Tren: 13020 SEV CAD Coche: 3 Plaza: 133 Tarifa: 010 Total ***84,10</p>
	Fecha: 22SEP14	Coche: 7	TURISTA																							
Salida: MADRID-P.A 08.00	Plaza: 4D	SENTADA																								
Llegada: SEVILLA SJ 10.30																										
Producto: AVE 02080																										
Fecha: 22SEP14	Coche: 3	TURISTA																								
Salida: SEVILLA SJ 10.45	Plaza: 133	SENTADA																								
Llegada: CADIZ 12.26																										
Producto: MD 13020																										

Fuente. Elaboración propia.

La divergencia entre el número de viajeros y el de etapas es diferente en servicios de larga distancia y en servicios de cercanías:

- En el caso de los servicios de larga distancia, los viajes con transbordos representan un porcentaje relativamente pequeño del total de viajes. Por ello, el número de viajeros y el de viajes multietapa suelen ser muy semejantes entre sí. En el caso de la aviación, las estadísticas de viajeros son diferentes considerando los enlaces y sin considerarlos.

En el año 2015, Renfe transportó 31,7 millones de viajeros en sus trenes de alta velocidad y larga distancia. Se realizaron en el año 1,545 millones de etapas de larga distancia como parte de los 1,423 millones de billetes integrados (cada uno con dos etapas) que se vendieron.

- En los servicios de cercanías el porcentaje de viajes con transbordo puede llegar a ser importante, y por ello, la diferencia entre el número de viajeros según la forma de contabilizarlos alcanza cierta relevancia, lo que sugiere la conveniencia de explicar el sentido de la unidad utilizada. Generalmente en Cercanías suele emplearse el número de etapas para designar el número de viajeros.

En Cercanías de Renfe, en el periodo comprendido entre enero y julio de 2014, un 12,71% de los viajes fueron con transbordo, lo que muestra que la diferencia entre el número de viajeros y de viajes multietapa es

importante. Así, por ejemplo en el conjunto de los núcleos de cercanías, en 2013 el número de viajes multietapa fue de 354,7 millones, mientras que el de viajeros fue de 402,1 millones. El porcentaje de transbordos es nulo, lógicamente en los núcleos con una única línea, y es más alto en los núcleos grandes con muchas líneas.

Tabla 3. Diferencia entre el número de viajeros y el de viajes multietapa (debida a los transbordos) en los diversos núcleos de Cercanías de Renfe entre 2011 y julio de 2014

Núcleo	Etapas				Viajeros				% transbordo 2014
	2011	2012	2013	ene julio 2014	2011	2012	2013	ene julio 2014	
Núcleo Valencia	19.520.645	19.225.678	18.161.322	10.149.563	19.073.297	18.785.090	17.745.125	9.916.969	2,35
Núcleo Murcia/Alicante	4.350.786	4.674.985	4.166.839	2.265.470	4.257.070	4.574.285	4.077.085	2.216.672	2,20
Núcleo Asturias	6.255.602	6.008.639	5.618.712	3.014.615	6.126.936	5.885.053	5.503.146	2.952.610	2,10
Núcleo Cantabria	1.035.077	1.033.761	859.723	414.584	1.035.077	1.033.761	859.723	414.584	0,00
Núcleo Bilbao	13.142.498	12.861.615	10.719.394	5.709.034	12.213.790	11.952.755	9.961.913	5.305.608	7,60
Núcleo San Sebastián	7.148.339	6.986.449	6.671.518	3.578.195	7.148.339	6.986.449	6.671.518	3.578.195	0,00
Núcleo Cádiz	3.169.915	3.446.089	2.979.605	1.725.525	3.125.797	3.398.127	2.938.135	1.701.509	1,41
Núcleo Málaga	9.773.776	9.167.703	9.577.579	5.384.871	9.476.273	8.888.648	9.286.048	5.220.961	3,14
Núcleo Sevilla	7.983.674	9.054.776	7.641.999	4.399.148	7.854.491	8.908.262	7.518.345	4.327.966	1,64
Núcleo Zaragoza	238.019	343.402	367.087	178.354	238.019	343.402	367.087	178.354	0,00
Núcleo Madrid	233.681.382	231.113.731	230.263.420	135.510.639	192.774.609	190.656.435	189.954.974	113.208.554	21,22
Núcleo Barcelona	106.182.243	105.917.962	105.088.677	62.157.292	100.828.262	100.577.307	99.789.837	59.023.162	5,31
Total	412.481.956	409.834.790	402.115.875	234.487.290	364.151.961	361.989.575	354.672.936	208.045.144	-12,710

Fuente: Renfe Viajeros.

Por el elevado peso de los transbordos en Cercanías, es relevante conocer si el canon de uso de las estaciones por los viajeros (que en muchos países cobra el gestor de la estación al operador de servicios de transporte) se calcula sobre los viajeros o sobre los viajes multietapa; o lo que es lo mismo, si los viajeros que transbordan en una estación pagan por el uso de esa estación.

En España, hasta 2013, los viajeros de cercanías no pagaban por el uso de la estación en la que transbordaban, es decir el canon se pagaba por los “viajes multietapa” (al inicio y al final); pero desde 2013 se paga por los “viajeros”, es decir, se paga también por el uso de la estación de transbordo, tanto al subir como al bajar.

Viajeros subidos y bajados

Viajeros subidos y bajados en una estación, ciudad o provincia es la unidad que mide el transporte de viajeros en una estación o terminal (o grupo de estaciones o ciudad o provincia) y se obtiene sumando el número de viajeros que han subido o bajado de los trenes en la estación, grupo de estaciones, ciudad o provincia en el periodo de tiempo considerado. Esta unidad da idea del transporte y de la actividad registrada en el punto considerado (terminal, estación, ciudad), con independencia de su destino y de la distancia que recorra.

Abreviatura y traducción

Viajero subido y bajado se abrevia como “v syb”.

En inglés se denomina “passenger embarked and disembarked”.

Tabla 4. Viajeros subidos y bajados en 2014 por estaciones y tipos de servicio (las primeras 15 estaciones)

LARGA DISTANCIA		MEDIA DISTANCIA		CERCANÍAS	
Estación	Viajeros subidos y bajados 2014	Estación	Viajeros subidos y bajados 2014	Estación	Viajeros subidos y bajados 2014
Madrid-P. Atocha	15.797.464	Barcelona-Sants	5.074.329	Mad-Atocha Cercanías	90.605.044
Barcelona-Sants	8.912.831	Madrid-Chamartín	2.637.624	Mad-N. Ministerios	29.710.772
Sevilla-Santa Justa	3.277.302	Girona	2.574.092	Barcelona-Sants	26.861.631
Madrid-Chamartín	3.244.833	Sevilla-Santa Justa	2.302.632	Madrid Chamartín	21.992.078
Valencia-J. Sorolla	3.213.931	Madrid-Pta. Atocha	2.199.049	Madrid-Sol	19.764.996
Zaragoza-Delicias	2.721.696	Córdoba	2.018.461	Bcn- Plz. De Catalunya	18.984.651
Málaga	2.072.765	Santiago de Compostela	1.801.964	Villaverde Alto	12.743.043
Alicante	2.056.359	Tarragona	1.642.518	Mendez Álvaro	12.146.599
Córdoba	1.673.028	Valladolid	1.558.438	Valencia-Nord	11.515.178
Valladolid	929.252	A Coruña	1.448.371	Parla	10.708.280
Pamplona	679.288	Bcn-P.Gracia	1.446.279	Madrid- P. Pío	10.214.386
Valencia Nord	661.940	Toledo	1.259.400	Bcn P. de Gracia	10.186.072
Camp de Tarragona	661.280	Ciudad Real	974.972	Fuenlabrada	9.388.413
Lleida	645.490	Figueres	973.066	Getafe	8.612.216
Albacete	595.069	Uni. Rabanales (Córdoba)	972.607	Aluche (Madrid)	8.594.095

Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España, 2014.

Viajero.kilómetro

Viajero.kilómetro es la unidad fundamental de medida del transporte de viajeros en corredores o trenes. Se calcula sumando los recorridos (en kilómetros) que realizan todos los viajeros que utilizan los trenes en el periodo de tiempo y en el ámbito considerado.

Es decir, si d_i es la distancia recorrida por el viajero i , y un servicio de transporte es utilizado por n viajeros, el transporte realizado es

$$v.km = \sum_{i=1}^{i=n} d_i$$

Abreviatura, traducción y términos equivalentes

La unidad viajero.kilómetro se abrevia como “v.km” o “vkm”, pero nunca debe abreviarse (por ser incorrecto) como v/km.

En ocasiones se denomina pasajero.kilómetro o viaje.kilómetro. En inglés se denomina passenger.kilometer.

La razón del uso de la unidad viajero.kilómetro es que la unidad *viajero* no ofrece una información suficientemente representativa sobre el transporte en trenes o corredores, ya que cada viajero puede realizar recorridos muy diferentes en cuanto a su longitud de los recorridos de los demás viajeros.

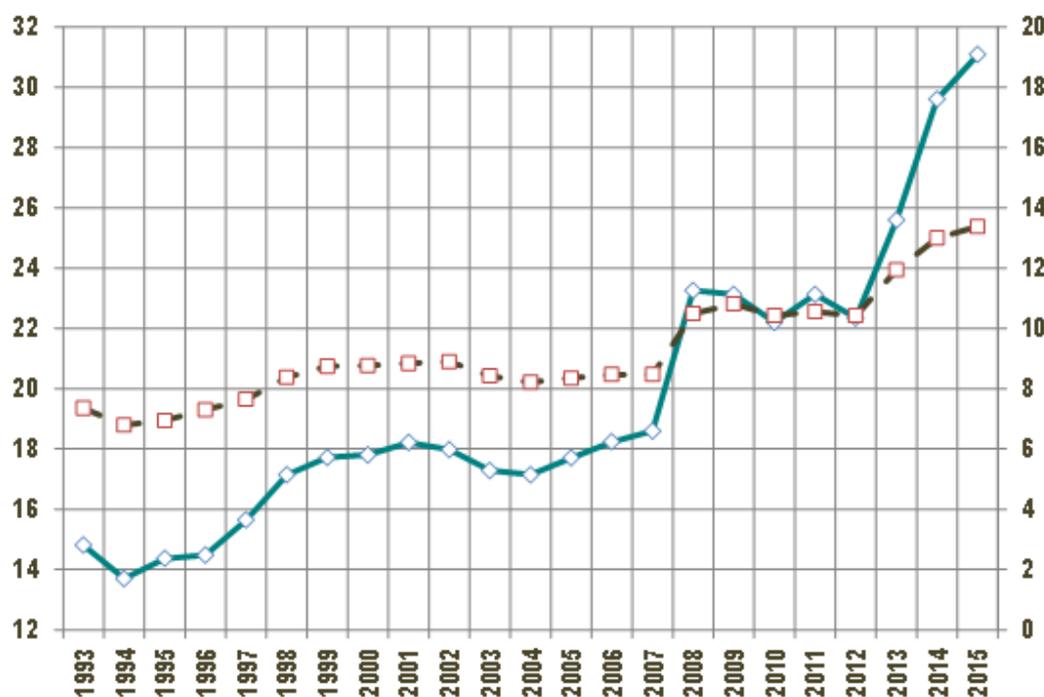
No es el mismo transporte el atendido por un servicio que desplace 1.000.000 de viajeros al año en un recorrido de 40 kilómetros (por ejemplo, de Madrid a Villalba) que un servicio que ha transportado la

misma cantidad de viajeros (1.000.000) pero en un recorrido de 538 kilómetros (por ejemplo, de Madrid a Málaga).

Por ello, la unidad *viajero* sólo suele emplearse como medida de transporte realizado en servicios en los que la distancia no es relevante (así, por ejemplo, en servicios urbanos) o cuando se trata de comparar los transportes en una ruta origen-destino en la que la distancia es la misma para los viajeros que emplean los diversos servicios de transporte. Para los trenes y corredores es preciso emplear otra unidad diferente que relacione el número de personas que han viajado con la distancia que han recorrido. Esta unidad es el *viajero.kilómetro*.

En un tren AVE Madrid-Cuenca-Valencia suben 200 viajeros: 100 realizan el recorrido Madrid-Cuenca (189,5 kilómetros) y otros 100 el recorrido Cuenca-Valencia (202,1 kilómetros). El transporte realizado en este servicio es de $100 \times 189,5 + 100 \times 202,1 = 39.160$ v.km. Si otro día suben al tren 200 viajeros pero todos ellos hacen el recorrido Madrid-Valencia (391,6 kilómetros) el transporte realizado esta vez es de $200 \times 391,6 = 78.320$ v.km, es decir, un transporte muy superior, aunque el número de viajeros transportados es el mismo en ambos ejemplos.

Figura 3. Viajeros y viajeros.km en los trenes de alta velocidad y larga distancia de Renfe 2005-2015



Ejemplo de las unidades “viajero” (escala izquierda en Mviajeros) y “viajero.km” (escala derecha en Gv.km) como medida del transporte realizado en un servicio de transporte, grupo de trenes o corredor: viajeros y viajeros.km en los trenes de alta velocidad y larga distancia de Renfe 2005-2015.

Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España (2014) y elaboración propia.

Cálculo del número de viajeros.kilómetro

El transporte (en viajeros.kilómetro) se puede calcular de diferentes maneras:

1. Si el recorrido de todos los viajeros es el mismo, se calcula multiplicando el número de viajeros por el recorrido que realiza cada uno de ellos.

Ej.: 240 viajeros de Madrid a Zaragoza (310 km). $240 \times 310 = 74.400$ vkm

2. Si hay paradas intermedias (en las que suben y bajan viajeros), el recorrido puede ser diferente para diversos grupos de viajeros.

Ej.: en Madrid suben 240, en Zaragoza bajan 100 y suben 160; y en Barcelona (km 625) bajan los 300 viajeros

En este caso (que es el más habitual), hay dos maneras de calcular el transporte:

2.a. Multiplicando los viajeros de cada grupo (ruta OD) por su recorrido (en kilómetros):

[Viajeros O Mad- D Zar $100 \times 310 = 31.000$ vkm] + [viajeros O Mad- D Bar: $140 \times 625 = 87.500$ vkm] + [viajeros O Zar- D Bar $160 \times 315 = 50.400$ vkm] = 168.900 vkm

2.b. Multiplicando los viajeros en cada tramo por la distancia (en kilómetros) del tramo

[Tramo Madrid-Zaragoza: $240 \text{ v} \times 310 \text{ km} = 74.400$ vkm]+ tramo Zaragoza Barcelona $300 \text{ v} \times 315 \text{ km} = 94.500$ vkm. = 168.900 vkm.

Para medir la demanda, por supuesto puede emplearse también la unidad viajero.km, pero como ésta suele referirse a una ruta origen-destino, es más frecuente emplear la unidad **viajero**, en todo caso indicando la ruta a la que se refiere.

Distancias empleadas en el cálculo de los viajeros.kilómetro

La distancia que se emplea para el cálculo de los viajeros.kilómetro es la distancia comercial, que es la utilizada para la fijación de los precios y que, en ocasiones, no es igual a la distancia física (distancia existente por la línea férrea entre la estación de subida y la de bajada de cada viajero). Generalmente, cuando son diferentes, la distancia comercial es menor que la distancia física y la razón de la diferencia es corregir anomalías a las que puede dar lugar el cálculo del precio basándose en la distancia física.

En el caso de Renfe, para los servicios de alta velocidad y larga distancia el coeficiente medio entre la distancia comercial y la distancia física es de 0,997, lo que pone de relieve la pequeña diferencia existente como media, si bien en algunos servicios concretos la diferencia puede llegar a ser elevada.

Cuando se usa la distancia física en lugar de la comercial (y siempre que la diferencia pueda ser significativa, por ejemplo, mayor del 1 por ciento) el indicador debe designarse como v.km_f.

En otras ocasiones interesa emplear la **distancia ortodrómica** o en línea recta, especialmente cuando se trata de comparar el transporte realizado en la misma ruta origen-destino por diversos modos de transporte o por trenes que emplean líneas físicas diferentes (por ejemplo, la convencional o la de alta velocidad) entre los mismos puntos. En este caso, el indicador debe designarse como v.km_o.

Ejemplo: la distancia ortodrómica entre Valencia y Sevilla es de 541 kilómetros; por línea de alta velocidad la distancia física es de 804 km y la

distancia comercial es de 780 km; y por línea convencional, la distancia (física y comercial) es de 756 kilómetros.

En el año 2013 se transportaron en la ruta punto a punto 10.100 viajeros por la línea convencional y 104.900 por la de alta velocidad, entonces:

- *El transporte real es de $10.100 \times 756 + 104.900 \times 804 = 91,9$ Mv.km.*
- *El transporte medido por distancias comerciales es de $10.100 \times 756 + 104.900 \times 780 = 89,5$ Mv.km_c.*
- *Y el transporte medido por distancia ortodrómica $10,100 \times 541 + 104.900 \times 541 = 86,9$ Mv.km_o.*

2.1.2. Diferencias entre transporte y demanda

Las principales unidades empleadas para medir el transporte realizado por un servicio de transporte (*viajeros* y *viajeros.km*) se emplean también para medir la demanda de transporte. La diferencia entre ambos conceptos es que el “transporte” se refiere a las personas que realmente han utilizado el servicio, mientras que “la demanda” se refiere a las personas que habrían querido utilizar el servicio de transporte en las condiciones en que éste se oferta.

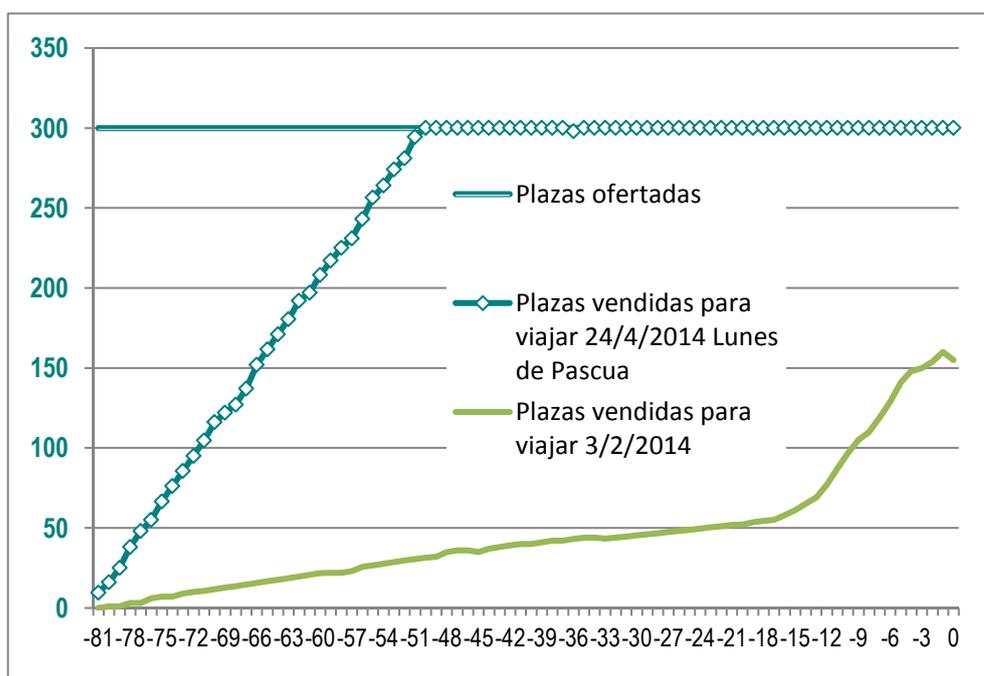
Por lo tanto, cuando se cita o analiza una cifra de viajeros o de viajeros.km es preciso conocer si se refiere a un dato de transporte o de demanda. Los datos de transporte normalmente se obtienen de estadísticas sobre el pasado, mientras que los de demanda se obtienen a través de encuestas o estudios y son relevantes para el diseño de la operación futura.

Debe observarse que el transporte realizado en el pasado no siempre puede utilizarse como medida de la demanda del servicio de transporte. Solamente coinciden el transporte realizado (en un servicio y fecha determinada) con la demanda que habría (para ese servicio y fecha) si la oferta era suficiente. En caso de que se produzca una insatisfacción de la demanda por falta de cantidad de oferta, el transporte no refleja adecuadamente la demanda potencial. Ello debe tenerse muy en cuenta cuando se trata de hacer pronósticos de demanda partiendo de datos históricos: únicamente son válidos sin corrección en el caso de que la oferta fuera suficiente para la demanda.

Imaginemos, por ejemplo, que se sabe que el transporte de viajeros por autobús en la ruta de Madrid a Barcelona está creciendo a un ritmo del 5%, y que el tercer martes de febrero del año 2012 (día “valle”) se transportaron en la ruta 700 pasajeros. Si se está dimensionando la oferta para el mismo día del año 2013, parece razonable esperar que en tal fecha la demanda sea de 735 viajeros. Sin embargo, si el transporte realizado en la misma ruta el lunes de Pascua fue de 1.100 viajeros, no se puede pronosticar que la demanda en lunes de Pascua del año 2013 (día “punta”) vaya a ser de 1.155 viajeros: probablemente en ese día punta hubo una fuerte insatisfacción de la demanda y querrian haber viajado muchos más viajeros, pero no hubo capacidad para transportarlos. Si ha crecido el parque disponible y si por ello se ofrece más capacidad de transporte en el año 2013, el transporte puede ser mayor que el registrado en 2012 multiplicado por el coeficiente de crecimiento de transporte.

