An aerial photograph of a train traveling through a rural landscape. The train, consisting of a yellow and black locomotive pulling several dark passenger cars, is moving along a track that curves through a field. The entire image is overlaid with a semi-transparent color map, where different colors represent various data points, likely related to the railway infrastructure or terrain. The colors include shades of blue, green, yellow, and red, creating a complex pattern over the natural landscape.

**PROPUESTA DE SISTEMA DE TARIFICACIÓN  
DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA  
APLICACIÓN A LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA**  
*Tesis Doctoral*

**Francisco Javier Calvo Poyo**

**Granada, julio de 2007**

**UNIVERSIDAD E GRANADA  
E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
AREA DE INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURA DE LOS TRANSPORTES**





UNIVERSIDAD E GRANADA  
E.T.S. DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
AREA DE INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURA  
DE LOS TRANSPORTES



**PROPUESTA DE SISTEMA DE  
TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA  
FERROVIARIA  
APLICACIÓN A LA RED FERROVIARIA  
ESPAÑOLA**

TESIS DOCTORAL

**Francisco Javier Calvo Poyo**

*Granada, julio de 2007*



TESIS DOCTORAL

**PROPUESTA DE SISTEMA DE  
TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA  
FERROVIARIA – APLICACIÓN A LA RED  
FERROVIARIA ESPAÑOLA**

por

**Francisco Javier Calvo Poyo**  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*  
*Ingeniero de Obras Públicas*

presentada en el  
Departamento de Ingeniería Civil  
de la  
Universidad de Granada

Director de Tesis:

**D. Juan José de Oña López**  
*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

*Granada, julio de 2007*



## TESIS DOCTORAL

# PROPUESTA DE SISTEMA DE TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA – APLICACIÓN A LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA

Por: Francisco Javier Calvo Poyo  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*  
*Ingeniero de Obras Públicas*

Director de Tesis: D. Juan José de Oña López  
*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

## TRIBUNAL CALIFICADOR

- **Presidente:** D. Andrés López Pita, Catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña
- **Vocal 1º:** D. Andrés Monzón de Cáceres, Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid
- **Vocal 2º:** D. Paulo Fonseca Teixeira, Profesor de la Universidad Técnica de Lisboa
- **Vocal 3º:** D. Alberto García Álvarez, Profesor de la Universidad Pontificia Comillas (I.C.A.I.)
- **Secretario:** D. José Lorente Gutiérrez, Profesor de la Universidad de Granada

Acuerda otorgarle la calificación de:

*Granada, de de 2007*



# ***RESUMEN***

## **PROPUESTA DE SISTEMA DE TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA APLICACIÓN A LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA**

Teniendo en cuenta condicionantes relacionados con la política de transportes de cada país y la diversidad de líneas y servicios de transporte ferroviario, la presente Tesis Doctoral propone un sistema de tarificación flexible. El sistema propuesto consta de una estructura básica común fácilmente adaptable a los condicionantes internos y externos del servicio ferroviario en cuestión, de tal forma que ofrezca múltiples posibilidades de tarificación entre los extremos (recuperación entre el coste marginal y el coste total). Para la adaptación de la estructura básica a cada caso se van a tener en cuenta aspectos como la sensibilidad del servicio de transporte al incremento de costes vía cargas por el uso de la infraestructura, su contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte, su interés social y las características de la infraestructura por la que circula.

El sistema de tarificación propuesto se compone de cargas<sup>1</sup> variables que imputan tanto costes variables, como fijos. Las tres primeras cargas recuperan los costes directos que para el gestor de la infraestructura supone la circulación del tren:

- Cargas por la utilización de Servicios Auxiliares y otras Instalaciones. A través de los respectivos Cánones se imputan los costes de mantenimiento y operación de las Estaciones de Viajeros y Mercancías (según el número de viajeros y según el número de trenes de mercancías), del Sistema de Tracción (según el parámetro pantógrafo-km para los trenes eléctricos, y a través de un sobreprecio según los litros de combustible para los trenes diesel), y de los Cambiadores de Ancho (por paso).

---

<sup>1</sup> En España se denomina “Canon” a la contraprestación económica exigible a los operadores de transporte por el uso de la infraestructura ferroviaria. A veces también se designa como “carga”.

- Canon por Gestión del Tráfico. Recupera los costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario. Se imputan a través del parámetro tren-km.
- Canon por circulación. Recupera los costes de mantenimiento y renovación de la vía. Se imputa a través del parámetro tonelada ficticia-kilómetro (concepto definido por la UIC). Para esta Tesis Doctoral el concepto de tonelada ficticia se ha modificado para distinguir entre trenes remolcados por locomotoras y trenes autopropulsados, y así poder ajustarse más a los costes que cada uno de ellos producen.