En el caso de insatisfacción de la demanda, una forma de obtener una idea (aproximada) de la demanda potencial sería analizar la antelación con la que se han vendido los billetes correspondientes: mayor antelación en completar la capacidad ofertada (respecto a la fecha de circulación) significa más demanda insatisfecha.

Figura 4. Curvas de llenado de un mismo tren (Alvia Galicia Barcelona) en día punta y en día valle



Para el día punta el tren está completo con 47 días de antelación, lo que permite suponer que, si la oferta hubiera sido mayor, el transporte habría sido mayor (caso de demanda mayor que la oferta). Por el contrario, para viajar en día valle, el tren no llega a completarse, por lo que demanda y transporte son iguales en ese día.

Fuente datos: Renfe Viajeros. Elaboración propia.

2.2. Indicadores relacionados con el transporte

El análisis de las unidades fundamentales no es, en muchos casos, suficiente para el estudio comparativo de los servicios de transporte, por lo que es frecuente recurrir a la elaboración de unas *ratios* o *índices* que relacionan estas unidades y que pueden ofrecer información complementaria útil para el análisis.

Viajeros evolucionados, máximos y media de viajeros

Para un servicio determinado (por ejemplo, para un tren y fecha concretos), o para un grupo de trenes de servicios se pueden emplear tres indicadores relacionados con el transporte:

Viajeros evolucionados o viajeros totales (de un tren o conjunto de trenes).- Este concepto se obtiene sumando todos los viajeros que se suben al tren en un momento de su recorrido (y que, lógicamente, coinciden con los que bajan del tren). Este indicador se emplea mucho, si bien su valor como indicador de la utilización de un

servicio es muy limitado, y se reduce a ser un buen inductor de ciertos costes², en concreto de los cánones o tasas por uso de terminales o el coste de venta de un billete o las prestaciones a bordo que se relacionan con el número de viajeros evolucionados. Pero para medir la utilización de un tren son más importantes otros indicadores como los *máximos* o *la media de viajeros*.

Los viajeros evolucionados o totales del tren se abrevian como “ v_e ”.

Máximo de viajeros (de un tren).- Es el número de viajeros que lleva el tren en un determinado punto de su recorrido: aquél en el que, simultáneamente, hay más viajeros en el tren.

No coincide con los viajeros totales del tren porque no todos los viajeros que se suben al tren realizan el recorrido completo. Por ello, en unos tramos del recorrido hay más viajeros que en otros.

Por ejemplo, en un tren Madrid-Córdoba (km 343)-Sevilla (km 470) se suben 300 viajeros en Madrid; en Córdoba se bajan 80 y suben 120 (y, lógicamente, se bajan en Sevilla 340).

El número de viajeros en el tren son $300+120=420$; los viajeros.kilómetro son $300 \times 343 + (300-80+120) \times (470-343) = 146.080$. El máximo de viajeros es de 340, que son los que viajan en el tramo entre Córdoba y Sevilla (en el tramo entre Madrid y Córdoba hay en el tren 300 viajeros).

Naturalmente, en los trenes que no realizan paradas intermedias, el número máximo de viajeros coincide con el de viajeros totales del tren.

El máximo de viajeros de un tren tiene sentido para disponer de una idea acerca de los viajeros que lleva el tren en el tramo de máxima ocupación, lo que puede ser útil por ejemplo para compararlo con las plazas del tren. Para un grupo de trenes se puede calcular la media de los viajeros máximos, pero es un indicador que tiene poca utilidad práctica.

El máximo de viajeros de un tren se abrevia como “ V_x ”.

Media de viajeros (de un tren o conjunto de trenes).- Es el número de viajeros que, por término medio, hay en el tren. Para un único tren se obtiene dividiendo los viajeros.km que se mueven en el tren por los kilómetros que recorre el tren:

$$v_m = \frac{v.km}{km \text{ recorridos por el tren}}$$

Para un grupo de trenes se obtiene por división la suma de los viajeros.kilómetro entre la suma de los trenes.kilómetro:

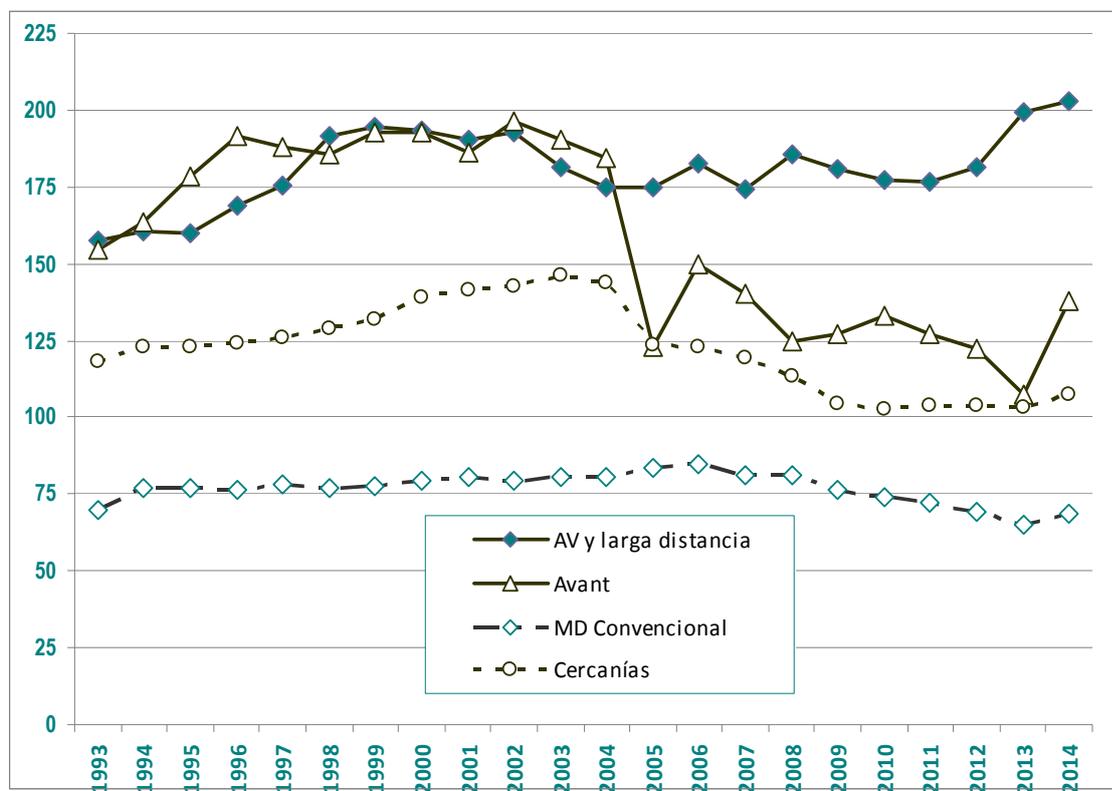
$$v_m = \frac{\sum v.km}{trenes.km}$$

La media de viajeros de un tren se abrevia como “ v_m ”

Este indicador es, de entre estos tres, el que da mejor idea del aprovechamiento económico de un tren o grupo de trenes.

² El uso del número de viajeros como base para el cálculo de ciertos costes constituye una excepción al principio general según el cual los costes deben relacionarse con la producción (o la oferta o el *output*), y no con la demanda o el transporte realizado, ya que normalmente sólo se incurre en el coste por el hecho de poner el vehículo de transporte en circulación, sea cual fuere el uso que se hace de él. En los costes de tasas de terminal, coste de venta, comida a bordo, etc., sólo se incurre si hay viajeros, por lo que excepcionalmente se puede tomar este indicador como *cost driver*.

Figura 5. Evolución de la media de viajeros por tren en los trenes de alta velocidad y larga distancia; Avant, MD Convencional y Cercanías en España (1993-2015)



Unidad: viajeros/tren. Fuente: OFE 2014, elaboración propia.

Relación entre indicadores

De las definiciones anteriores se deduce que los *viajeros evolucionados*, el *máximo de viajeros* y la *media de viajeros por tren* coincidirán necesariamente en un servicio de transporte que no realice ninguna parada intermedia. En el caso más normal de que el tren haga paradas intermedias, el número de *viajeros evolucionados* será normalmente mayor que el de los *viajeros máximos*, y éste que el de los *viajeros medios*.

Es posible también que el número de los viajeros evolucionados y los *viajeros máximos* no sean iguales, y sin embargo los *viajeros máximos* sí sean iguales a la *media de viajeros*. Sería el caso de un tren en el que el número de viajeros que se bajan en cada parada intermedia fuera idéntico al de viajeros que se suben en la misma parada. Este caso, aparentemente excepcional, puede presentarse en fechas de mucha saturación y con una demanda tal que el tren saliese completo de origen y, en cada parada, las plazas que quedarán libres por viajeros que se bajen, se repusieran completamente con viajeros que subieran en estas paradas intermedias.

Como consecuencia de lo expuesto, se verifica siempre que

$$v_e \geq v_x \geq v_m$$

Recorrido medio del viajero

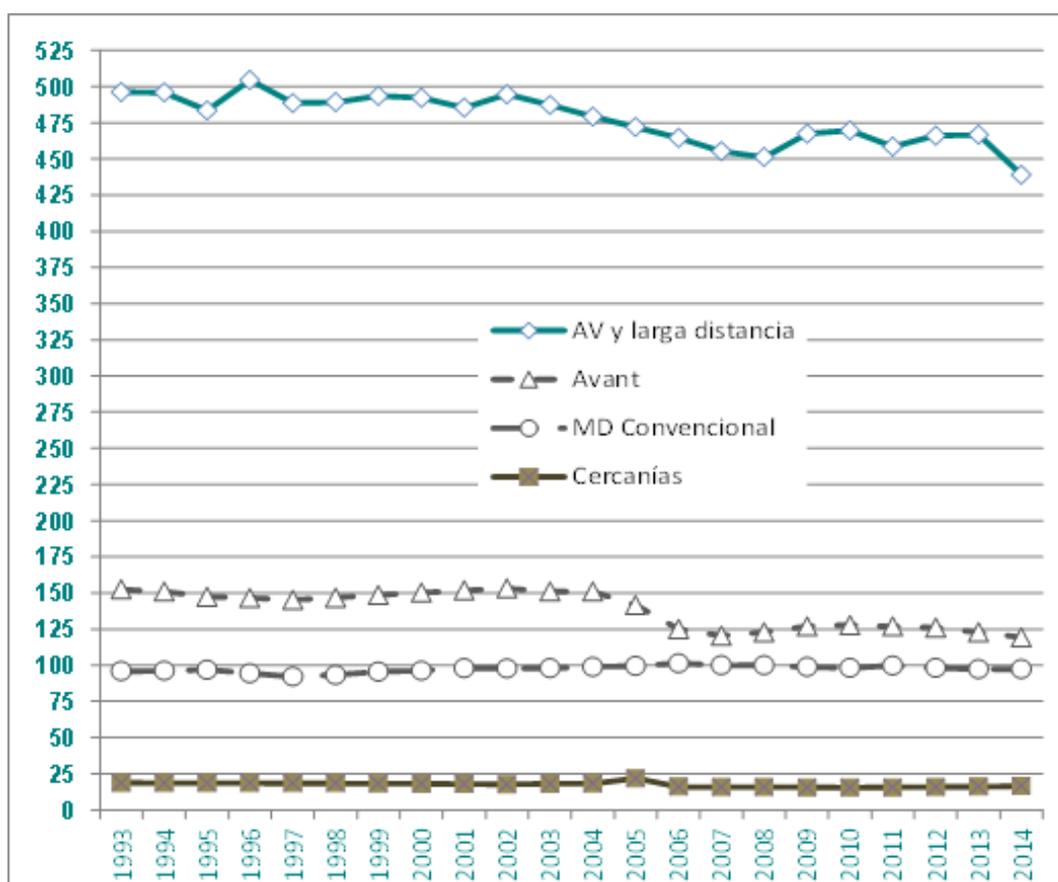
El *recorrido medio del viajero* (de un tren o de un grupo de trenes) se obtiene dividiendo los viajeros.km entre los viajeros evolucionados. Esta ratio ofrece una idea (como indica su propio nombre) del recorrido que, en promedio, realizan los viajeros que suben al tren:

$$R_v = \frac{v.km}{v_e}$$

La unidad en que se mide es, lógicamente, el kilómetro.

Así en 2014 los trenes de AVE y larga distancia de Renfe transportaron un total de 29,6 millones de viajeros con un recorrido total de 12,997 Gviajeros.kilómetro, lo que significa un recorrido medio de 438 kilómetros por cada viajero, bastante inferior al de 2013 (466,6 kilómetros por viajero), lo cual denota que en el año los viajeros de alta velocidad y larga distancia realizaron, en promedio, recorridos menores, por mayor crecimiento del transporte en rutas más cortas.

Figura 6. Evolución del recorrido medio de los viajeros en los trenes de alta velocidad y larga distancia, Avant, MD Convencional y Cercanías en España (1993-2015)



Unidad: km/viajero. Fuente: OFE 2014, elaboración propia.

Coeficiente de asimetría del tráfico

El *coeficiente de asimetría del tráfico* en una ruta determinada y en un periodo coherente de tiempo (generalmente un año) es el cociente entre el número de viajes en el sentido con más viajes y el número de viajes en sentido con menos viajes.

De la propia definición puede deducirse que el *coeficiente de asimetría* adopta valores mayores o iguales que la unidad.

El *coeficiente de asimetría del tráfico* en una ruta se abrevia como “ C_{as} ”

Normalmente debe calcularse considerando como una única estación (de origen o destino de los viajeros) todas las estaciones una misma ciudad. Y ello, por dos razones:

- En algunos casos los viajeros suben en una estación cuando salen de su ciudad y se bajan en otra diferente cuando llegan, porque muchos prefieren subir en la estación de origen del tren, pero bajarse en la que queda más cerca de su destino.
- En otros casos, cuando el precio a todas las estaciones de la misma ciudad es el mismo, suelen expedirse los viajeros hacia esa ciudad con destino en la estación más lejana, mientras que los de salida suelen expedirse desde la estación solicitada por el viajero.

Es preferible calcular este indicador sobre los viajes multietapa, en vez de sobre los viajeros, puesto que es posible que haya personas que realicen el viaje de ida directo pero el de vuelta pueden realizarlo con transbordo.

Antes de cualquier análisis de detalle suele ser conveniente hacer un “test de simetría” a los datos de transporte disponibles, que puede hacer aflorar falta de consistencia en los propios datos de origen o identificar algún problema del servicio.

Se parte de la hipótesis, contrastada con la experiencia, de que, en términos anuales, el transporte entre un origen y un destino debe ser simétrico si no hay alguna circunstancia específica que justifique esta falta de simetría; es decir, los viajeros “que van” en el año son los mismos que los “que vuelven”.

Aunque los análisis de transporte suelen referirse a un periodo de un año, en el caso de cercanías el periodo en el que se produce la simetría del tráfico puede ser diario, y en regionales puede ser semanal. También puede ser semanal en largo recorrido en servicios dominados por el transporte con motivo de trabajo, pero no en los servicios con muchos viajes de ocio, ya que en periodos como el verano, la Semana Santa o la Navidad/Año Nuevo el ciclo de simetría es bimestral o trimestral.

En los casos normales, el valor de C_{as} en una ruta suele ser menor de 1,02, y valores mayores denotan alguna peculiaridad que exige un análisis de más detalle.

Las causas que pueden dar lugar a un coeficiente de simetría mayor, además de haber contabilizado las estaciones de una misma ciudad de manera independiente, pueden ser:

- El transporte analizado se refiere a uno solo de los productos ferroviarios ofrecidos en la ruta (por ejemplo, largo recorrido) y no se incluyen otros productos (como media distancia) en los cuales el viajero realiza el viaje de vuelta.
- En una de las estaciones origen de la ruta no existe venta de billetes, la venta se hace en ruta sin que se asignen todos los viajeros.
- Cuando en una de las estaciones tienen lugar muchos transbordos.
- Cuando una estación es de frontera, ya que la asignación del transporte internacional es compleja.

Los valores del coeficiente de asimetría obtenidos en algunas rutas OD españolas son los recogidos en la tabla y dan una idea del alto grado de simetría que, en la práctica, presenta el tráfico.

Tabla 5. Coeficiente de simetría de las principales relaciones de larga distancia (2013)

Ruta	Coef. Asimetría (Cas)
Madrid-Barcelona	1,004
Madrid-Sevilla	1,019
Madrid-Málaga	1,001
Madrid-Zaragoza	1,006
Barcelona-Valencia	1,018
Madrid-Córdoba	1,021
Madrid-Valencia	1,018
Madrid-Alicante	1,025
Barcelona-Zaragoza	1,007
Madrid-Valladolid	1,052
Madrid-Pamplona	1,009

Fuente: Elaboración propia.

La ruta Madrid-Valladolid presenta un coeficiente de simetría muy alto, de 1,052: Ello es debido a que sólo se han considerado los trenes de larga distancia, pero este mismo servicio es prestado por trenes de alta velocidad y media distancia. Los viajeros emplean más los trenes Avant para desplazarse de Madrid a Valladolid que al contrario. Si se considera el conjunto de los dos servicios, el coeficiente de asimetría baja hasta 1,016, ya un valor más normal.

2.3. Unidades de ingresos y precios

Ingresos

Los **ingresos** obtenidos en la explotación del transporte corresponden a las contrapartidas económicas que el operador del servicio de transporte obtiene por prestar el servicio.

En su concepción más general, los *ingresos* del operador pueden ser *ingresos comerciales* y *otros ingresos* (incluyendo los *ingresos atípicos*). Dentro de los ingresos comerciales con frecuencia se distingue entre “*Ingresos de transporte*” y “*otros ingresos comerciales*” (como son, por ejemplo, la publicidad, los alquileres, la venta de material, prestaciones de servicios a terceros, etc.).

La magnitud “ingresos” de un operador se refiere exclusivamente a los ingresos por el transporte, y proceden de los “billetes” pagados por los viajeros (o por agencias de viajes).

En la aviación se abre paso cada vez más el concepto de ingresos accesorios (ancillary incomes) que son ingresos que proceden de los viajeros pero por actividades que no están incluidas en el precio básico del transporte (comidas a bordo, exceso de equipaje, seguros, cobros por prioridad en el embarque e incluso rifas a bordo). Es decir, un concepto semejante al definido como “otros ingresos comerciales”, aunque en el ferrocarril estos ingresos aún no tienen un peso significativo.

La cifra de ingresos (de transporte) de un operador debe corresponder a un periodo temporal y a un ámbito de servicio determinado.

Así, por ejemplo, los ingresos de transporte de viajeros en trenes de larga distancia y alta velocidad de Renfe en el año 2011 fueron 1.207 millones de euros; los ingresos de los trenes Alvia de la ruta Madrid-Cádiz fueron 27,4 millones de euros.

Unidades de medida de los ingresos

Los ingresos se expresan en unidades monetarias, generalmente euros. Cuando se trata de analizar la evolución de los ingresos en el tiempo, y para realizar comparaciones homogéneas, a veces se emplea moneda constante de un año determinado. En tal caso, se designa como euros del año de referencia (€₂₀₁₅, por ejemplo).

Por ello, debemos acotar el término ingresos por títulos de transporte como el importe total facturado por una empresa ferroviaria durante el período que se examina.

Perímetro de los ingresos

Los ingresos corresponden a las ventas comerciales por los servicios de transporte suministrados a terceros sin incluir el IVA ni otras tasas. También se minoran las reducciones de precios, rebajas y descuentos, excluidos los descuentos por pronto pago. No incluyen las subvenciones de funcionamiento recibidas de las autoridades públicas, aunque estén vinculadas al transporte producido. Los ingresos por la venta de activos fijos están también excluidos.

El IVA ni otros tributos, como la Tasa de Seguridad no se contabiliza en los ingresos, ya que éste no es un ingreso del operador, si bien cuando sea posible, es preferible figurar expresamente “neto de IVA” o “sin IVA” ya que ésta es una fuente de errores o de malas interpretaciones. El tipo de IVA vigente para transporte de viajeros en España es reducido, que en la actualidad (2016) es el 10% (desde el 1 de septiembre de 2012). A efectos de análisis de datos históricos, puede recordarse que el tipo reducido del IVA aplicable al transporte en España fue del 7% hasta el 1 de julio de 2010 y desde esa fecha fue del 8% hasta el 1 de septiembre de 2012 en que, como se ha indicado, subió al 10%. El IVA aplicable al transporte de viajeros por ferrocarril en Francia es el 7% y en Portugal es el 6%. En Francia, el transporte internacional está exento de IVA.

Para el cálculo del importe neto de IVA es preciso dividir el importe del billete por 1,1 (atención, no se debe multiplicar por 0,9 como se hace en ocasiones de forma impropia).

Así, si el billete pagado por un viajero es de 100 euros, el importe sin IVA es de $100/1,1 = 90,90$ euros, no $100 \times 0,9 = 90$ euros.

Clasificación de los ingresos

Existen diversos tipos de ingresos (de transporte, comerciales, otros) según cual sea el perímetro que se considere. Cada empresa en función de sus reglas contables puede aplicar criterios o denominaciones diferentes.

En el caso de Renfe Viajeros, los ingresos se clasifican de la siguiente forma:

1.-Ingresos de tráfico

El criterio general de cómputo del ingreso de tráfico es que se deducen del precio total del billete los importes que supongan recaudación por cuenta de un tercero (combinados con otras empresas nacionales o empresas ferroviarias extranjeras).

Del importe restante se deduce la Tasa de Seguridad Ferroviaria y su IVA (21%) y el IVA del transporte (10%).³

1.1.- Ingreso de tráfico con procedencia directa de los sistemas de venta:

- Venta de billetes en metálico en estaciones (los tres sistemas de venta SIVER, VISIR y ORION).*
- Venta de billetes en metálico en agencias de viajes vía SIVER, recaudado vía facturación de agencias.*
- Venta de billetes con tarjetas de crédito en estaciones (los tres sistemas) y agencias e Internet (sólo SIVER).*
- Importes no pagados por el viajero y facturados a posteriori a organismos y otras entidades oficiales, en los tres sistemas y vía estaciones, agencias o Internet.*
- Venta de trenes Renfe en sistemas de otras empresas ferroviarias extranjeras vía SIVER.*
- Ingresos Intragrupo (viajes de servicio de empleados de otras empresas del grupo Renfe).*
- Menores ingresos por pago de indemnizaciones a viajeros (compromisos de puntualidad y confort).*

1.2.- Ingreso de tráfico que no proceden de los sistemas de venta

- Participación en la venta en local de pases internacionales en los sistemas de otras empresas extranjeras.*
- Ingresos por liquidación con los Consorcios de Transporte como TAM (Madrid), ATM (Barcelona), CTA (Asturias) y CTB (Bilbao).*
- Ingresos por otras modalidades de venta vía factura comercial (trenes chárter, Tarjetas Doradas incorporadas a tarjetas de crédito bancarias, etc.).*
- Menores ingresos por bonificaciones de tarjetas de fidelización.*

³ La Tasa de Seguridad (sobre la que se aplicaba un IVA del 21%) en el transporte de viajeros ha desaparecido en 2017. En 2016 era:

- Servicios de recorrido menor o igual a 150 km: 0,02 euros por persona y viaje.
- Servicios de Recorrido superior a 150 km e inferior a 300 km: 0,5 euros persona y viaje.
- Servicios de recorrido superior a 300 km: 0,34 euros persona y viaje.
- Contratos de transporte con un número indeterminado de viajes: 0,3 euros por número de días de validez.
- Contratos de transporte con un número indeterminado de viajes en dos o más medios: 0,20 por número de meses o fracción de mes de validez del título.

- *Menores ingresos por bonificaciones sobre la facturación a organismos oficiales.*

2.-Otros ingresos comerciales

- *Alquileres de espacios y locales.*
- *Concesiones en recintos de estaciones.*
- *Comisiones.*
- *Ingresos por publicidad.*
- *Operaciones con otros ferrocarriles extranjeros socios en negocios conjuntos.*
- *Penalizaciones a proveedores e indemnizaciones.*
- *Exploraciones de vía a ADIF.*
- *Otros Ingresos, incluyendo, por ejemplo, los ingresos procedentes de la compra de plazas de otros trenes sinergizados con el que recibe los ingresos.*

3.-Ingresos no comerciales

- *Subvenciones de las CCAA.*
- *Liquidación de convenios de OSP con la Administración del Estado.*
- *Liquidación del Convenio de Estaciones de Cercanías con ADIF.*

Precio

Precio es la cantidad económica pagada por el viajero para recibir el servicio de transporte.

El precio (que es la cantidad pagada por el viajero) no coincide con el ingreso que recibe el operador por el billete, fundamentalmente porque el ingreso no incluye el IVA, ni ciertas tasas que sí están incluidas en el precio. El ingreso que recibe el operador es siempre menor que el precio pagado por el viajero.

Para la contabilidad del operador y para su análisis de gestión la cifra relevante es la de los ingresos, pero ello no significa que el precio pagado por los viajeros sea irrelevante. De hecho, el precio que paga el viajero es el que puede condicionar su decisión de viajar o no viajar y la elección del modo de transporte en el que viaja. Por ello, el precio (y no el ingreso) debe emplearse en los análisis de la demanda y de la toma de decisiones de los viajeros.

Pensemos por ejemplo en la subida del IVA que se produjo en septiembre de 2012, cuando el tipo impositivo pasó, para el transporte de viajeros, del 8 al 10%. En el caso de que el precio al público se mantuviera constante, el ingreso por viajero sería el mismo, puesto que el IVA no forma parte del ingreso; sin embargo, el precio pagado por el viajero subió un 1,8%, lo que indudablemente se tradujo en una reducción de la demanda, ya que aumentó el “coste generalizado” del transporte.

El precio a nivel agregado (suma de los precios pagados por los viajeros de un tren o grupo de trenes) no tiene sentido, pues no representa nada. Sin embargo, sí tiene sentido el análisis de los precios medios, tanto por viajero como por viajero.kilómetro.

Precio de referencia

Se denomina **precio de referencia** al precio (incluido IVA) de un billete para un tren para una ruta, tren y clase sin ningún tipo de descuento. En los sistemas de precios basados en descuentos sobre una tarifa de referencia es el precio sobre el que se

aplican los descuentos, y a la vez es el precio máximo que se ofrece para la ruta, tren y clase.

En Renfe el precio de referencia se denomina (desde 2013) “tarifa flexible” y sobre ella se aplican descuentos; por ejemplo, del 20% para ida y vuelta, del 25 al 40% para tarjeta dorada, etc.

El precio pagado por un viajero para un recorrido no siempre coincide con el precio nominal o de referencia en dicho recorrido, ya que son muy frecuentes los descuentos sobre el precio nominal o de referencia (ida y vuelta, tarjeta dorada, carnet joven) y más recientemente, los descuentos basados en “tarifas dinámicas” (*revenue management*). Por todo ello, el precio medio suele ser inferior al precio de referencia.

Por otra parte, las plazas de un tren normalmente se comercializan en diversas clases (turista, turista plus, preferente, club, etc.). Cada una de las clases tiene precios diferentes para el mismo recorrido. Por ello, el precio de referencia de la clase turista tampoco se corresponde con el precio medio pagado en el tren, ya que debe tenerse en cuenta el peso de cada una de las clases del tren.

Indicadores relacionados con los ingresos y los precios

El valor absoluto de los ingresos de un operador en un ámbito y en un periodo puede ser útil para su contabilidad, pero no ofrece información para la gestión concreta de su política de precios y oferta. Por ello, es necesario poner en relación estos ingresos con otras variables, para obtener las correspondientes ratios o indicadores que sean útiles para el análisis y la comparación. Lo mismo ocurre con los precios: los indicadores relevantes son los que los relacionan éstos con los viajeros y sus recorridos.

Ingreso y precio medio por viajero

El ingreso medio por viajero es el resultado de dividir los ingresos por el número de viajeros transportados en el ámbito y periodo temporal de que se trate. Representa el ingreso medio percibido por el operador de cada viajero transportado.

Este indicador no ofrece una información útil para la comparación, pues el ingreso debe ponerse en relación con la distancia recorrida, lo que sí permite realizar comparaciones. Por excepción, sí que ofrece una información útil en el caso en que los recorridos de todos y cada uno de los viajeros sean iguales,

La unidad en la que se mide el precio medio es euros por viajero (€/v).

El precio del billete medio por viajero se obtiene dividiendo lo pagado por los viajeros (es decir, sin descontar el IVA ni las tasas) entre el número de viajeros.

Este indicador es diferente del ingreso medio por viajero, aunque las unidades en que se expresan ambos conceptos sean las mismas (€/v). Por ello, puede expresarse el precio medio en euros brutos por viajero (€_b/v)

Percepción media (ingreso por viajero.kilómetro) y precio medio por viajero.kilómetro

Percepción media (o ingreso medio) por viajero.kilómetro.- La *percepción media* (o ingreso por viajero.kilómetro) se obtiene dividiendo los ingresos por servicios de transporte (sin IVA ni tasas) por los viajeros.kilómetro transportados. Se corresponde con lo ingresado por término medio por un viajero por cada kilómetro que recorre. Esta ratio sí es representativa de los ingresos unitarios del operador y permite la comparación entre trenes, rutas o tipos de servicio. Suele expresarse en céntimos de euro por viajero kilómetro (c€/v.km), ya que es una cifra muy pequeña si se expresa en euros (normalmente es del orden 0,05 a 0,2 euros por viajero kilómetro), y por ello resulta más manejable su expresión en céntimos de euro con uno o dos decimales.

Así, si la percepción media de los trenes en una ruta es de 7,25 céntimos de euro por viajero.kilómetro (7,25 c€/vkm) y en otra ruta es de 10,12 c€/vkm, podemos saber que el segundo tren está mejor retribuido que el primero.

Precio medio por viajero.kilómetro.- El precio medio por viajero.kilómetro se obtiene al dividir lo pagado por los viajeros (es decir, sin descontar el IVA ni las tasas) entre los viajeros.kilómetro transportados. Es diferente de la percepción media (ingreso por viajero.kilómetro), aunque las unidades en que se expresan ambos indicadores sean las mismas (c€/v.km), por lo que la unidad que mide el billete medio puede expresarse como euro bruto por viajero.kilómetro (€b/v.km).

La cuestión de la distancia a emplear

Los viajeros.kilómetro que se emplean en el divisor para el cálculo de los indicadores de percepción media y de precio medio por viajero.kilómetro se refieren a los kilómetros “comerciales” empleados en la tasación de los billetes, que pueden ser ligeramente diferentes a los recorridos por el modo de transporte en cuestión.

Debe tenerse en cuenta que en la misma ruta origen-destino (por ejemplo, de Madrid a Barcelona), los kilómetros recorridos en cada modo de transporte frecuentemente son diferentes, y también suelen serlo los recorridos en el ferrocarril convencional y en el de alta velocidad.

Si, por la razón que fuera, se empleasen distancias físicas, se debe indicar expresamente, y entonces los indicadores se expresarían en c€/v.km_f.

Indicadores que relacionan el precio de referencia con el precio medio

Coeficiente de descuento medio

El **coeficiente de descuento medio** (llamado en curiosa terminología en Francia “tasa de generosidad”) relaciona el precio medio nominal del billete en un determinado recorrido y clase con el precio medio real después de aplicar los descuentos. Puede calcularse a través del ingreso medio o de la percepción media. Hacerlo con la percepción media (c€/v.km) tiene la ventaja de que permite calcular el coeficiente para el conjunto de todas las rutas OD de un tren.

$$CDM = 100 \times \left(1 - \frac{P_{media_{Clasei}}}{P_{media_{Clasei_TarifaGral}}} \right)$$

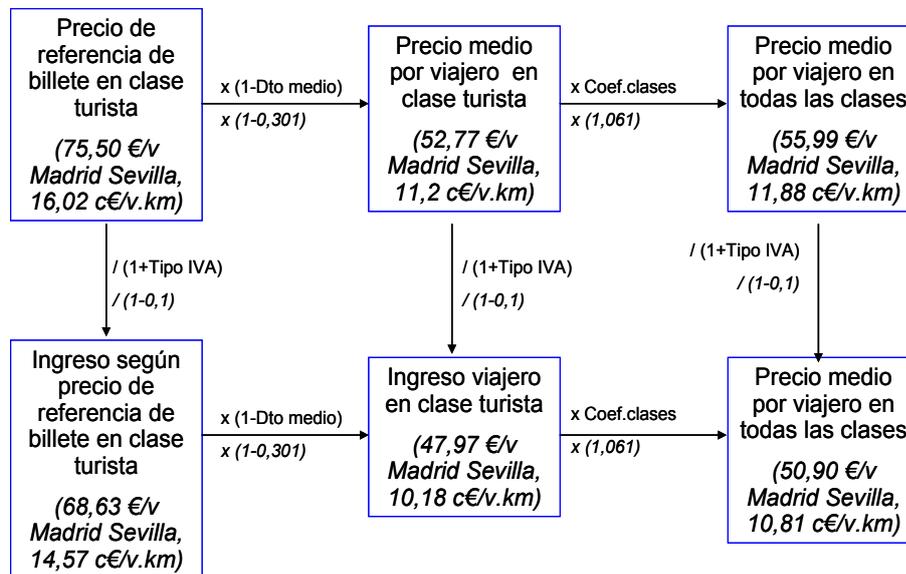
Coeficiente de clases

El **coeficiente de clases** relaciona la percepción media del conjunto del tren con la percepción media en clase turista. Da una idea del volumen de plazas vendidas en las

diferentes clases y de la relación de precios entre ellas. $CoefClases = \frac{P_{Media_{Tren}}}{P_{Media_{Turista}}}$

Consideremos, por ejemplo, los datos de los trenes AVE entre Madrid y Sevilla en el año 2013: el precio de referencia (incluido IVA) del billete turista era de 75,5 euros, y el precio del billete medio (con IVA) de los viajeros en clase turista fue de 52,77 euros; y en el conjunto del tren (todas las clases) de 55,99 euros. Ello significa que el descuento medio en clase turista es de $100 \times (1 - 52,77/75,50) = 30,1\%$ y que el coeficiente de clases es de $55,99/52,77 = 1,061$. Dividiendo todos los datos por la distancia física de Madrid a Sevilla (471 km) se obtienen las percepciones por viajero.km, y deduciendo el IVA se obtienen los ingresos correspondientes en cada uno de los indicadores.

Figura 7. Relación entre precio de referencia, precio medio en turista y precio medio del tren por viajero y por viajero.km, y los respectivos ingresos (AVE Madrid Sevilla, 2013)

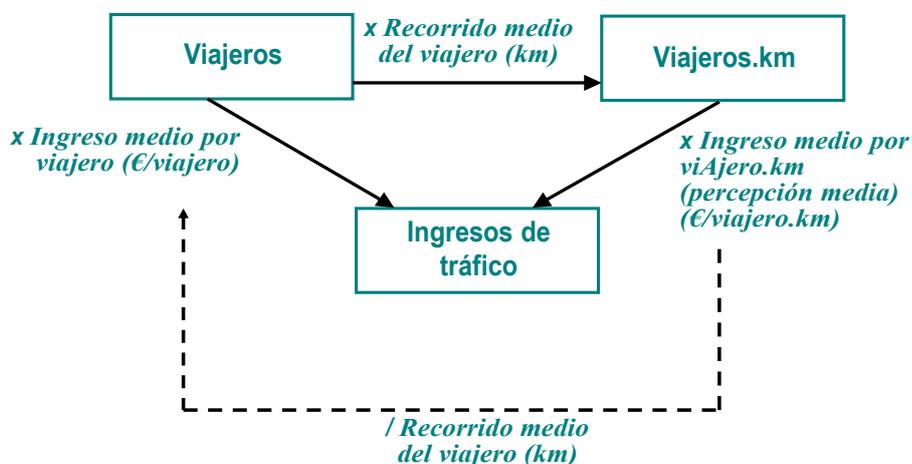


Fuente: Renfe-Viajeros. Elaboración propia.

2.4. Relación entre unidades

En la figura se pueden apreciar las relaciones entre las unidades de transporte e ingresos, y las ratios correspondientes. Hay tres unidades y magnitudes (viajeros, viajero.kilómetro, e ingresos) y tres ratios (recorrido medio, billete medio y percepción media). Con las ecuaciones que subyacen en la figura puede comprobarse que, conociendo tres de las seis cifras, se pueden conocer las otras tres.

Figura 8. Relación entre las principales magnitudes y unidades transporte e ingresos

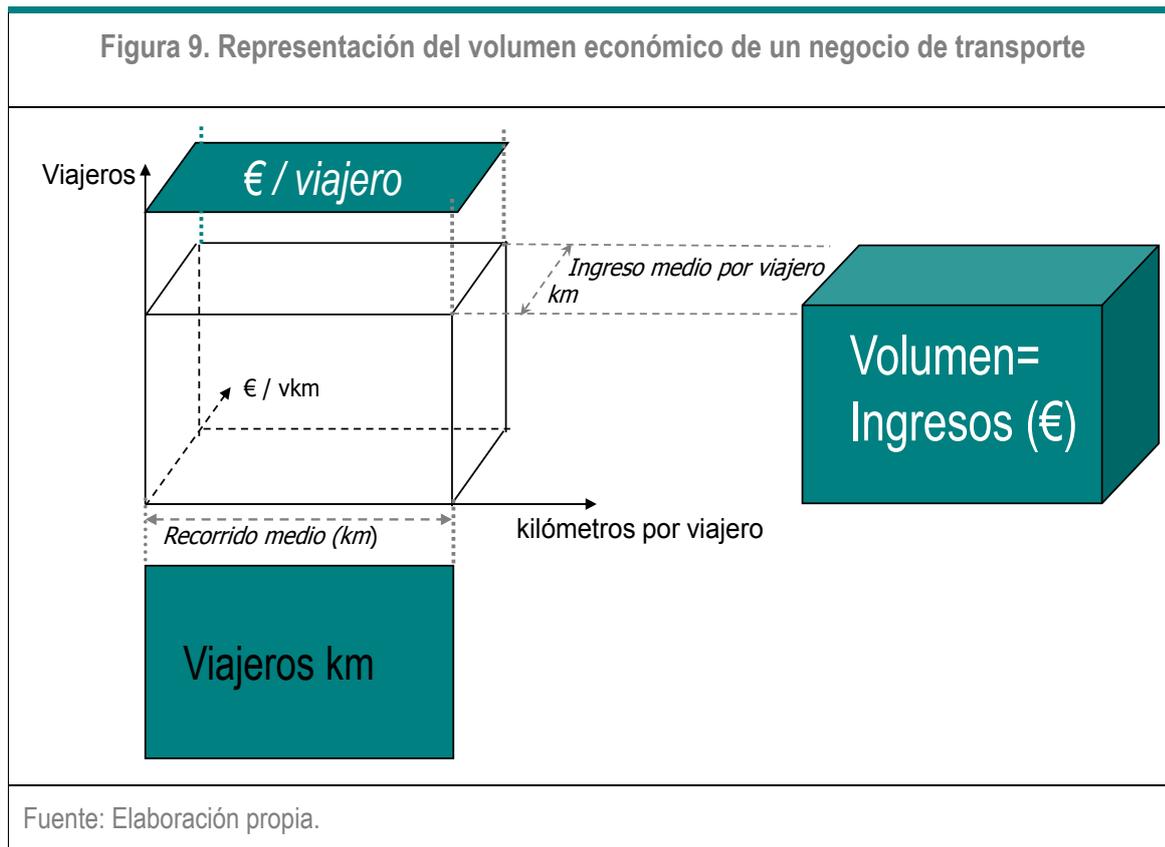


Fuente: Elaboración propia.

2.4.1. El volumen del negocio

El volumen económico del negocio de transporte de viajeros (medido por los ingresos de transporte) puede calcularse, a la vista de lo expuesto, multiplicando los viajeros.kilómetro por la percepción media ($c\text{€}/v.\text{km}$); o, lo que es lo mismo, los viajeros transportados (v) por su recorrido medio (obteniendo así $v.\text{km}$) y por la percepción media ($c\text{€}/v.\text{km}$).

Gráficamente equivale a representar los ingresos como el volumen de un octaedro o paralelepípedo rectangular, uno de cuyos lados es el número de los viajeros transportados; otro lado es el recorrido medio del viajero; y el tercer lado es la percepción media.