Para aumentar la recuperación de costes por encima de los costes marginales se usan cargas relacionadas con la disposición a pagar de los operadores y la demanda de utilización de la infraestructura.

- Canon de Contribución. Recupera parte de costes de inversión imputando un porcentaje de la amortización anual al operador a través del parámetro plazas-km y aumentando la carga con la velocidad del servicio (para los trenes de alta velocidad). En la red convencional estos costes se reparten según el parámetro tren-km.
- Canon por Capacidad. Recupera los costes de congestión. Se imputa a través de un coeficiente multiplicativo que afecta al Canon por Gestión del Tráfico. Este coeficiente aumenta con la congestión de la línea y las características del surco demandado por el operador. Los recursos económicos obtenidos a través del Canon por Capacidad deben ser reinvertidos en la infraestructura ferroviaria.

La inclusión de los costes externos en el modelo se realiza a través del balance de externalidades entre el ferrocarril y el modo de transporte alternativo (en un caso general, se considera la carretera).

El Canon por Costes Externos incluye los costes externos del transporte más importantes en Europa, y es igual a los costes externos generados por el ferrocarril menos los costes externos generados por la carretera. Puesto que, en un caso general, este balance va a resultar negativo, el Canon por Costes Externos va a reducir el canon

total a pagar por el operador. Como parámetros de imputación se han elegido pasajero-km y tonelada neta-km.

Resumiendo, la aplicación del sistema propuesto en esta Tesis Doctoral a la red ferroviaria española, ha arrojado los resultados que a continuación se muestran.

- Los Cánones por Servicios Auxiliares, por Gestión del Tráfico, por Costes Externos y por Circulación se imputan a todos los servicios ferroviarios (este último, a nivel de costes marginales a los trenes de cercanías, regionales y de mercancías, y según el coste total al resto). Esta imputación de costes constituye el nivel mínimo de tarificación.
- Trenes de viajeros de cercanías y regionales: nivel mínimo de tarificación. Compensación de los Cánones de Capacidad y Contribución por su gran contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte y por razones de servicio público.
- Trenes de mercancías: nivel mínimo de tarificación. Compensación del Canon por Capacidad para mejorar sus condiciones de competencia frente a la carretera, y del Canon de Contribución por su gran contribución a un sistema de transporte eficiente y sostenible.
- Trenes convencionales de viajeros de larga distancia: nivel medio de tarificación. Se les imputa (además del nivel mínimo de tarificación) el Canon por Capacidad en su totalidad, que junto con el balance de costes externos compensa los costes de inversión no imputados.
- Trenes de *AV*: nivel máximo de tarificación. Imputación parcial de los costes de inversión a través del Canon de Contribución. Los Cánones por Capacidad (que pagan íntegramente) y Costes Externos también ayudan a compensar los costes de inversión no imputados.



# ***ABSTRACT***

## **A RAIL INFRASTRUCTURE PRICING SYSTEM PROPOSAL IMPLEMENTATION TO THE SPANISH RAILWAY NETWORK**

This Doctoral Thesis develops a flexible pricing methodology that can be adapted to each country's transportation policies and the diversity of railroad lines and rail transport services. The proposed pricing system consists of a basic framework that can be easily adapted to the internal and external determining factors of any rail network, in such a way that it offers many possibilities for charging prices to recover between marginal costs and full costs. Several determining factors are taken into consideration to adapt the basic framework to specific cases: the rail service's sensitivity to charges for infrastructure use, the rail service's contribution to transportation system sustainability, the rail service's social impact and specific features of the infrastructure. At the same time, it complies with the European Union's transportation and economic policy guidelines.

- The proposed methodology is based on the implementation of six different charges from three charge categories. The first charging category, infrastructure manager direct costs, includes: the Running Charge, the Traffic Control Charge and the Auxiliary Services and other Facilities Charges. These represent the minimum level of pricing (costs directly related with train traffic) and they would be applied to all traffic.
- The second charging category is intended for increasing infrastructure cost recovery, it includes: Contribution Charges and Capacity Charges. These charges would be set based on the specific type of rail service operated. Prices would depend on factors including transport system sustainability, public service and whether the service can afford to pay costs above marginal costs. These charges are also based on infrastructure (whether the service is using a new or old line) and the line's level of congestion.

- The third charging category includes only one charge: the External Costs Charge. This charge captures the reduction in external costs obtained by meeting transport demand by rail rather than roads. Since studies have shown that rail transport has significantly lower external costs than road transport, this charge would actually represent a subsidy to rail operators which would be used to help pay for infrastructure investment and, in some cases, maintenance and renewal costs.