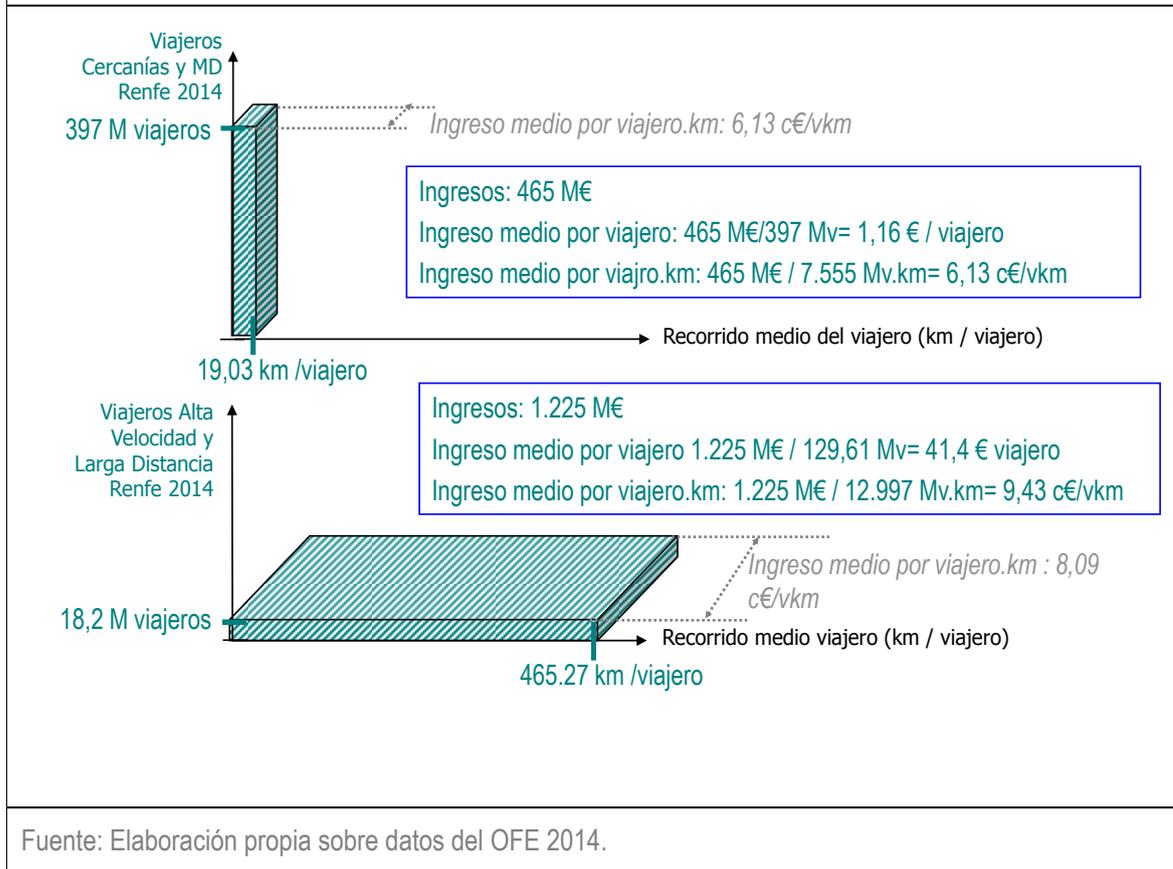
Esta descomposición de los ingresos en sus tres dimensiones permite apreciar las diferencias entre diversos negocios de transporte con un volumen total equivalente.

Por ejemplo, si se compara el volumen del negocio de transporte de viajeros de Cercanías de Renfe con el alta velocidad y larga distancia en 2014, se puede observar que, siendo los volúmenes económicos del mismo orden de magnitud (810 y 1.225 millones de euros), cada uno de los vectores que intervienen tiene un valor muy diverso. Así:

- *En Corta y Media Distancia el número de viajeros es mucho mayor (397 millones frente a 29,6 millones)*
- *Los viajeros de Larga Distancia tienen, lógicamente, un recorrido medio mucho más elevado (439 kilómetros frente a los 19,3 kilómetros de Cercanías) lo que hace que el número de viajeros.km sea también del mismo orden de magnitud (7.574 MVkm en Cercanías y 12.997 Mvkm en Larga Distancia).*

- Los viajeros de larga distancia producen una percepción media mayor (9,43 c€/vkm frente a 6,13 c€/vkm), todo lo cual conduce a un volumen de ingresos mayor (1.226 M€ frente a 810 M€ en cercanías) con un número de viajeros mucho menor.

Figura 10. Comparación de los volúmenes de negocio de Cercanías frente a los de Alta Velocidad y Larga Distancia (Renfe, 2014) y sus componentes



3. UNIDADES E INDICADORES DE OFERTA, PRODUCCIÓN Y COSTES

Un grupo importante de magnitudes y unidades en el transporte miden la oferta y la producción realizadas por el operador, y por lo tanto pueden formar parte de la función de costes, además de relacionarse con las unidades de demanda y transporte.

3.1. Unidades e indicadores técnicos de oferta y producción

Seguidamente se relacionan las unidades más importantes con las que se miden las magnitudes “oferta” y “producción” que se emplean en el transporte de viajeros.

3.1.1. Oferta

Frecuencia

La *frecuencia*⁴ expresa el número de oportunidades de viaje en un periodo de tiempo determinado. Así, el número de salidas de trenes en un período de tiempo (por ejemplo, en un día) es una primera forma de medir la oferta de transporte. Es una unidad útil para medir la oferta en una ruta.

La frecuencia se mide en la unidad “expediciones” por periodo de tiempo. Típicamente se expresa en expediciones por sentido y día en un día laborable representativo, aunque también se puede expresar en expediciones por sentido en un día medio en un año.

La frecuencia también se expresa con la unidad “trenes” por unidad de tiempo, entendiendo la palabra tren como sinónimo de circulación o de expedición, no con referencia al vehículo físico.

Capacidad

La capacidad es una magnitud que indica la posibilidad de la oferta de realizar una determinada cantidad de transporte. Las unidades en que se mide son plazas y plazas.kilómetro (en ambos casos, pueden ser físicas y comerciales)

⁴ La palabra “frecuencia” se emplea a la vez como un atributo de la oferta y como unidad de medida de ese atributo. Así se podría decir, “el servicio AVE de Madrid a Barcelona tiene una elevada frecuencia (magnitud), ya que se ofrecen 29 frecuencias al día” (unidad, que viene a indicar que se ofertan 29 expediciones u oportunidades de viaje por sentido y día).

Plazas

La **plaza** es una unidad de oferta que expresa la capacidad que se pone a disposición de los potenciales viajeros; es decir, la cantidad de personas que podrían viajar en el tren en condiciones normales de uso del mismo. Generalmente se refiere a las plazas sentadas o acostadas, y por ello con frecuencia se emplea la unidad “asiento” como equivalente a “plaza”. Podría, por tanto, definirse como número de plazas el número de asientos, camas o literas.

En inglés se mide como “seats”.

Plaza comercial es la unidad de capacidad de la oferta que se mide sumando los asientos, camas o literas que se ofrecen a los clientes, es decir, las que se ponen a la venta.

Plaza física es la unidad de oferta que se mide sumando los asientos, camas o literas que existen en el tren, con independencia de que se ofrezcan o no a los clientes, es decir, de que se pongan o no a la venta.

Cuando las plazas físicas de los trenes que circulan son diferentes de las plazas comerciales, si se emplean las plazas físicas debe indicarse expresamente y designarse con el subíndice p_f .

De lo anterior se deduce que en un tren el número de plazas físicas es igual o mayor que el número de plazas comerciales.

Según el tipo de transporte y de vehículo, una plaza puede ser un asiento, un espacio para viajar de pie, una cama o una litera.

Como principio se cuentan exclusivamente las plazas sentadas o acostadas y no las plazas de pie. Cuando en ciertos servicios se admiten viajeros de pie, las plazas pueden expresarse como “plazas sentadas y de pie”, debiendo designarse con un subíndice que indica el número de plazas de pie por metro cuadrado que se han considerado.

¿Pueden transportarse más viajeros que plazas? - La capacidad de cada tren está expresada por su “masa máxima” que es una de las características del vehículo. Por ello, el número máximo absoluto de personas (con sus equipajes) que puede transportar es la diferencia entre la masa máxima del vehículo en orden de marcha y la tara, dividida por la masa atribuida a cada viajero con su equipaje (normalmente, 80 kilogramos).

Plazas(comerciales).kilómetro y plazas(físicas).kilómetro

Las **plazas.kilómetro**, es el resultado de multiplicar el número de plazas comerciales que ofrece cada tren por el recorrido del tren (obviamente, si el tren cambia de número de plazas a lo largo de su recorrido, se calcula la suma de los productos en cada uno de los tramos con número de plazas diferentes). La **plaza.km** es la unidad fundamental de capacidad de la oferta, la más completa, y por ello la más empleada. La **plaza.km** se constituye en el *output* del operador de los servicios de transporte (y es la que normalmente se emplea como divisor para referir a ella los costes unitarios). En inglés se traduce como “seats.kilometre”.

La unidad plaza.kilómetro como medida de la capacidad de la oferta se entiende que se refiere a las plazas comerciales y a los kilómetros comerciales.

Cabe hacer análogas consideraciones a las realizadas con las plazas: $p.km$ son plazas comerciales.km; $p_f.km$, plazas físicas por kilómetro; y $p_n.km$ plazas de pie (a razón de n por metro cuadrado) por kilómetro. Los kilómetros normalmente son los

kilómetros comerciales, pero si fueran distancias físicas se notarían con el subíndice “f”.

3.1.2. Producción

Trenes, coches y composiciones (ofertadas)

Normalmente cada expedición (tren) está formada por varios coches o, en el caso del tren autopropulsado, por una composición integrada por varios vehículos.

Coches (en los trenes convencionales) o **composiciones** (en los trenes autopropulsados) como unidad de oferta es el sumatorio del número de coches o de composiciones autopropulsadas cuyas plazas se ofertan en las diferentes expediciones que circulan en el ámbito espacial y temporal analizado.

Supongamos, por ejemplo, que de Madrid a Barcelona en el año han circulado 7.500 trenes (servicios) en ambos sentidos. De ellos 3.500 trenes eran de material convencional, con una media de 6 coches en cada tren, y los otros 4.000 trenes eran trenes autopropulsados (y a su vez de ellos, 325 en doble composición). La oferta ha sido: 7.500 trenes, 21.000 coches y 4.325 composiciones.

Trenes.kilómetro, coches.kilómetro y composiciones.kilómetro

Trenes.kilómetro es la suma de los kilómetros recorridos por los trenes con servicio en un ámbito y periodo de tiempo.

Coches.kilómetro (en los trenes convencionales) o **composiciones.kilómetro** (en los trenes autopropulsados) es la suma de los recorridos de coches o de las composiciones autopropulsadas cuyas plazas se ofertan en las diferentes expediciones ofertadas en el ámbito espacial y temporal analizado.

Coefficiente de dobles. En el ferrocarril, cuando el servicio se presta con trenes autopropulsados, el refuerzo suele consistir en añadir una segunda composición al tren (se dice entonces que circula “en doble composición”).

En este contexto, “coeficiente de dobles” es el número de composiciones.kilómetro dividido por el número de trenes.kilómetro, y por definición es igual o mayor que la unidad.

Hora.tren

Horas.tren es el valor que se obtiene sumando las horas que han estado prestando servicio comercial todos los trenes que prestan servicio en la ruta de que se trate o que forman parte del parque (o flota) analizado. Este indicador es fundamental en la función de costes, pues muchos de los costes se consumen por tiempo (así la amortización de los vehículos o el coste del personal a bordo). Las horas de funcionamiento de los servicios tienen (en general) más peso en los costes que los kilómetros recorridos.

Toneladas brutas.km

Las **toneladas brutas.kilómetro** ($t_b.km$) es el producto de la masa de los trenes que se desplazan por la distancia que recorren.

Como unidad de producción, las **toneladas brutas.kilómetro** se refieren a la masa total del vehículo, obtenida sumando su carga comercial y la propia masa del vehículo vacío, pero en condiciones de prestar servicio.

Así, un tren cuya masa en vacío es de 800 t, transporta 200 viajeros (masa unitaria estándar 80 kg) y paquetes que pesan 250 t a lo largo de un recorrido de 100 km. Tenemos:

Toneladas brutas.km ($t_b.km$): $[(200 \times 0,08) + 250 + 800] \times 100 = 106.600 t_b.km$

Toneladas.km de carga: $250 \times 100 = 25.000 t.km$

Unidades de transporte: $200 \times 100 + 250 \times 100 = 45.000 UT$

Ejes.kilómetro

Los **ejes.kilómetro** de un servicio de viajeros se obtienen sumando el número de ejes de cada uno de los vehículos (locomotoras y coches) que integran el tren y multiplicando este número de ejes por la longitud del tramo recorrido en kilómetros físicos. Si a lo largo de su recorrido el tren cambiara de composición (y, por ello, cambiara el número de ejes), el cálculo se realizará para cada uno de los tramos con composición homogénea y luego se sumarán los ejes.km de todos los tramos.

Normalmente el número de ejes de cada vehículo que integra un tren es el siguiente:

- 4 ejes en las locomotoras,
- 4 o 2 ejes los coches.

En el caso de los trenes Talgo, que carecen de ejes en sentido estricto, el número de ejes es el número de rodales.

Los **ejes.km** son un indicador muy importante en el sistema tradicional ferroviario europeo de reparto de costes en el tráfico internacional, y pueden jugar un cierto papel en la determinación de la tasa o canon por el uso de la infraestructura ferroviaria, pues tiene estrecha relación con el desgaste del carril.

Pantógrafos.kilómetro

Pantógrafos.kilómetro es una unidad de producción, resultado de multiplicar el número de pantógrafos en captación que lleva un tren por la longitud del tramo (en kilómetros) que recorre. No se contabilizan los pantógrafos que no están en contacto con la catenaria.

3.1.3. Indicadores de oferta y producción

Media de plazas (por expedición)

La media de plazas por tren (P_m) o expedición es el número de plazas que por término medio oferta un tren, considerando que el número de plazas puede cambiar a lo largo del recorrido del tren. Se obtiene dividiendo las plazas.km por los kilómetros que recorre el tren.

$$P_m = \frac{p.km}{km \text{ recorridos por el tren}}$$

Plazas totales medias (P_{tm}) para un conjunto de trenes es la suma de las plazas.km de todos los trenes dividida por los trenes.kilómetro.

$$P_{tm} = \frac{\sum p.km}{trenes.km}$$

Las plazas que se contabilizan para este indicador son las plazas comerciales. Si en algún caso se contabilizasen las plazas físicas, siendo éstas diferentes de las comerciales, debería indicarse expresamente y designarse como p_f .

3.2. Unidades e indicadores de costes

Magnitud básica: costes

La magnitud costes es el valor monetario de los bienes y servicios necesarios para producir la oferta de transporte que se ofrece a los clientes en un periodo de tiempo y ámbito.

En caso de no indicar nada en contrario, “costes” se refiere a la totalidad de los costes incluidos en la cuenta de resultados (costes directos e indirectos, cánones, amortizaciones, costes financieros...) para un tren o grupo de trenes en un periodo de tiempo.

Los costes se miden en euros o sus múltiplos (k€, M€).

Al igual que los ingresos y precios, los costes se pueden medir, para comparaciones de series históricas, en euros constantes de un año determinado, expresándose entonces con el subíndice del año al que se refiere (€_{2015}).

Tanto la magnitud del coste total como los indicadores relacionados con los costes pueden referirse a los costes totales, pero también a otros componentes de costes (costes directos, costes de mantenimiento, de tripulaciones, costes a nivel de Ebidta, costes sin cánones etc.).

Indicadores relacionados con los costes

Las ratios económicas tienen por objeto medir los costes (en sus diversos niveles) derivados de producir una oferta determinada.

Coste por plaza.kilómetro.- Es el indicador económico básico de costes y es el resultado de dividir los costes totales entre las plazas.kilómetro producidas en un tren o en un grupo de trenes, y en un periodo de tiempo. Tanto las plazas como los kilómetros son físicos.

Suele medirse en céntimos de euro por plaza kilómetro (c€/plaza.km).

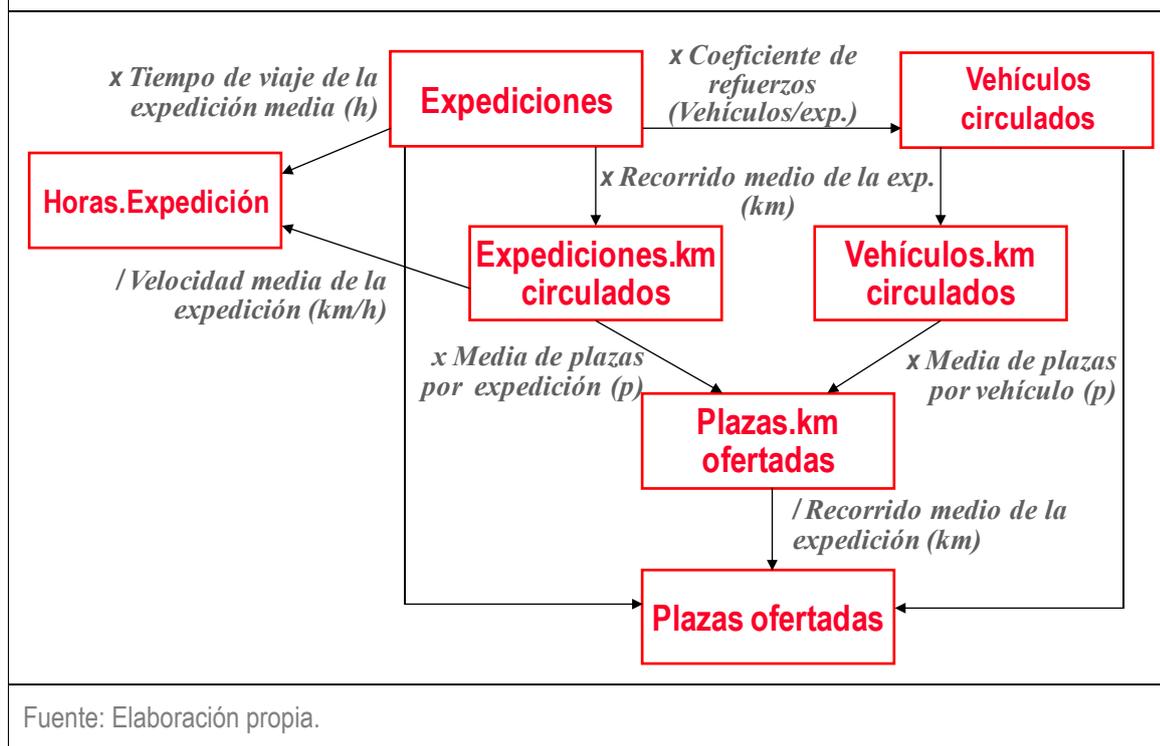
Coste por tren.kilómetro.- Es resultado de dividir los costes totales entre los trenes.kilómetro ofertados en un tren o en un grupo de trenes, y en un periodo de tiempo. Suele medirse en euros por tren.kilómetro (€/tren.km).

Tanto el coste por plaza.kilómetro como el coste por tren.kilómetro se refiere a los costes totales. Si el indicador de costes sólo incluye algunos costes (operativos, directos, cánones, etc.) es otro indicador distinto, y como tal debe señalarse claramente qué costes incluye y cuáles no: Costes operativos por tren.kilómetro, costes sin canon por plaza.kilómetro. Si no se señala otra cosa, el indicador se refiere a los costes totales.

Los costes por plaza o por tren no son relevantes (pues el coste relevante es el que depende de los recorridos realizados), pero pueden serlo cuando todas las plazas o todos los trenes realizan el mismo recorrido; y por ello la comparación es homogénea a pesar de no incluir la dimensión de la distancia.

Coste por minuto.tren.- En algunas ocasiones (pocas) puede ser relevante el coste por minuto.tren, pero no para referirse a los costes totales, sino a alguno de sus componentes (típicamente los costes de personal; por ejemplo, del personal de conducción o de acompañamiento).

Figura 11. Relación entre las principales magnitudes y unidades de oferta y producción



3.2.1. Relación entre los costes y la velocidad

(García Álvarez, 2012) analiza en profundidad la relación entre la velocidad y los costes de explotación en el ferrocarril y concluye que el incremento de la velocidad disminuye los costes operativos.

En el ámbito de los costes de explotación, los menores costes se observan en el sistema de alta velocidad, tanto por unidad de oferta como por unidad de transporte. Si se analizan los costes por unidad de oferta, son un 43 por ciento mayores en el sistema convencional mejorado; en un 58 por ciento en el convencional eléctrico; y un 85 por ciento mayores en el convencional diésel. Si el análisis se realiza por unidad de transporte, los costes de explotación del sistema convencional mejorado son superiores en un 48 por ciento a los de alta velocidad; los del convencional eléctrico son superiores en un 112 por ciento; y los del convencional diésel, en un 141 por ciento.

Ello se debe a que algunos costes se reducen casi proporcionalmente con el aumento de la velocidad. Entre estos costes (que son los que se inducen por tiempo) se pueden contar los siguientes:

- Costes de disponibilidad de los vehículos, incluyendo su amortización y los costes financieros asociados. Esta partida de costes es la más importante de entre los costes de explotación.
- Costes de personal operativo que trabaja a bordo de los trenes, como el personal de conducción e intervención.
- Costes de mantenimiento de los equipos de confort (equipos de aire acondicionado y calefacción, asientos y tapicerías, aseos, cafeterías, etc.).

Otro grupo de costes es menor en alta velocidad, pero no debido directamente a ésta, sino debido a otros requerimientos del sistema de alta velocidad, fundamentalmente relacionados con los trazados (con pocas curvas y de radios

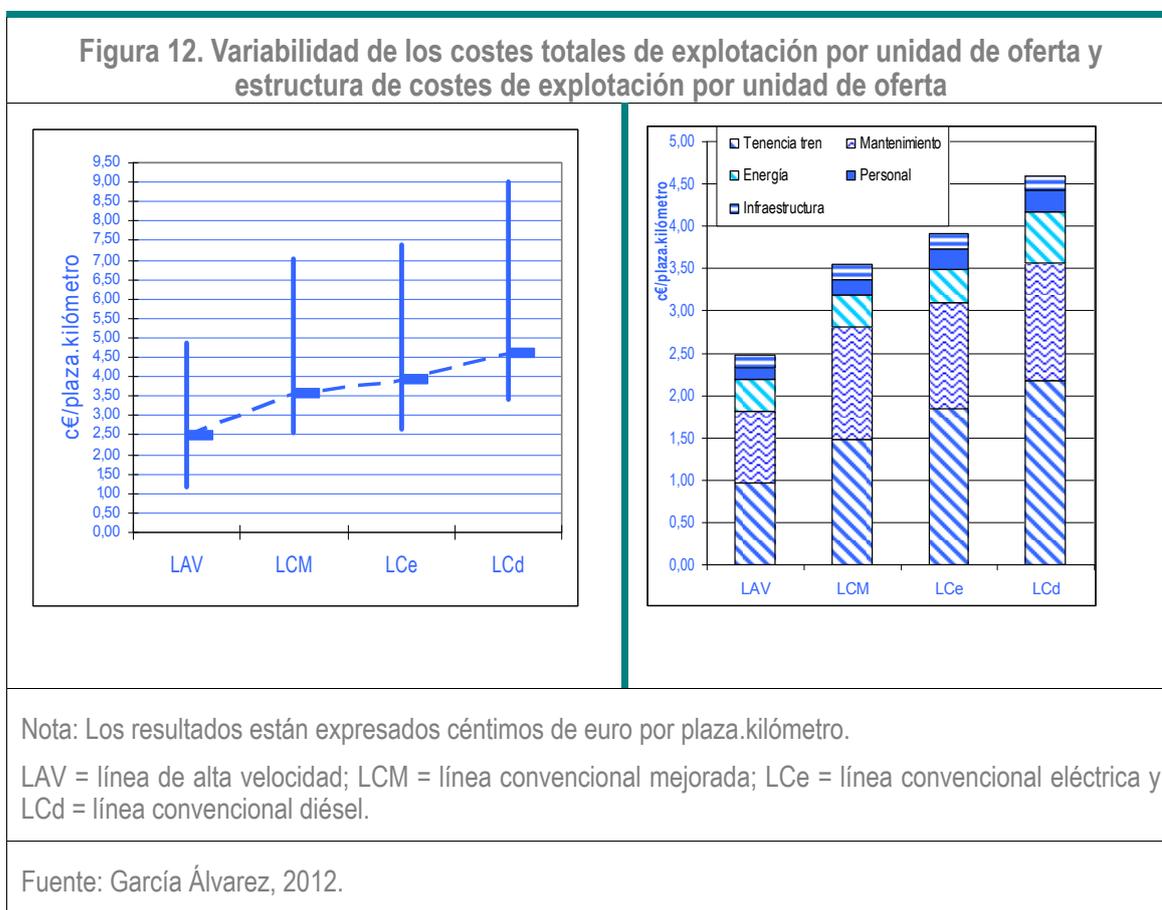
amplios y pocas paradas), así como con el mantenimiento de un perfil de velocidad homogéneo y uso preferente del freno eléctrico. Estos costes son:

- Mantenimiento de ruedas, pantógrafos, ejes, zapatas y discos de freno y avituallamiento de arena.
- Seguro de los trenes.

Un tercer grupo de costes operativos aumenta debido a las mayores necesidades de vigilancia y control del sistema de alta velocidad. Así ocurre con los costes de mantenimiento y amortización de los sistemas adicionales de vigilancia y protección del tren (ATP).

El cuarto grupo de costes de explotación es independiente de la velocidad de los trenes y de si operan en el entorno de alta velocidad o en un entorno convencional. En este capítulo cabe considerar, por ejemplo, los costes fijos de administración y de dirección de mantenimiento y de talleres; y los costes de limpieza.

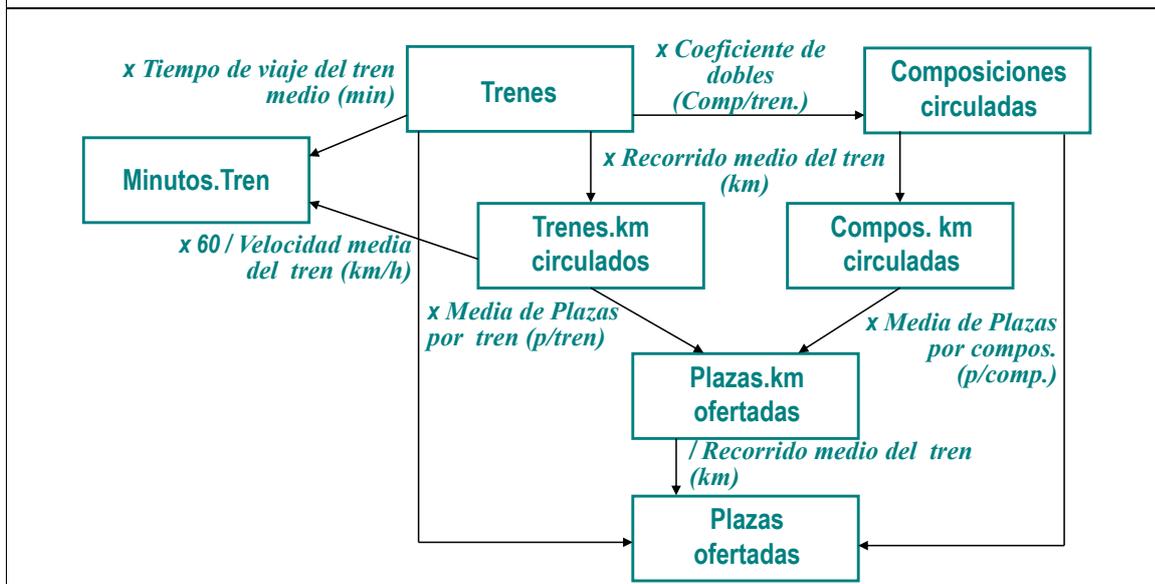
No hay costes que aumenten con la mejora del sistema; y, por el contrario, sí se detectan muchos costes que se reducen con la velocidad y otros que se reducen en un entorno de alta velocidad. Puede concluirse que la alta velocidad produce en el ferrocarril una reducción de los costes de explotación.



3.3. Relación entre unidades

En la figura se pueden apreciar las relaciones entre las magnitudes, unidades e indicadores de producción y oferta, y costes. Hay cinco unidades (trenes, plazas, trenes.km, plazas.km y costes) y cinco ratios. Con las ecuaciones que subyacen en la figura puede comprobarse que, conociendo cinco de las diez cifras, se pueden conocer las otras cinco.

Figura 13. Relación entre las principales magnitudes de producción y oferta, y costes



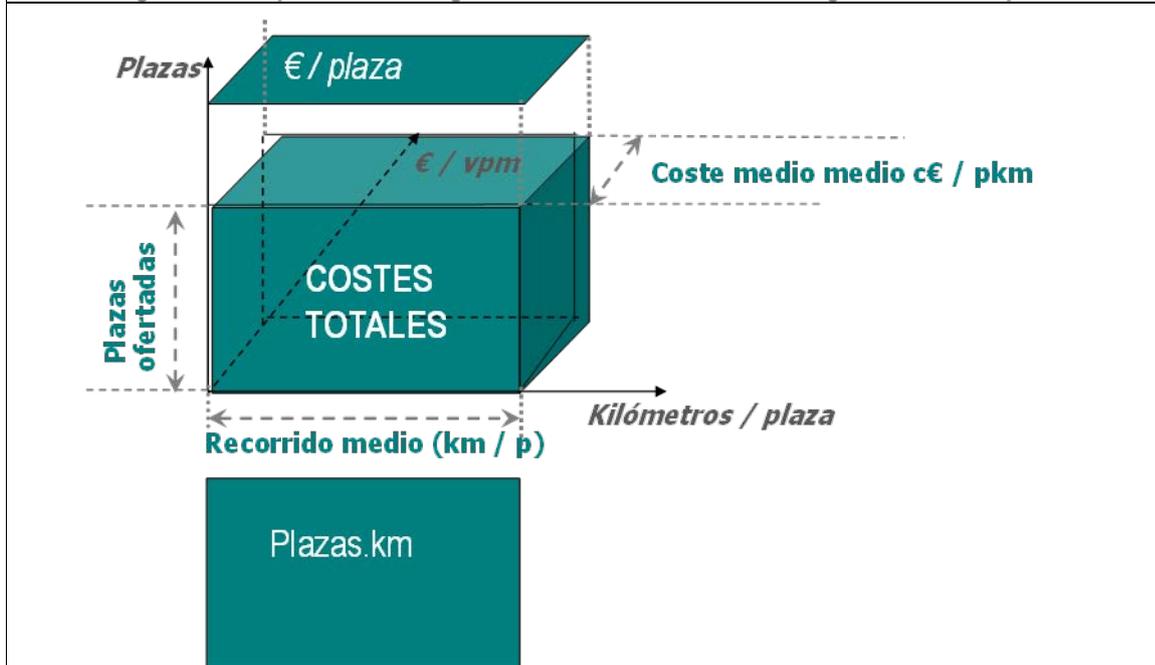
Fuente: Elaboración propia.

El volumen de los costes

El volumen de costes del negocio de transporte de viajeros puede calcularse, a la vista de lo expuesto, multiplicando las plazas.km ofertadas por el coste unitario por plaza.km.

Gráficamente equivale a representarlo como un octaedro o paralelepípedo rectangular determinado por: las plazas por tren, los kilómetros medios del tren y el coste por plaza kilómetro.

Figura 14. Representación gráfica de los costes de un negocio de transporte



Fuente: Elaboración propia.

4. INDICADORES Y RATIOS DE LA RELACIÓN ENTRE OFERTA Y DEMANDA

Los indicadores básicos que se manejan para relacionar el transporte y la producción, o la demanda atendida y la oferta son los siguientes:

4.1. Utilización del servicio

Utilización del servicio (U).- La utilización (a veces llamada ocupación, de forma inadecuada por cuanto no refleja el grado de ocupación del tren) del servicio se obtiene dividiendo el número de viajeros evolucionados, entre las plazas ofertadas.

$$U = \frac{Ve}{p}$$

No es un índice muy representativo del rendimiento económico del servicio de transporte, toda vez que una plaza de un tren puede utilizarse varias veces (en trayectos sucesivos) y, por tanto, la utilización puede llegar a ser superior al 1. De hecho, hay algunos servicios que registran *utilizaciones* u *ocupaciones* superiores a la unidad.

Suelen ser trenes pasantes, de muy largo recorrido, en los que hay una estación en el recorrido con más transporte que las estaciones extremas y en la que se produce una renovación importante de los viajeros, como por ejemplo es el caso del Alvia Gijón-Madrid-Alicante o era el caso clásico del Talgo Triana Barcelona-Madrid-Sevilla.

4.2. Aprovechamiento del servicio

El aprovechamiento de un servicio de transporte es el cociente de los viajeros.kilómetro transportados entre las plazas.kilómetro ofertadas. El resultado económico presenta una cierta correlación con él. Es un parámetro complejo, que tiene su origen en las disfunciones entre los sistemas de producción (cuyo menor coste se obtiene en la *producción uniforme y continua*) y de la demanda (que se caracteriza por ser incierta y variable). Este hecho se agrava en el sector de los servicios, ya que resulta imposible almacenar o transportar servicios, y ello obliga a ajustar la oferta en cada instante. La falta de *aprovechamiento* no tiene una solución única, y es necesario analizar cada caso para conocer su incidencia en el margen económico del negocio (si se puede actuar sobre él o no, y de qué forma).

Pudiera parecer que una manera de mejorar el resultado económico del operador ferroviario, sería aumentar el *aprovechamiento* en base a disminuir la oferta, con los mismos viajeros.kilómetro. Esta es una solución simplista que, como se ampliará a continuación, no hará sino agravar el problema en algunos casos. Debe tenerse en cuenta que los costes/plaza.km que se obtienen son para un volumen de oferta concreto, y al reducir este volumen de oferta, normalmente se incrementa el coste/plaza.km.

El aprovechamiento se ha “mitificado” como uno de los objetivos de gestión (quizás por ser un parámetro fácilmente medible). Sin embargo, un aprovechamiento bajo del tren no tiene por qué suponer una mala gestión de la oferta. Ello se podrá comprobar al analizar los distintos tipos de desaprovechamiento, las causas que lo originan y las medidas posibles (de *gestión de la demanda* o de *gestión de la oferta*) para mitigar sus efectos.

Aprovechamiento (total) del servicio.- El *aprovechamiento total* del servicio (A) (que se llama simplemente *aprovechamiento*) tiene por objeto medir la adecuación entre la oferta (medida en *plazas.km*) y demanda (medida en *viajeros.km*). Se corresponde con el concepto de *load factor* de la aviación, que allí se obtiene dividiendo los *pasajeros.km* entre los *asientos.km*, y aquí se obtiene dividiendo los *viajeros.km* entre las *plazas.km*.

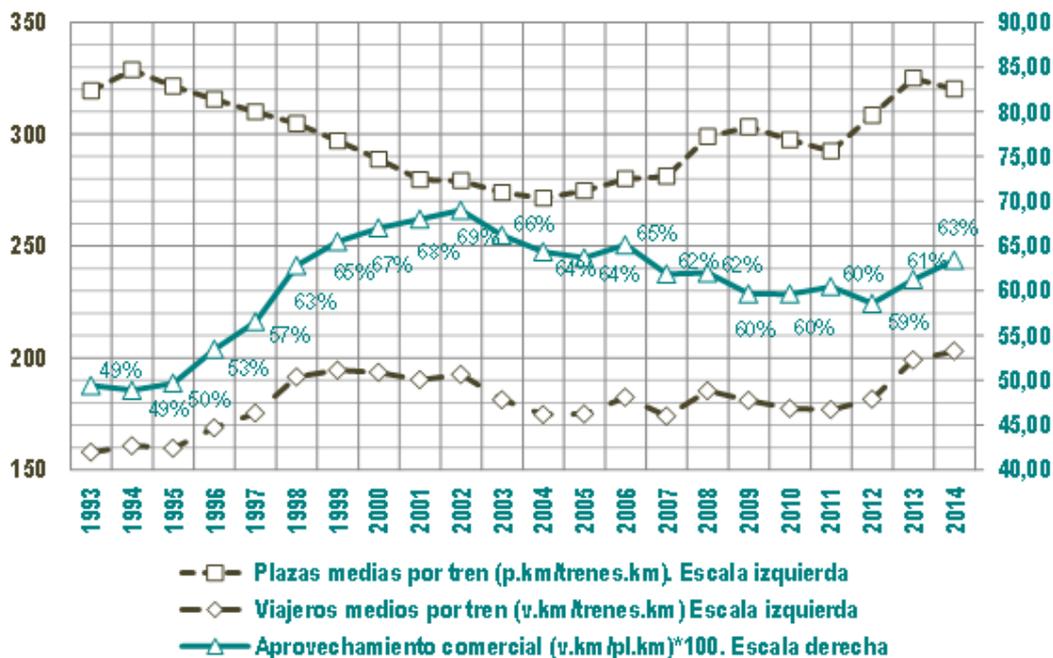
$$A \equiv At = \frac{v.km}{p.km}$$

El aprovechamiento también puede calcularse como el cociente entre la media de viajeros por tren y la media de plazas por tren.

$$A \equiv A_t = \frac{v_m}{p_m} = \frac{v.km/trenes.km}{p.km/trenes.km} = \frac{v.km}{p.km}$$

Esta ratio sí que ofrece una idea mucho más efectiva de la utilización real de la capacidad ofertada. Por otra parte, la oferta en *plazas.km* presenta normalmente una buena aproximación a los costes en una relación determinada, y los *viajeros.km* guardan una elevada correlación con los ingresos del transporte a través de la variable de la *percepción media*.

Figura 15. Aprovechamiento de los trenes de alta velocidad y larga distancia 1993-2014 en comparación con la media de plazas por tren y la media de viajeros por tren



Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España 2014. Elaboración propia.

4.2.1. Aprovechamiento vertical y horizontal

Un determinado porcentaje de *aprovechamiento* del tren puede alcanzarse de formas muy diferentes, con consecuencias diversas en el orden de la gestión. Y es que el *aprovechamiento* tiene su origen en la combinación de diferentes fenómenos, los cuales conviene identificar.

Un ejemplo ayudará a comprender los conceptos: supóngase un tren Madrid-Valencia con única parada en Cuenca. Imaginemos (por simplificar) que la distancia Madrid-Cuenca es de 250 km y la de Albacete a Valencia de otros 250 km. La capacidad del tren es de 300 plazas.

Ello significa que la oferta es de 300 plazas x 500 km = 150.000 pkm.

En el viaje de ida suben al tren en Madrid 150 viajeros y continúan todos ellos hasta Valencia.

El transporte ha sido de 150 v x 500 km = 75.000 vkm, y por ello el aprovechamiento $A = 75.000 \text{ vkm} / 150.000 \text{ pkm} = 0,5$.

En el viaje de vuelta salen de Valencia 300 viajeros (tren completo) de un grupo de seguidores de fútbol y se bajan todos en Cuenca, continuando el tren vacío hasta Madrid.

En este caso, el transporte es 300 viajeros x 250 km = 75.000 vkm, y el aprovechamiento: $A = 75.000 \text{ vkm} / 150.000 \text{ pkm} = 0,5$.

Por lo tanto, en el viaje de ida y en el viaje de vuelta el aprovechamiento ha sido el mismo (0,5) pero generado de dos formas bien diferentes: en el primer caso “pocos” viajeros han hecho todo el recorrido, y en el segundo el tren ha ido completo la mitad del recorrido y vacío la otra mitad. Las consecuencias sobre la gestión de ese tren (si el sistema de producción lo permitiese) serían completamente diferentes: en el viaje de ida habría que emplear un vehículo de capacidad y coste menor (con un tren de 150 plazas sería suficiente), mientras que en el viaje de vuelta (si no fuera por otros condicionantes de la producción) haría falta un tren de 300 plazas, pero sólo circulando entre Valencia y Cuenca.

Se puede apreciar que el indicador de *aprovechamiento* del tren por sí mismo no es relevante a la hora de tomar decisiones, porque un determinado índice de aprovechamiento puede obtenerse de formas muy diferentes y (lo que es más importante) cada una de estas formas tiene unas consecuencias diferentes en orden a la gestión.

Una primera distinción proviene (siguiendo el ejemplo anterior) de si el aprovechamiento se ha obtenido por llevar muchos viajeros con poco recorrido o pocos viajeros con mucho recorrido:

El que llamaremos **Aprovechamiento vertical** (A_v) daría una idea del “aprovechamiento” de los asientos, y sería parecido (aunque no idéntico) al concepto de utilización expuesto anteriormente, es decir, se obtendría dividiendo los viajeros máximos por las plazas:

$$A_v = \frac{v_x}{p}$$

El **Aprovechamiento horizontal** (A_h) sería una la relación entre el recorrido medio del viajero y el recorrido medio de las plazas (o lo que es lo mismo, el recorrido medio del tren). En la práctica, si se conocen los *viajeros máximos*, este índice se obtiene dividiendo los *viajeros medios* por los *viajeros máximos*:

$$A_h = \frac{v_m}{v_x}$$

De las dos fórmulas anteriores se deduce que:

$$A_v \times A_h = \frac{v_x}{p} \times \frac{vkm/km}{V_x} = \frac{v.km}{p.km} = A_t$$

Es decir, que el *Aprovechamiento total* (A_t) es el resultado de multiplicar el *Aprovechamiento vertical* (A_v) por el *Aprovechamiento horizontal* (A_h).