In a general case, only long-distance passenger and high-speed trains would pay the Capacity Charge. The funds obtained from the Capacity Charges for these rail services should be used to finance the railroad network. The proposed pricing methodology would also recover investment costs via the Contribution Charge, which would levy a portion of investment costs to the transportation services that could afford to pay prices over marginal costs and that use new lines (mostly, high-speed trains).

Investment costs not covered by the proposed methodology should be financed by the government authorities in charge of transportation infrastructure. Railroad system public funding is justified because in some cases it is a public service, and because the magnitude of railroad infrastructure investment costs is such that it is unadvisable to allocate it entirely to railroad operators.

To summarize, the application of the proposed pricing system to the Spanish railway network has led to the following results:

- Suburban and regional passenger trains: minimum pricing level. Compensation of Running (partially), Capacity and Contribution Charges, due to their large contribution towards transportation system sustainability (a very favourable external costs balance as compared to roads) and because they are a public service.
- Freight trains: minimum level of pricing. Compensation of the Running Charge (fixed costs part), Capacity Charge and Contribution Charge due to their large contribution towards an efficient and sustainable transportation system.
- Conventional long-distance passenger trains: intermediate level of pricing. They are levied, besides the Traffic Control and Auxiliary Services and other Facilities

Charges, the entire Running Charge and the Capacity Charge. This last charge, together with the external cost balance, compensates the investment costs that are not levied.

- High-speed trains: maximum level of pricing. In addition to the payments levied to conventional long-distance passenger trains, they pay the Contribution Charge, thus partially financing investment costs. The Capacity and External Costs Charges help to compensate for the infrastructure investment costs that are not levied.

It should be noted that the magnitude of the External Costs Charge compared to the investment in rail network (which it is mostly intended to help pay for), can be very significant, thereby justifying public subsidy of the railroad network. In Spain, for instance, railroads saved 1.455 million Euros in external costs in comparison to roads in 2005. On the other hand, investment in railroad infrastructure (construction and improvements) came to 4.841 million Euros, which means that the savings in external costs compensates around 30 percent of the investment in railroad infrastructure. The importance of this last figure justifies the viability of the proposed pricing system and the public investment in railway infrastructure.



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>25</b>
1.1. Objetivos .....	25
1.2. Metodología y fases de la investigación .....	26
1.3. Estructura y resumen de contenidos .....	26
1.3.1. Antecedentes .....	27
1.3.2. Metodología .....	28
1.3.3. Aplicación .....	28
1.3.4. Conclusiones .....	29
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	<b>31</b>
2.1. Introducción .....	31
2.1.1. Nuevo modelo ferroviario europeo .....	31
2.1.2. La tarificación de las infraestructuras de transporte y la gestión de la demanda de transporte	34
2.1.3. Sistemas de tarificación armonizados y equitativos .....	35
2.2. Normativa común europea .....	35
2.2.1. Primeras actuaciones en materia de tarificación .....	36
2.2.2. Directiva 91/440/CE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios .....	37
2.2.3. Cumbre de Cannes y Libro Verde de 1995 .....	38
2.2.4. Directiva 95/18/CEE sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias .....	39
2.2.5. Directiva 95/19/CE sobre la adjudicación de la capacidad de la infraestructura ferroviaria y su tarificación .....	39
2.2.6. Directiva 96/53/CE por la que se establecen, para vehículos de transporte de mercancías por carretera, las dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional .....	40
2.2.7. Libro Blanco de 1998: "Pago justo por el uso de la infraestructura" .....	42
2.2.8. Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras .....	44
2.2.9. Libro Blanco del 2001: "Política Europea de Transporte de cara al 2010 – la hora de la verdad" 46	
2.2.10. Primer Paquete Ferroviario .....	49
2.2.11. Propuesta de Directiva por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras .....	54
2.2.12. Segundo Paquete Ferroviario .....	59
2.2.13. Tercer Paquete Ferroviario .....	61
2.2.14. Directiva 2006/38/CE por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras .....	62
2.3. Normativa española .....	64
2.3.1. Ley 16/1987 de Ordenación de los Transportes Terrestres. Transporte ferroviario .....	64