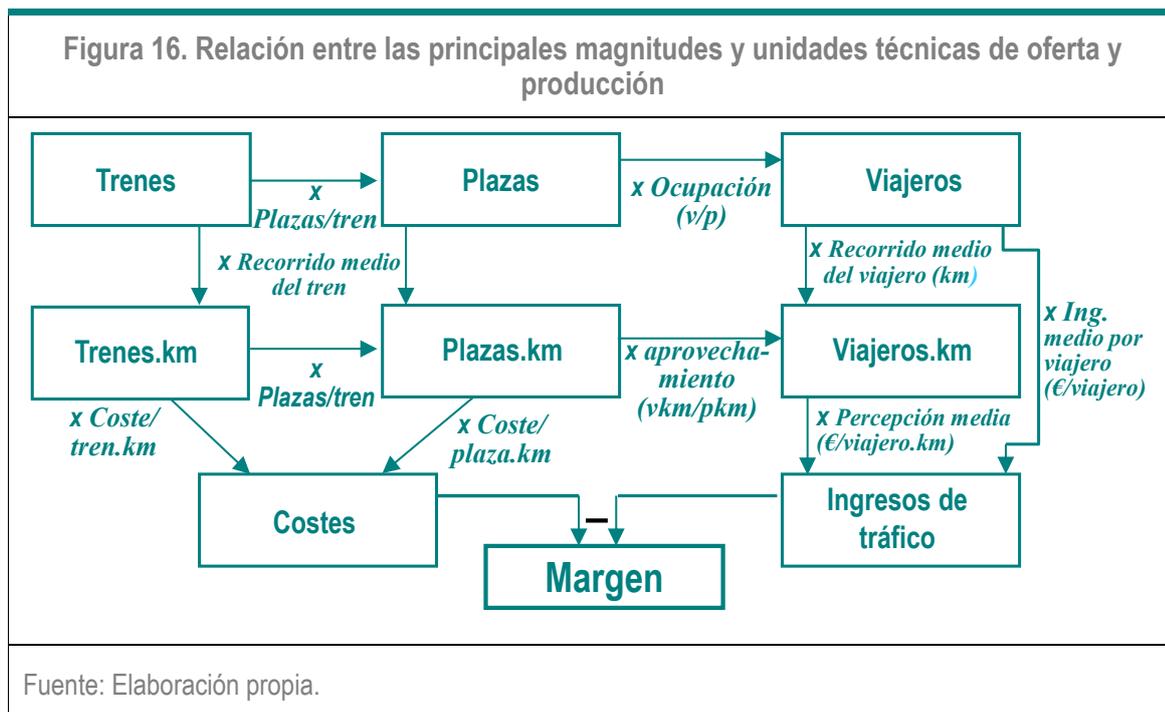
De la exposición realizada podría deducirse una incongruencia entre la definición dada del *Aprovechamiento horizontal* y la fórmula que permite obtener este índice: En efecto, se ha señalado que el *Aprovechamiento horizontal* da idea del recorrido medio de los viajeros en relación con el recorrido del tren (es decir, que la pérdida de *aprovechamiento horizontal* significa que los viajeros hacen recorridos relativamente cortos en comparación con los del tren); sin embargo, se calcula dividiendo los viajeros medios entre los máximos, sin relación aparente con los recorridos. Esta relación existe a través de la propia definición de *viajeros medios*, ya que:

$$A_h = \frac{V_m}{V_x} = \frac{\frac{v.km}{km.tren}}{V_x} = \frac{v_x}{km.tren} = \frac{R_{vx}}{R_{ectren}} = A_h$$

De ello puede deducirse que el *Aprovechamiento horizontal* es exactamente el cociente entre el *recorrido medio del viajero máximo* y el recorrido del tren.

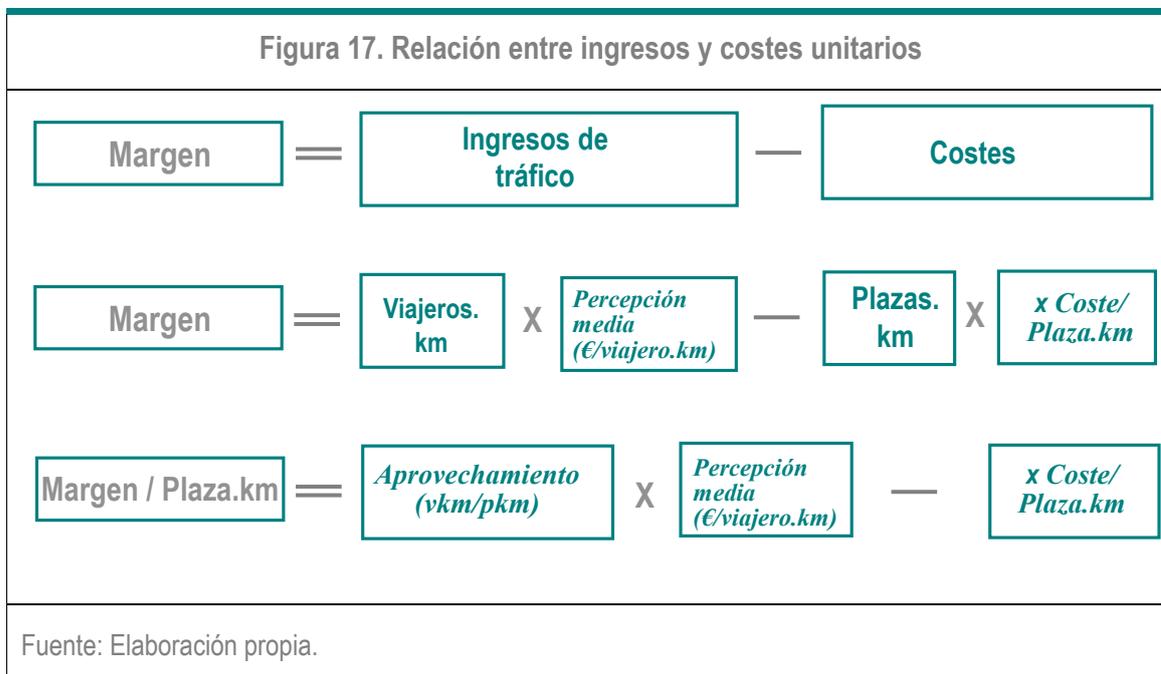
4.3. Relaciones entre las unidades económicas del transporte y de la oferta

De los conceptos expuestos sobre las magnitudes y unidades de medida de oferta y de la demanda pueden deducirse las principales relaciones entre estas magnitudes y las ratios que las relacionan.



De las relaciones generales subyacentes se deduce la ecuación básica de la operación de servicios de transporte de viajeros que establece el resultado o margen económico en función de las unidades básicas técnicas y económicas de transporte y de producción:

$$\text{Margen} / p.km = (\text{Ingresomedio} / v.km) \times \text{Aprovechamiento} (v.km / p.km) - \text{Coste} / p.km$$



4.4. Aprovechamiento de equilibrio

El aprovechamiento de equilibrio se define como el valor de aprovechamiento de la oferta que permitiría compensar el coste unitario de producción de una plaza.kilómetro con el ingreso promedio por viajero.km (percepción media). Se calcula, por lo tanto, dividiendo el coste unitario por plaza.kilómetro producida entre la percepción media.

Como puede deducirse de esta definición, el concepto de **aprovechamiento de equilibrio** es de naturaleza completamente diferente al de “aprovechamiento” o “aprovechamiento vertical” u “horizontal”: mientras que estos tres últimos son ratios o indicadores estadísticos fruto de una realidad, el “aprovechamiento de equilibrio” es un concepto previo a la circulación del tren, e hipotético: no se produce en la realidad. Es la medida de un deseo o de un objetivo a lograr.

El *margen* (diferencia entre los ingresos y los costes) puede obtenerse como diferencia entre el transporte por el ingreso unitario y el coste unitario (por plaza.km) por la oferta:

$$M = I - C = v.km \times \frac{I}{v.km} - p.km \times \frac{C}{p.km}$$

de donde se deduce que el margen unitario es:

$$m(\text{€/p.km}) = A \times \frac{I}{v.km} - \frac{C}{p.km}$$

Cuando el margen es nulo

$$0 = Aeq \times \frac{I}{v.km} - \frac{C}{p.km}$$

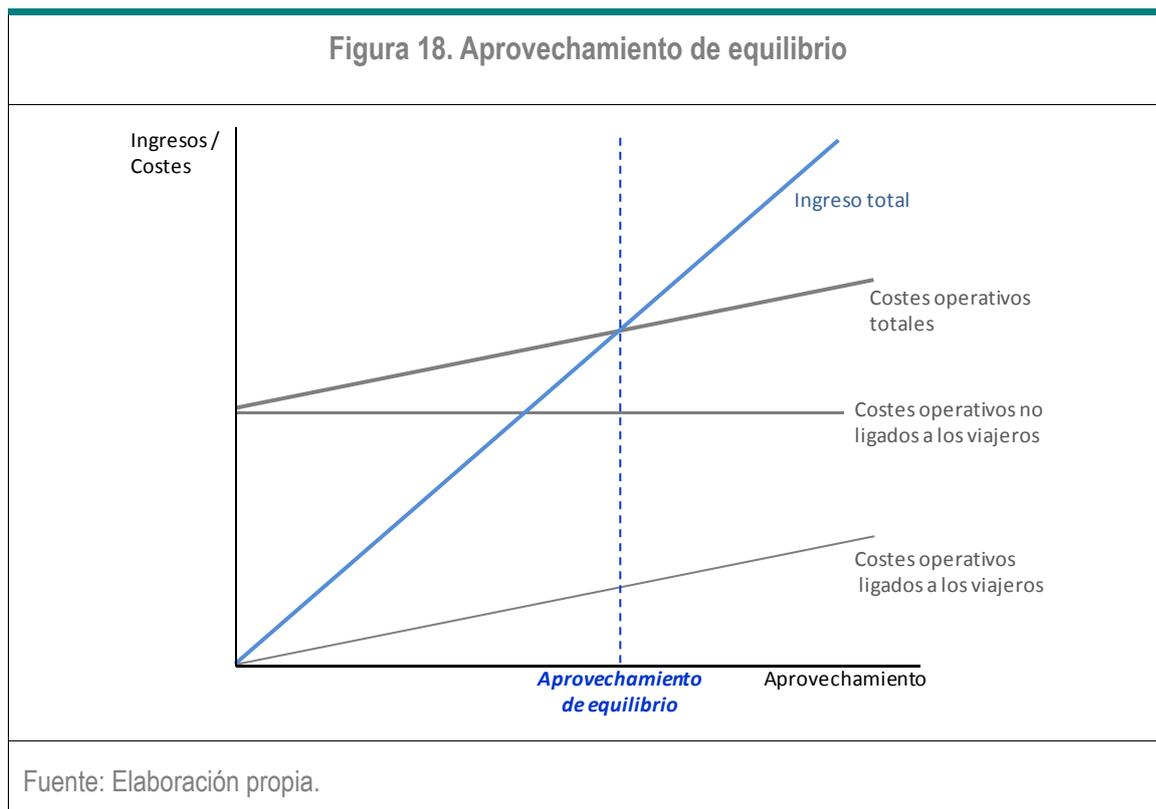
y, por ello,

$$Aeq = \frac{C / p.km}{I / v.km}$$

El análisis de los servicios de transporte en función de sus resultados económicos es una actividad básica para el posterior análisis a fondo de tales servicios, llegando incluso hasta el nivel de relaciones y trenes individuales. Sin embargo, la clasificación simplemente basada en el margen o la cobertura carece de la suficiente precisión para servir de orientación adecuada. Para obviar esa dificultad Mejía Puente, M. (2012) propone el concepto de “aprovechamiento de equilibrio” en el que intervienen indicadores económicos (ingresos y gastos) y también los valores del aprovechamiento de la oferta (v.km/p.km).

Este concepto de “aprovechamiento de equilibrio” es similar al de “punto muerto” o “punto de equilibrio” del análisis coste-volumen-beneficio; sustituyendo los costes fijos y variables respecto del volumen de producción por costes fijos y variables respecto del número de viajeros y el volumen de producción por el aprovechamiento. El “aprovechamiento de equilibrio” se correspondería con el umbral de rentabilidad del citado análisis.

Figura 18. Aprovechamiento de equilibrio



En el gráfico la pendiente de la línea de costes operativos ligados a los viajeros se correspondería con el coste incremental medio por cada viajero, y la pendiente de la línea de ingresos total con la percepción media.

El aprovechamiento de equilibrio no es un hecho, sino que permite determinar el valor mínimo aceptable del aprovechamiento del tren. Puede ocurrir que el aprovechamiento de un tren sea alto en términos absolutos, y sin embargo el tren

tenga pérdidas, porque los costes de producción sean muy elevados. En ese caso el aprovechamiento no alcanzaría el valor del aprovechamiento de equilibrio. Esto suele suceder en trenes pequeños como el Alaris, o trenes con una baja densidad de plazas como es el caso del Trenhotel.

Aprovechamiento de equilibrio con costes variables.- El aprovechamiento de equilibrio puede plantearse con respecto a los costes totales de un servicio o con respecto a los costes variables. En este caso, lo denominaremos A_{eq_v} y suele ser un dato útil la programación de los servicios a corto plazo, pues en este entorno de decisión sólo son relevantes los costes variables. Responde a la pregunta clásica qué aprovechamiento es preciso obtener para cubrir los costes variables de un servicio adicional o de un refuerzo (deben tenerse en cuenta que este caso en los costes variables, hay que incluir los de los movimientos en vacío imprescindibles para el movimiento del tren, reposicionamiento, etc.). El aprovechamiento de equilibrio calculado en relación con el coste total es más adecuado, por el contrario, para el análisis de los servicios regulares.

Imaginemos, por ejemplo, un servicio de transporte con un ingreso medio de 9 c€/v.km, que los costes variables suponen 6 c€/p.km y que los costes totales son de 11 c€/v.km. Entonces el aprovechamiento de equilibrio es $11/9=1,22$, que es imposible de obtener, ya que el aprovechamiento, como se indicó, es menor de la unidad. Ello indica que con estos ingresos y costes este servicio no debería programarse para su pervivencia a largo plazo. Sin embargo, el aprovechamiento de equilibrio de los costes variables es de $6/9=0,66$, lo que significa que es posible obtener un margen variable positivo con este servicio y por ello puede ser programado un refuerzo o un tren especial con estos ingresos y costes.

5. ESTADÍSTICAS SOBRE EL TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL

5.1. Observatorio del Ferrocarril en España (OFE)

El Observatorio del Ferrocarril en España (OFE) es elaborado anualmente por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles por encargo del Ministerio de Fomento. Tiene como misión fundamental recopilar y elaborar información sobre un conjunto de indicadores que caracterizan la situación y evolución del sector ferroviario, excluyendo la información sobre ferrocarriles metropolitanos y tranvías.

Se publica con periodicidad anual desde el año 2006 siendo el último informe publicado (en enero de 2016) el que contiene datos de 2014. Cada edición recoge la información de los años anteriores y está disponible de forma gratuita en la página web del Ministerio de Fomento.

http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_TERRESTRE/OBSERVATORIOS/Observatorio_ferrocarril.htm

La información sobre las características de las diferentes redes procede de los gestores de infraestructura a nivel nacional y de las Comunidades Autónomas, mientras que los datos de transporte son proporcionados por las Empresas Ferroviarias que prestan servicio, tanto en la RFIG como en las redes autonómicas.

Las magnitudes e indicadores analizados por el Observatorio son los siguientes:

- Evolución de la infraestructura ferroviaria dedicada al transporte de viajeros: longitud de líneas, utilización, cánones y coste.
- Transporte de viajeros de larga distancia: red y estaciones, demanda, oferta y producción, flujos y parque de material.
- Transporte de viajeros de media distancia: red y estaciones, demanda, oferta y producción, flujos y parque de material.
- Transporte de viajeros de Cercanías: red y estaciones, demanda, oferta y producción, flujos y parque de material.
- Evolución de la infraestructura ferroviaria dedicada al transporte de mercancías: longitud de líneas, utilización, cánones y coste.
- Transporte de viajeros y de mercancías: red y estaciones, oferta de servicios y producción, transporte por productos, flujos, transporte ferropuerto y parque de material.

5.2. Eurostat

Eurostat es la oficina creada en 1953 para proporcionar información estadística a la Comisión, Direcciones Generales y resto de instituciones de la Unión Europea. Actualmente depende del Comisionado para el Empleo, Asuntos Sociales y Movilidad Laboral.

Se publica con periodicidad anual e incluye información desde el año 2002 o 2005 según los casos, siendo el último informe publicado el de 2014. Cada edición recoge la información de los años anteriores y pueden descargarse de forma gratuita en la página web de Eurostat

<http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>

El nivel de desagregación de la información permite la comparación entre los países y regiones de la UE.

La recopilación de los datos del transporte de viajeros y mercancías está regulada por el Reglamento (EC) 91/2003 del Parlamento Europeo y la resolución del Consejo de 16 de diciembre de 2002. En el caso de los viajeros se excluyen aquellos transportados en ferrocarriles históricos y turísticos, mientras que en el caso de las mercancías se excluyen aquellas transportadas por ferrocarriles industriales y los movimientos interiores de los puertos.

En el caso de la infraestructura los datos provienen de la Comisión Económica para Europa de la ONU, el International Transport Forum y el Cuestionario Eurostat sobre Transporte Interior que también incluye la información referente a material rodante, empresas, transporte y accidentes. Este Cuestionario no está sujeto a ninguna resolución ya que se trata de acuerdo formal entre países.

No se incluye información sobre ferrocarriles metropolitanos y tranvías.

La responsabilidad de proporcionar la información recae en las autoridades nacionales competentes que pueden delegar en los organismos nacionales específicos de cada sector.

En el ámbito del transporte ferroviario la información se presenta en dos bases de datos:

- Las Tablas Principales (Main tables) ofrecen información sobre transporte ferroviario en el apartado “Regional transport statistics” acerca de la longitud de líneas por regiones. En el apartado “Transport, volume and modal split”, la información se refiere al volumen de transporte medido en viajeros y toneladas y al informe por modos de transporte. Finalmente, en el apartado “Railway transport”, la información proporcionada se refiere a la longitud de líneas, viajeros totales y total de mercancías transportadas.
- La segunda base de datos es la denominada “Database”, donde la información se expone con mayor detalle. La referida al transporte ferroviario se encuentra en dos apartados:
 - “Multimodal” en las secciones “Regional transport statistics” y “Transport, volume and modal split” referidos a esta modalidad de transporte.
 - “Railway transport” presenta la información más específica, con las secciones “Infrastructure”, “Equipment”, “Enterprises, economic performance and employment”, “Traffic”, “Transport measurement - passengers”, “Transport measurement - goods” y “Accidents”. También se presenta la información por

flujos de transporte por país de origen y país de destino, tanto para viajeros como para mercancías.

Las unidades empleadas son viajeros totales, toneladas totales, viajeros.kilómetro y toneladas.kilómetro. En el caso del transporte multimodal la unidad de medida es el TEU.

5.3. Estadísticas de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)

La Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) es una organización creada en 1922 con la misión de unificar y mejorar los parámetros de construcción y explotación ferroviaria a nivel internacional. Está compuesta por empresas de todo el mundo, tanto operadores ferroviarios como gestores de infraestructura ferroviaria, públicas o privadas. No se incluye información sobre ferrocarriles metropolitanos y tranvías.

El Grupo de Estadística está formado por los representantes de los miembros activos de la UIC, que son responsables de la información que proporcionan al Grupo. Existe un Comité de Dirección, compuesto por un Presidente, algunos de los miembros del Grupo de Estadística y el experto en estadística de la UIC.

La información se actualiza anualmente, estando disponible desde 1970 hasta la actualidad, aunque esta disponibilidad varía en función de la compañía ferroviaria y la clase de información. En la actualidad se encuentran disponibles los datos del año 2014.

En su web se puede acceder a la información en el siguiente enlace:

www.uic.org/statistics

Los datos referidos a viajeros, viajeros.kilómetro, toneladas, toneladas.kilómetro, longitud de redes y efectivos de personal se encuentran disponibles de forma gratuita en la página web de la UIC y pueden descargarse libremente. Para disponer de información más detallada es necesario ser miembro de la institución.

La información estadística que ofrece la UIC se divide en los siguientes apartados:

- “Graphs” donde se muestran la evolución del transporte de viajeros y mercancías, longitud de redes y empleo en las áreas geográficas de Europa y Asia, más un apartado específico sobre la alta velocidad en Europa.
- “Synopsis” ofrece la información en forma de resumen anual de los resultados de las compañías ferroviarias que forman parte de la UIC. Los países se presentan agrupados en grandes áreas económicas o geográficas. La información que proporciona se refiere a longitud de redes, transporte de viajeros y mercancías en total y por kilómetro, efectivos de personal y de material móvil.
- “Quartely data” es un resumen cuatrimestral que ofrece la información de las compañías ferroviarias en tres grandes áreas geográficas: Unión Europea, resto de Europa y resto del mundo. Los datos se refieren a transporte de viajeros y mercancías en total y también por kilómetro, tanto nacional como internacional, así como al recorrido de los trenes.

5.4. Estadísticas de transporte del Instituto Nacional de Estadística (INE)

El Instituto Nacional de Estadística presenta la información referida al sector ferroviario en dos grandes apartados: por un lado, la elaborada por el propio Instituto y, por otra, la procedente de otros organismos, fundamentalmente la recogida en el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento y operadores ferroviarios.

La periodicidad de actualización de los datos varía entre mensual y anual, estando disponibles desde 1991 para los más antiguos o desde 2005 para los más recientes. La información relativa al transporte de viajeros, tanto urbano como interurbano, lo elabora el propio INE con datos de los diferentes operadores. Para el transporte de mercancías y datos sobre infraestructura se remite a los datos que figuran en el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento.

Se incluyen datos de ferrocarriles metropolitanos en aquellos apartados referidos a transporte urbano de viajeros.

La descarga es libre en la página web del Instituto en el enlace:

http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735576820

Dentro de la información propia, la relativa al ferrocarril se encuentra en tres secciones:

- “Estadística de Transporte de Viajeros”, bajo el epígrafe “Transporte Interurbano de Viajeros”, con datos sobre el transporte de viajeros en Cercanías, Media Distancia y Larga Distancia desde 1991 hasta 2015, con actualización mensual, siendo el último dato disponible el de septiembre de 2015.
- “Encuesta Anual de Servicios”, sobre las características estructurales y económicas de las empresas, con datos sobre personal, cifra de negocios, ingresos y gastos, consumos e inversiones.
- “Estadística de Productos del Sector Servicios”, con datos sobre volumen de transporte ferroviario que se presentan agregados para viajeros y mercancías, refiriéndose la información a: valor añadido, volumen de negocio, inversión, gastos y personal. Datos disponibles desde 2005 hasta 2015.
- “Encuestas estructurales sobre empresas de transporte de viajeros” ofrece información del número total de viajeros en Cercanías, Media Distancia y Larga Distancia, así como la variación a lo largo del año e interanual. Se encuentra disponible desde 1991 hasta 1997, a partir de entonces queda englobada dentro de la “Encuesta Estructural de los Servicios”.

5.5. Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento

El Ministerio de Fomento realiza una recopilación estadística que se publica anualmente bajo la denominación de Anuario Estadístico. Se encuentra disponible en la página web del Ministerio desde el año 2011, siendo la última actualización disponible la correspondiente al año 2014, y es de acceso libre.

La información relacionada con el transporte ferroviario aparece recogida en tres capítulos. En los capítulos 1 y 2 se muestra la información acerca de las inversiones y

gastos del Ministerio de Fomento, Comunidades Autónomas, Entes Públicos y Organismos Autónomos en el transporte ferroviario.

El capítulo 12 está dedicado íntegramente al transporte por ferrocarril y se recogen los datos referidos al transporte de viajeros en forma de viajeros totales, viajeros.kilómetro y recorrido medio del viajero tanto de forma global como por empresas. En el apartado de mercancías se presenta la información en toneladas, toneladas.kilómetro y toneladas por productos, también de forma global y por empresas.

La dotación de infraestructuras viene recogida también en este capítulo, mostrando la longitud de la infraestructura en función de las características de la vía, gestor y Comunidad Autónoma. Finalmente se incluye un apartado dedicado a la estadística de accidentes.

La descarga es libre en la página web del Ministerio en el enlace:

http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ATENCION_CIUDADANO/INFORMACION_ESTADISTICA/EstadisticaSintesis/Anuario/

5.6. Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE)

El Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE) es un marco de referencia para la consulta, el análisis y la toma de decisiones de los agentes relacionados con el transporte. Se elabora por iniciativa del Ministerio de Fomento tal como viene recogido en el Plan de Infraestructuras de Transporte y Vivienda.

Se publica anualmente, siendo su primera edición la correspondiente a 2013. En la actualidad se encuentra disponible la del año 2014 y su descarga es gratuita desde la web del Ministerio de Fomento en el enlace:

http://observatoriotransporte.fomento.es/OTLE/LANG_CASTELLANO/BASEDATOS/

Los capítulos en los que se organiza el OMLE son:

Oferta y demanda: se recoge la información referente a viajeros y mercancías, viajeros.kilómetro y toneladas.kilómetro, plazas ofertadas, recorrido medio de los viajeros, trenes en día medio, trenes.kilómetro, aprovechamiento y viajeros por tren. Se presenta tanto por productos como por operadores.

- Información socioeconómica: con datos sobre inversiones y gastos en transporte ferroviario, empleo y empresas.
- Infraestructura y capital: se recoge la longitud de las redes, las características de la vía y el parque de material.
- Información medioambiental: se ofrecen datos de consumo energético y emisiones por modo de transporte.
- Transporte metropolitano: no incluye el transporte realizado en trenes de cercanías, sólo el realizado en ferrocarril metropolitano.
- Logística: en este apartado se recoge la información del transporte de mercancías e instalaciones relacionadas. Se ofrecen datos del número total de toneladas transportadas, toneladas.kilómetro, transporte por tipo de vagón, agrupadas en nacional e internacional.

5.7. Observatorio de la Movilidad Metropolitana

El Observatorio de la Movilidad Metropolitana (OMM) es una iniciativa de análisis y reflexión constituida por las Autoridades de Transporte Público (ATP) de las principales áreas metropolitanas españolas, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el Ministerio de Fomento, el Ministerio de Industria (a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) y el Ministerio del Interior (a través de la DGT), con el objeto de reflejar la contribución del transporte público a la mejora de la calidad de vida y del desarrollo sostenible en las ciudades. Está permanentemente abierto a otras ATP que puedan constituirse e incorporarse en el futuro. Además de los Ministerios antes mencionados, colaboran también RENFE (del Ministerio de Fomento), la Asociación de Transportes Urbanos Colectivos (ATUC), la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE) y el sindicato CC.OO.

Su publicación se produce con carácter anual desde el año 2002, estando disponible la edición de 2015, aunque cada una se elabora con los datos de dos años de antigüedad, es decir, la presente edición de 2015 muestra la información del año 2013. Su descarga es gratuita en la página web del Observatorio:

<http://www.observatoriomovilidad.es/es/publicaciones/informes.html>

Los datos que recoge el Observatorio son los siguientes:

- Para las redes se ofrecen datos sobre su longitud, número de líneas que componen cada una y el número de estaciones.
- Sobre el transporte realizado se ofrece el número total de viajeros, los viajeros.kilómetro, viajeros por sexo y edad, la ocupación, tiempo y distancia media de viaje y las plazas.kilómetro ofertadas.
- El parque de material también se encuentra recogido, aunque de una forma mucho más breve que en el resto de los informes.

Tabla 6. El OMM publica, entre otros datos, los viajeros (en millones) por modos de transporte en áreas metropolitanas

	Autobús urbano	Otros autobuses urbanos**	Autobús metropolitano	Metro	Tranvía/Metro ligero	Cercanías Renfe*	FF.CC. autonómicos y FEVE
Madrid	406,8	37,9	171,0	560,4	14,4	230,3	-
Barcelona ¹	183,0	112,7	30,2	369,9	23,8	105,1	75,5
Sevilla	73,7	1,0	10,0	13,9	3,2	7,6	-
Asturias ²	12,7	18,1	14,9	-	-	5,7	2,5
Málaga	48,2	-	9,0	-	-	9,6	-
Mallorca	38,0	-	8,7	1,2	-	-	3,8
Bahía de Cádiz ³	n.d.	-	4,9	-	-	3,0	-
Zaragoza	91,4	-	5,2	-	n.d.	0,2	-
Gipuzkoa	27,6	-	20,9	-	-	7,0	9,9
Camp de Tarragona	8,7	2,3	8,0	-	-	-	-
Granada	30,9	0,1	10,0	-	-	-	-
Lleida	5,8	-	1,8	-	-	-	0,1
Pamplona ⁴	-	33,2	-	-	-	-	-
Campo de Gibraltar ⁵	-	4,1	1,2	-	-	-	-
Girona	2,9	-	3,6	-	-	-	-
A Coruña	20,9	-	-	-	-	-	-
León	4,4	-	n.d.	-	-	-	0,2

Fuente: OMM 2013.

5.8. Tabla resumen de las principales estadísticas del transporte por ferrocarril

	OFE	Eurostat	UIC	INE	Anuario del Ministerio de Fomento	OTLE	Observatorio de la Movilidad Metropolitana
Periodicidad	Anual	Anual ¹	Anual ¹	Mensual ²	Anual	Anual	Anual ³
Empresas							
Número	si	si	si	si	no	si	si
Número de trabajadores	no	si	si	si	no	si	no
Número de trabajadores por sexo	no	si	si	si	no	si	no
Número de trabajadores por ocupación	no	si	si	si	no	si	no
Volumen de gasto	no	si	si	si	si	si	no
Material rodante							
Número locomotoras	si	si	si	si	si	si	no
Número de composiciones autopropulsadas	si	si	si	si	si	si	si
Número de coches	si	si	si	si	si	si	no
Número de vagones	si	si	si	si	si	si	no
Velocidad máxima	si	si	si	no	no	no	no
Arquitectura de las composiciones	si	no	no	no	no	no	no
Tensión alimentación	si	no	no	no	no	no	no
Ancho de vía	si	no	no	no	no	no	no
Potencia	si	si	si	no	no	no	no
Plazas por composición	si	si	no	no	no	no	no
Descripción de la red							
Longitud por número de vías	si	si	si	no	si	si	si
Longitud por ancho de vía	si	si	si	no	si	si	no
Longitud por velocidad máxima	si	si	si	no	no	si	no
Por naturaleza del transporte	si	si	si	no	no	si	no
Por tipo de electrificación	si	si	si	no	si	si	no
Tráfico							
Número de circulaciones	si	si	si	no	no	no	si
Número de circulaciones por velocidad máxima	no	si	si	no	no	no	no
Circulaciones de viajeros	si	si	si	no	no	no	no
Circulaciones de material motor por tipo de tracción	no	si	si	no	si	no	no
Circulaciones de material remolcado por tipo	no	si	si	no	no	no	no
Trenes kilómetro remolcados	si	si	si	no	si	no	no
Circulaciones de material remolcado	no	si	si	no	no	no	no
Transporte realizado							
Viajeros	si	si	si	si	si	si	si
Viajeros kilómetro	si	si	si	no	si	si	si
Ingresos	si	si	no	no	no	no	no
Recorrido medio por viajero	si	no	si	no	si	si	si
Billete medio	si	no	no	no	no	no	si
Percepción media	si	no	no	no	no	no	no
Trenes-kilómetro	si	si	si	no	si	si	si
Plazas.kilómetro	si	si	si	no	si	si	si
Aprovechamiento	si	no	si	no	no	no	si
Viajeros medios por tren	si	no	si	no	no	no	no
Trenes en día medio	si	no	si	no	no	no	no
Minutos.tren	si	no	no	no	no	si	no
Recorrido medio del tren	si	no	si	no	no	si	no
Plazas ofertadas	si	si	si	no	si	si	si
Ocupación	si	no	no	no	no	no	si
Viajeros por país de origen y destino	no	si	no	no	no	no	no
Viajeros por región de origen y destino	no	si	no	no	no	no	no
Mercancías							
Toneladas	si	si	si	si	si	si	no
Recorrido medio de la tonelada	si	si	si	no	no	si	no
Toneladas kilómetro	si	si	si	no	si	si	no
Ingreso por tonelada	si	si	no	no	no	no	no
Percepción media por t.km	si	no	no	no	no	no	no
Ingresos por tráfico	si	no	si	no	no	no	no
Trenes en día medio	si	no	si	no	no	si	no
Recorrido medio del tren	si	no	si	no	si	si	no
Trenes.km año	si	no	si	no	no	si	no
Toneladas netas/toneladas brutas	si	no	no	no	no	no	no
Velocidad media	si	no	si	no	no	no	no
Toneladas kilómetro brutas remolcadas	si	si	si	no	no	no	no
Toneladas brutas	si	si	si	no	no	no	no
Mercancías por país de origen y destino	no	si	no	no	no	no	no
Mercancías por región de origen y destino	no	si	no	no	no	no	no

1: para algunos apartados se ofrece la información por cuatrimestres

2: para algunos apartados la información es anual

3: cada edición publica los datos de dos años antes

6. ANEJOS

6.1. Ejemplos de cálculo de indicadores

6.1.1. Cálculo de los indicadores de utilización de un tren

Un ejemplo completo ayudará al cálculo y evaluación de los indicadores de la utilización del tren.

Supongamos un tren que en una fecha determinada ofrece 300 plazas a lo largo de todo su recorrido. Los viajeros subidos y bajados en cada una de las estaciones son los recogidos en la tabla siguiente.

Tabla 7. Datos de partida del ejemplo 1				
Estación	A (origen)	B	C	D (destino)
Kilómetro	0	200	300	350
Viajeros subidos en la estación	250	25	10	-
Viajeros bajados en la estación	-	50	100	135
Viajeros a la salida de la estación	250	225	135	0

Fuente: Elaboración propia.

De los datos disponibles pueden obtenerse cada uno de los parámetros de la utilización del tren:

- **Viajeros evolucionados.** Los que se suben en algún momento al tren, y que coinciden con todos los que se bajan. $v_e = 250 + 25 + 10 = 285$.
- **Viajeros máximos** (los que lleva el tren en el trayecto de su recorrido con más viajeros). En este caso es el trayecto entre A y B (como se puede deducir y observar de la columna "Viajeros a la salida"), donde lleva 250 viajeros. $v_x = 250$ (entre A y B).
- **Viajeros.kilómetro.** Es la suma de los recorridos de todos los viajeros. Se puede obtener por tramos: entre A y B: $250 v \times 200 \text{ km} = 50.000 \text{ vkm}$; entre B y C: $225 v \times 100 \text{ km} = 22.500 \text{ vkm}$; entre C y D: $135 v \times 50 \text{ km} = 6.750 \text{ vkm}$; en el total del recorrido del tren: $50.000 + 22.500 + 6.750 = 79.250 \text{ v.km}$.
- **Plazas.kilómetro.** Es la suma de los recorridos de las plazas ofertadas por el tren. En este caso (como por otra parte ocurre en la mayoría de las ocasiones) la composición del tren no varía en todo el recorrido, y por ello, las plazas.km se pueden obtener multiplicando las plazas totales por el recorrido del tren: $p = 300$; y $pkm = 300 \text{ plazas} \times 350 \text{ km} = 105.000 \text{ pkm}$.

- **Media de viajeros del tren.** Ya que a lo largo del recorrido hay viajeros que suben y que bajan del tren, los viajeros medios son los viajeros que por término medio lleva el tren a lo largo de su recorrido, y se obtienen dividiendo los viajeros.km por el recorrido del tren. En este caso: $v_m = 79.250 \text{ vkm} / 350 \text{ km} = 226,43$ viajeros.
- Es decir, que a efectos del transporte global del tren es como si hubiese llevado a lo largo de todo su recorrido 226,43 viajeros. A esta cifra se podría haber llegado realizando la media de los viajeros de cada tramo ponderada con su longitud.
- **Recorrido medio del viajero.** Es el recorrido que, por término medio, realiza cada uno de los viajeros que suben al tren, y se obtiene dividiendo los viajeros.km por los viajeros (evolucionados o máximos según se quiera obtener el recorrido medio del viajero evolucionado o del viajero máximo): $R_v = v.km / v_e = 79.250 / 285 = 278,07 \text{ km}$; $R_{vx} = vkm / v_x = 79.250 / 250 = 317,00 \text{ km}$.
- **Utilización del tren (U).** El índice de utilización del tren se obtiene dividiendo los viajeros totales (o viajeros evolucionados, v_e) entre las plazas ofertadas. En este caso es $U=285/300=0,95$.
- **Aprovechamiento (total) (A).** Se obtiene dividiendo los viajeros.km transportados entre las plazas.km ofertadas: $A = v.km / p.km = 79.250 / 105.000 = 0,755$. Es decir, que de las plazas.km ofertadas se ha aprovechado el 75,5%. Puede observarse que el aprovechamiento es menor o igual que la utilización (en este caso, $A < U$; $0,75 < 0,90$).
- **Aprovechamiento vertical (A_v).** Se obtiene dividiendo los viajeros máximos por las plazas ofrecidas: $A_v = V_x / P = 250 / 300 = 0,833$. Viene a significar que en el momento de máxima ocupación del tren se aprovecha el 83,3% de las plazas ofertadas, y no coincide con el Aprovechamiento total del tren, ya que este porcentaje de plazas sólo se aprovecha durante una parte del recorrido, debiendo complementarse con el Aprovechamiento horizontal para obtener el Aprovechamiento total.
- **Aprovechamiento horizontal (A_h).** Se obtiene dividiendo los viajeros medios por los viajeros máximos: $A_h = V_m / V_x = 226,6 / 250 = 0,906$. Viene a expresar que, por término medio, los viajeros realizan el 90,6% del recorrido del tren, como se puede comprobar dividiendo el recorrido medio del viajero máximo (R_{vx}) por el recorrido del tren: $A_h = 317 / 350 = 0,906$.

Se comprueba, además, que el aprovechamiento vertical por el aprovechamiento horizontal es igual al aprovechamiento total: $A_t = A_v \times A_h = 0,833 \times 0,906 = 0,755$, es decir, que en este caso el 75,5% de las plazas.km han sido aprovechadas, y ello se descompone en un aprovechamiento vertical del 0,833 (en el momento de máxima ocupación han ido ocupadas el 83,3% de las plazas), y el horizontal del 0,906 (el recorrido medio del viajero ha sido del 90,6% del recorrido del tren).

En el ejemplo puede observarse la escasa relevancia del parámetro “*viajeros evolucionados*”. En efecto, imaginemos que en la estación B, en lugar de subir 25 viajeros y bajar 50, subiesen 125 viajeros y bajasen 150. El número de viajeros evolucionados (que como se ha expuesto es de 285), pasaría a ser: $V_e = 250 + 125 + 10 = 385$, es decir, el número de viajeros evolucionados habría aumentado de forma muy significativa (pasando de 285 a 385), sin que se vieran afectados los viajeros máximos ni el aprovechamiento vertical u horizontal, ni el número de viajeros medios. Los principales índices del tren (los relativos al aprovechamiento) no habrían cambiado su valor pese a haber cambiado de forma significativa los viajeros evolucionados. Y todo ello, porque los viajeros.km y los viajeros por tramos han seguido idénticos.

6.1.2. Cálculo de indicadores de un operador ferroviario en el corredor Madrid-Barcelona

Se trata de calcular los ratios e indicadores básicos de un hipotético operador de transporte de viajeros por ferrocarril en el corredor de Madrid a Zaragoza y Barcelona⁵.

Datos

En el corredor hay 3 rutas (OD, origen-destino) en las que se pueden mover viajeros: Madrid a Zaragoza, Zaragoza a Barcelona y Madrid a Barcelona

Distancias: De Madrid a Zaragoza, 310 km; de Madrid a Barcelona, 625 km; de Zaragoza a Barcelona, 315 km.

Oferta: 28 servicios por sentido al día (cada composición, 360 plazas; el 15% de los servicios son de 2 composiciones).

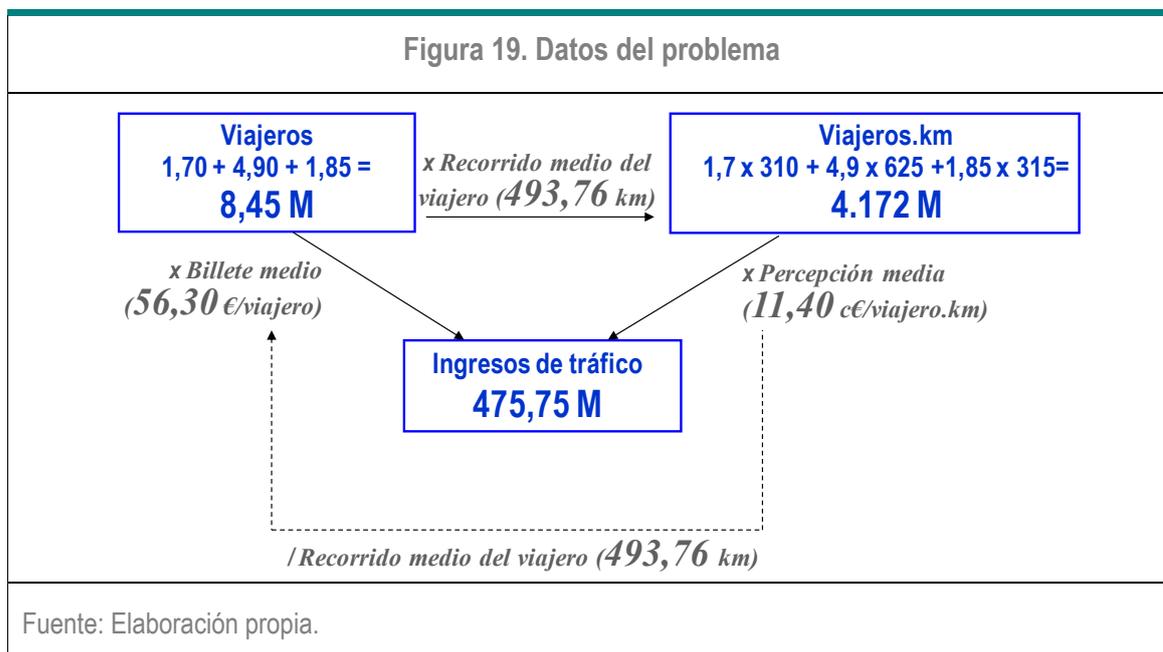
Precio: El billete medio de Madrid a Zaragoza vale 40 €, el de Madrid a Barcelona, 70 €; y el de Zaragoza a Barcelona, 35 €.

Transporte (viajeros/año): Madrid a Zaragoza 1,70 Mv; Madrid a Barcelona, 4,90 Mv; y Zaragoza a Barcelona, 1,85 Mv.

Los costes totales anuales de operación son de 409 M€/año.

El tiempo de viaje (incluyendo dos minutos de parada en Zaragoza) es de 1:13 + 0:02 + 1:20 = 2:35.

El operador dispone para hacer el servicio de 21 trenes y 55 maquinistas.



Fuente: Elaboración propia.

Oferta, producción, costes (año)

Trenes (expediciones): $28 \times 2 \times 365 = 20.440$ expediciones o trenes

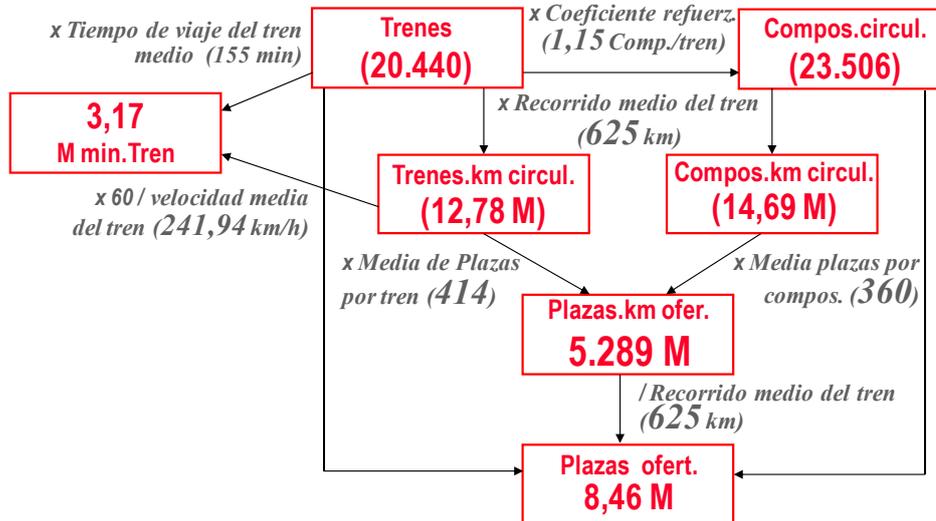
Trenes.km: $20.440 \times 625 = 12,78$ Mtrenes.km

Plazas ofertadas: $20.440 \times 1,15 \times 360 = 8,46$ Mplazas

⁵ Los datos de este ejemplo son totalmente ficticios.

Plazas.km = 8,46 Mplazas x 625 km = 5.289 Mpkm
 Coste por tren circulado = 409 M€ / 20.440 = 20.010 €/tren
 Coste por tren.km = 409 M€ / 12.775 Mtren.km = 32,02 €/tren.km
 Coste por plaza ofertada = 409 M€ / 8,46 = 48,33 €/p
 Coste por plaza.km ofertada = 409 M€ / 5.289 Mpkm = 7,73 c€ /pkm

Figura 20. Resultados del caso (1)



Fuente: Elaboración propia.

Aprovechamiento

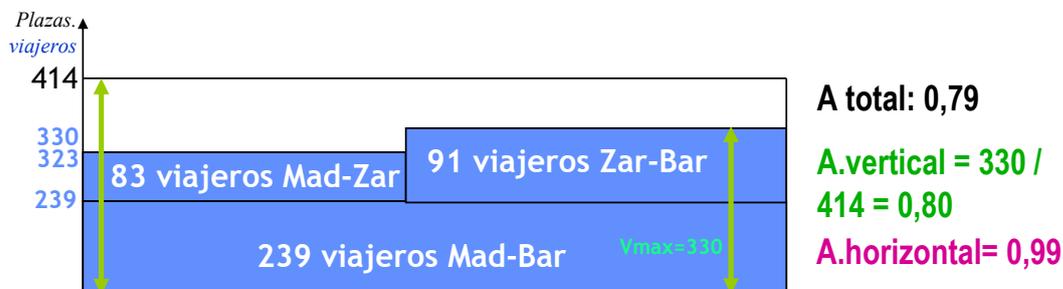
La “utilización” ha sido: 8,45 Mviajeros / 8,46 Mplazas = 0,99.

Cabe preguntarse, por la proximidad de la ocupación a la unidad, si siempre han ido los trenes casi llenos.

Para responder, veamos cuál ha sido el aprovechamiento: 4.172 Mvkm / 5.289 Mplazas.km = 0,79. Por tanto, los trenes han tenido, por término medio, un 21% de su capacidad no utilizada o disponible.

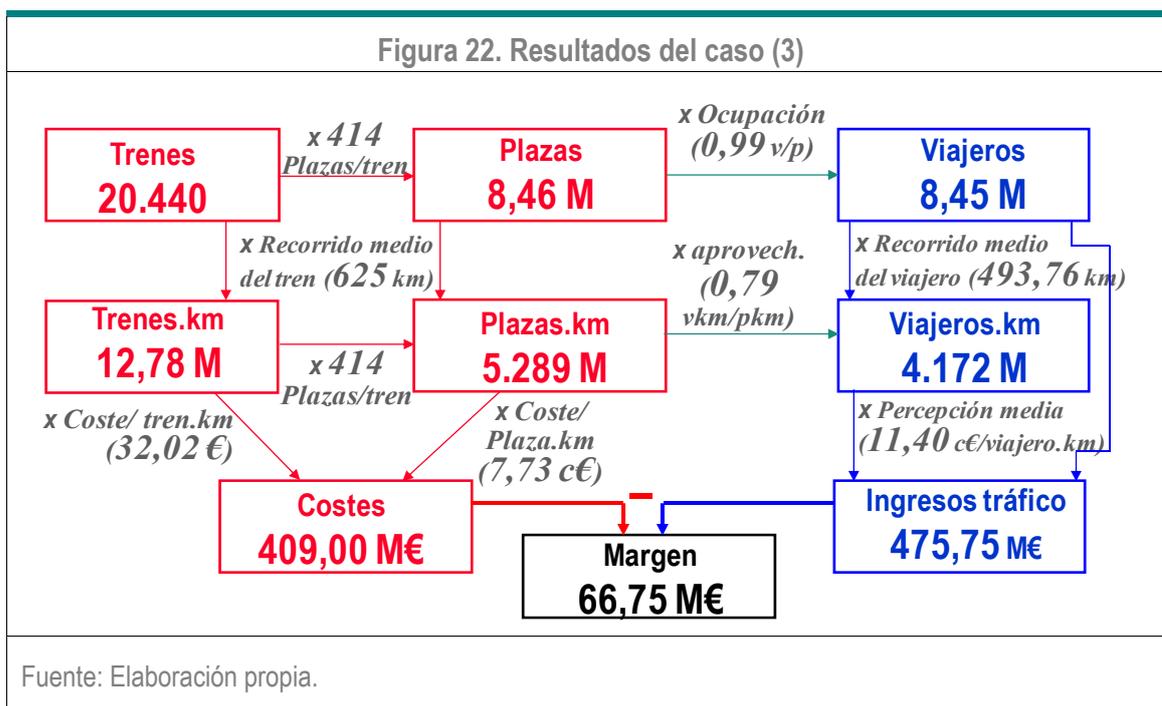
Gráficamente, el aprovechamiento es el cociente entre el área del rectángulo total (plazas.km) y la suma de las áreas de las plazas km utilizadas: viajeros.km.

Figura 21. Resultados del caso (2)

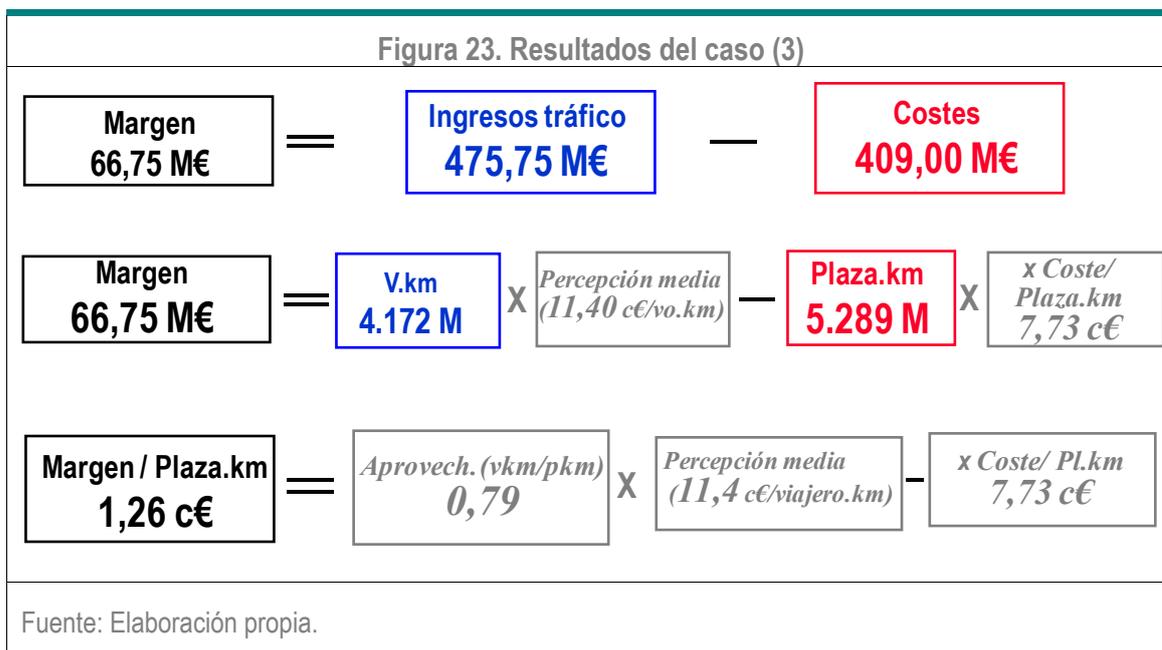


Fuente: Elaboración propia.

Las relaciones funcionales entre oferta y demanda para este caso concreto están expresadas en la figura:



Y el margen económico puede expresarse así:



Transporte, demanda e ingresos

Viajeros:	8,45 Mv
Viajeros.km:	4.172 Mvkm
Ingresos:	475,75 M€
Recorrido medio del viajero:	493,76 km/ viajero
Ingreso medio por viajero:	56,30 €/v (neto de IVA)

Percepción media por viajero.km: 11,40 c€/vkm

Oferta, producción (año)

La oferta y producción anual alcanza los siguientes valores:

Plazas ofertadas: 8,46 M plazas
Plazas.km: 5.289 Mpkm
Coste por tren circulado: 20.010 €/tren
Coste por tren km: 32,01 €/tren.km
Coste / plaza ofertada: 48,33 €/p
Coste /plaza.km ofertada: 7,73 c€/pkm

Margen y relación oferta /demanda

Aprovechamiento total = 0,79
Aprovechamiento vertical ($V_{max}/plazas$) = 0,80
Aprovechamiento horizontal (A_t/A_v) = 0,99
Margen = I-C = 475,75 - 409,00 = 66,75 M€

Productividad

Los indicadores de la productividad con 21 trenes o composiciones y 55 maquinistas son los siguientes:

Recorrido anual / tren de parque (trenes/km composición) = 699.583 km
Horas uso diario tren de parque (minutos composición/(trenesx365x60)) = 7,9 h
Horas de conducción al día laborable por maquinista = 4,3 h/día laborable

6.2. Recomendaciones sobre notación y unidades

Se deben emplear las unidades establecidas por el Sistema Internacional.

Las magnitudes básicas empleadas en el Sistema Internacional y relacionadas con el ámbito del transporte son longitud, masa y tiempo. Las unidades básicas correspondientes del SI, elegidas por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), son:

Tabla 8. Unidades básicas del Sistema Internacional

Magnitud física básica	Unidad	Símbolo de la unidad
Longitud	metro	M
Masa	kilogramo	Kg
Tiempo	segundo	s

Fuente: Elaboración propia.

Múltiplos y submúltiplos

Es recomendable el uso de múltiplos y submúltiplos para evitar usar números muy grandes o muy pequeños.

Los múltiplos y submúltiplos se indican mediante prefijos que acompañan a los símbolos de las unidades.

Tabla 9. Múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional

Múltiplos				Submúltiplos		
Prefijo	Símbolo	Factor	Expresión	Prefijo	Símbolo	Factor
giga-	G	10^9	billón	mili-	m	10^{-3}
mega-	M	10^6	millón	centi-	c	10^{-2}
kilo-	k	10^3	mil	deci-	d	10^{-1}
hecto-	h	10^2	cien			
deca-	da	10^1	diez			

* El Sistema Internacional contempla otros múltiplos y submúltiplos, pero su empleo es propio de otras disciplinas científicas.

Fuente: Elaboración propia.

Normas prácticas para el uso de las unidades

Los símbolos de las unidades no varían en plural y sólo van seguidos de punto cuando se encuentran al final de una frase (ejemplos: 1kg; 30 s)

El símbolo de la unidad sigue al símbolo del prefijo sin espacio (ejemplos: k€, mm).

El número que acompaña a la unidad debe ir separado de ésta por un espacio (1 kg; 30 s)

El producto de dos o más unidades se indica preferentemente usando un punto volado como signo de multiplicar (ejemplo: N·m) o escribiendo los símbolos de las diferentes unidades uno detrás de otro, sin separación. En este último caso, hay que evitar colocar delante una unidad que tenga el mismo símbolo que un prefijo, porque podría causar confusión.

El cociente de dos o más unidades puede indicarse mediante un cociente normal, mediante la barra inclinada o mediante potencias negativas (ejemplos: 30 m/s; 30 m·s⁻¹).

Los nombres de las unidades se escriben siempre con minúsculas (ejemplos: gramo, segundo).

Los nombres de las unidades siguen las reglas gramaticales para el plural (ejemplos: gramos, segundos).

En documentos en español se empleará la coma (,) como separador decimal y el punto (.) como separador de los millares (ejemplos 1.000 metros, 0,34 kilómetros). En documentos en inglés se empleará el punto (.) como separador decimal y la coma (,) como separador de los millares (1,000 metres, 0.34 kilometres).

Errores comunes

kW y kWh: el kW es una unidad de potencia y el kWh es una unidad de energía expresada en forma de unidades de potencia x tiempo.

Ejemplo: La potencia de un tren de alta velocidad es 8.000 kW, su consumo es de 13 kWh/km.

CV o caballo de vapor es una unidad de potencia actualmente en desuso, se prefiere el uso de W o kW (1CV = 735 W).

Viajero.kilómetro (vkm) es la unidad fundamental de transporte de viajeros. Es la cantidad que se obtiene de sumar los recorridos (en kilómetros) que realizan todos los viajeros que viajan en un servicio de transporte determinado. Es un error común expresar la unidad como un cociente: viajeros/km.

Plaza.kilómetro (pkm) es la unidad fundamental de oferta de viajeros. Es la cantidad que se obtiene de sumar los recorridos (en kilómetros) que realizan todas las plazas ofertadas en un servicio de transporte determinado. Es un producto, por lo que expresarlo como un cociente (plazas/km) es un error, aunque común.

Otras consideraciones

En caso de que algunas cifras sean ambiguas se deberá escribir una nota aclaratoria a pie de página o tabla. Por ejemplo, al referirse a ingresos es necesario clarificar si está o no incluido el IVA (normalmente no lo estará); al referirse a las plazas de un tren hay que especificar si se incluyen las plazas de pie; o si las plazas son las físicas o las comerciales; o si las distancias son físicas, comerciales u ortodrómicas.

BIBLIOGRAFÍA

Eurostat (2009): Illustrated Glossary for Transport Statistics, 4th edition. ISSN 1977-0375

Cillero Hernández, A., Bouzada Otero, P., García Álvarez, A., Martín Cañizares, M.P. (2008): *Incrementos de recorrido en el transporte por longitud de caminos, operación y gestión*. Monografías Enertrans.

García Álvarez, A., Cillero Hernández, A., Rodríguez Jericó, Pilar. *Claves para la gestión avanzada del ferrocarril: operación de trenes de viajeros*. Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 1998.

García Álvarez, A., Luceño Ramos, B. (2010): Relación entre el precio básico medio del billete de tren, con la velocidad media y la distancia recorrida por el viajero. *IX Congreso de Ingeniería del Transporte "CIT 2010"*. Madrid, julio de 2010.

García Álvarez, A. (2012): *Contribución al estudio del efecto de la alta velocidad en el consumo de energía y en los costes de explotación del ferrocarril*. Tesis doctoral.

Fundación de los Ferrocarriles Españoles (2013 y 2014): Observatorio del Ferrocarril en España.

Mcrit (2013): "Cuantificación del mercado potencialmente captable por rutas AVE, existentes o nuevas, en función de los parámetros de oferta".

Mejía Puente, M. (2012): "Introducción general al mundo del ferrocarril". Apuntes del Master en Sistemas Ferroviarios de la Universidad Pontificia de Comillas.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Llegada del tren un día de feria. Vagones “imperiales” de dos pisos que se convertían en tres: hasta los techos se llenaban de viajeros (1912-1914)	19
Figura 2. Billeto directo Madrid Cádiz en tren Alvia (que corresponde a un viajero), y billete integrado Madrid Sevilla en AVE y Sevilla Cádiz en tren de media distancia (se contabiliza como dos viajeros).....	22
Figura 3. Viajeros y viajeros.km en los trenes de alta velocidad y larga distancia de Renfe 2005-2015.....	25
Figura 4. Curvas de llenado de un mismo tren (Alvia Galicia Barcelona) en día punta y en día valle.....	28
Figura 5. Evolución de la media de viajeros por tren en los trenes de alta velocidad y larga distancia; Avant, MD Convencional y Cercanías en España (1993-2015).....	30
Figura 6. Evolución del recorrido medio de los viajeros en los trenes de alta velocidad y larga distancia, Avant, MD Convencional y Cercanías en España (1993-2015)	31
Figura 7. Relación entre precio de referencia, precio medio en turista y precio medio del tren por viajero y por viajero.km, y los respectivos ingresos (AVE Madrid Sevilla, 2013)	39
Figura 8. Relación entre las principales magnitudes y unidades transporte e ingresos	39
Figura 9. Representación del volumen económico de un negocio de transporte	40
Figura 10. Comparación de los volúmenes de negocio de Cercanías frente a los de Alta Velocidad y Larga Distancia (Renfe, 2014) y sus componentes	41
Figura 11. Relación entre las principales magnitudes y unidades de oferta y producción	48
Figura 12. Variabilidad de los costes totales de explotación por unidad de oferta y estructura de costes de explotación por unidad de oferta	49
Figura 13. Relación entre las principales magnitudes de producción y oferta, y costes	50
Figura 14. Representación gráfica de los costes de un negocio de transporte	50
Figura 15. Aprovechamiento de los trenes de alta velocidad y larga distancia 1993-2014 en comparación con la media de plazas por tren y la media de viajeros por tren	52
Figura 16. Relación entre las principales magnitudes y unidades técnicas de oferta y producción	54
Figura 17. Relación entre ingresos y costes unitarios	55
Figura 18. Aprovechamiento de equilibrio	56
Figura 19. Datos del problema	69
Figura 20. Resultados del caso (1).....	70
Figura 21. Resultados del caso (2).....	70
Figura 22. Resultados del caso (3).....	71
Figura 23. Resultados del caso (3).....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de combinación de tipos de transporte (productos-trenes, rutas y puntos de generación).....	10
Tabla 2. Ejemplo de la unidad “viajero” como medida de transporte en rutas origen-destino: viajeros (alta velocidad y larga distancia) en las principales rutas entre ciudades 2005-2014.....	20
Tabla 3. Diferencia entre el número de viajeros y el de viajes multietapa (debida a los transbordos) en los diversos núcleos de Cercanías de Renfe entre 2011 y julio de 2014.....	23
Tabla 4. Viajeros subidos y bajados en 2014 por estaciones y tipos de servicio (las primeras 15 estaciones).....	24
Tabla 5. Coeficiente de simetría de las principales relaciones de larga distancia (2013).....	33
Tabla 6. El OMM publica, entre otros datos, los viajeros (en millones) por modos de transporte en áreas metropolitanas.....	64
Tabla 7. Datos de partida del ejemplo 1.....	67
Tabla 8. Unidades básicas del Sistema Internacional.....	72
Tabla 9. Múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional.....	73



Este libro es una de las siete partes de *Explotación comercial y operación de servicios de transporte de viajeros por ferrocarril*. El documento relativo a las magnitudes y unidades ha sido desarrollado en varias versiones desde 2004 con el título *Unidades técnicas y económicas de la explotación del transporte* como material didáctico de apoyo a diversos cursos. En esta edición (número 20) adopta una nueva denominación adecuada a los nuevos contenidos que se amplían a la descripción de las estadísticas del transporte.

Alberto García Álvarez es doctor en Ingeniería e Infraestructuras del Transporte y doctor en Ciencias Económicas y Empresariales. Profesor de diversos másteres sobre Alta Velocidad y Explotación Ferroviaria, es autor de más de una docena de publicaciones sobre temas ferroviarios y del transporte. Trabaja desde 1981 en el mundo del ferrocarril, habiendo desempeñado puestos de responsabilidad en Renfe, Gif y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

El libro tiene su origen en otro titulado *Operación de trenes de viajeros. Claves para la gestión avanzada del ferrocarril*, que el autor publicó junto con Alberto Cillero y Pilar Jericó en marzo de 1998, y que fue editado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles en el marco de las actividades que se desarrollaron para celebrar el 150 aniversario del ferrocarril en España. Los nuevos conocimientos y el rápido desarrollo de los servicios de viajeros en España a partir de la extensión de los servicios de alta velocidad (2008-2010) y de las nuevas políticas comerciales y de oferta de Renfe (2013-2014) aconsejaban la redacción de una nueva publicación que, por entenderse más útil y flexible, adoptara la forma de una serie de capítulos separados, y recogiera las nuevas experiencias y últimos datos disponibles.