2.3.2.	Estatuto de <i>RENFE</i> aprobado por <i>RD</i> 121/1994 .....	65
2.3.3.	Creación del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias ( <i>GIF</i> ) .....	66
2.3.4.	Creación de la Dirección General de Ferrocarriles ( <i>DGF</i> ) .....	67
2.3.5.	Ley 39/2003 del Sector Ferroviario .....	67
<b>2.4.</b>	<b>Aplicaciones del canon ferroviario .....</b>	<b>73</b>
2.4.1.	Introducción .....	73
2.4.2.	Experiencias de tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa .....	74
2.4.3.	Principios de tarificación .....	119
2.4.4.	Relación entre costes y el canon por el uso de la infraestructura .....	130
2.4.5.	Nivel de recuperación de costes .....	137
2.4.6.	Objetivos de la tarificación .....	140
2.4.7.	Tratamiento de la infraestructura y del material móvil .....	141
2.4.8.	La complejidad de la diversidad .....	144
2.4.9.	Resumen .....	147
<b>2.5.</b>	<b>Conclusiones - justificación de la tesis doctoral.....</b>	<b>151</b>
2.5.1.	La tarificación de las infraestructuras como herramienta para el transporte sostenible .....	151
2.5.2.	El desarrollo de un canon ferroviario desde el punto de vista del coste social puede ayudar a justificar la inversión en ferrocarriles .....	152
2.5.3.	El canon como herramienta para optimizar el uso de las redes ferroviarias .....	152
2.5.4.	Un sistema de tarificación eficiente para potenciar la competitividad del ferrocarril .....	153
2.5.5.	Título de la Tesis Doctoral .....	154
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA.....</b>	<b>155</b>
<b>3.1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>155</b>
<b>3.2.</b>	<b>Clasificación de los costes de la infraestructura ferroviaria.....</b>	<b>155</b>
3.2.1.	Clasificación de costes según su relación con la producción .....	155
3.2.2.	Clasificación de costes según los agentes afectados.....	156
3.2.3.	Clasificación de los costes internos de las infraestructuras de transporte.....	157
<b>3.3.</b>	<b>Sistema de tarificación propuesto: costes, cánones y parámetros de imputación.....</b>	<b>162</b>
3.3.1.	Costes internos .....	163
3.3.2.	Costes externos.....	207
3.3.3.	Resumen .....	234
<b>3.4.</b>	<b>Sistema de tarificación propuesto: nivel de tarificación .....</b>	<b>237</b>
3.4.1.	Introducción .....	237
3.4.2.	Planteamiento general .....	242
3.4.3.	Servicios ferroviarios de cercanías .....	244
3.4.4.	Servicios ferroviarios regionales .....	251
3.4.5.	Servicios ferroviarios convencionales de larga distancia .....	259
3.4.6.	Servicios ferroviarios de alta velocidad.....	265
3.4.7.	Servicios ferroviarios de mercancías .....	273
3.4.8.	Resumen .....	281
<b>4.</b>	<b>APLICACIÓN DEL SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO A LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA.....</b>	<b>285</b>
<b>4.1.</b>	<b>Ámbito de aplicación.....</b>	<b>285</b>
4.1.1.	La red ferroviaria española .....	285
4.1.2.	Servicios de transporte prestados y trenes utilizados.....	288

<b>4.2.</b>	<b>Valoración de los cánones.....</b>	<b>295</b>
4.2.1.	Canon por las Estaciones de Viajeros.....	295
4.2.2.	Cálculo del Canon por las Estaciones de Mercancías.....	296
4.2.3.	Cálculo del Canon por Sistema de Tracción.....	297
4.2.4.	Cálculo del Canon por Cambiador de Ancho.....	298
4.2.5.	Cálculo del Canon por Gestión del Tráfico.....	298
4.2.6.	Cálculo del Canon por Circulación.....	298
4.2.7.	Cálculo del Canon de Contribución.....	308
4.2.8.	Cálculo del Canon por Capacidad.....	313
4.2.9.	Cálculo del Canon por Costes Externos.....	317
4.2.10.	Resumen.....	321
4.2.11.	Análisis de resultados.....	325
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES, APORTACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>329</b>
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>329</b>
5.1.1.	Sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa.....	329
5.1.2.	Sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria en España.....	335
5.1.3.	Sobre los costes de la infraestructura ferroviaria. Propuesta de cánones y parámetros de imputación.....	336
5.1.4.	Sobre el nivel de tarificación propuesto.....	341
5.1.5.	Sobre la aplicación a la red ferroviaria española.....	342
<b>5.2.</b>	<b>Aportaciones.....</b>	<b>346</b>
<b>5.3.</b>	<b>Futuras líneas de investigación.....</b>	<b>347</b>
<b>6.</b>	<b>GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>349</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>355</b>
	<b>ANEXO I. LA EVOLUCIÓN DEL CANON EN ESPAÑA.....</b>	<b>371</b>
	<b>ANEXO II. LA TARIFICACIÓN POR EL USO DE LA CARRETERA EN EUROPA.....</b>	<b>379</b>
	<b>ANEXO III. COSTES DE LOS ACCIDENTES Y MEDIOAMBIENTALES DEL TRANSPORTE.....</b>	<b>417</b>
	<b>ANEXO IV. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO A LA RED FERROVIARIA ALEMANA.....</b>	<b>439</b>



# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de emisiones de vehículos pesados .....	41
Tabla 2. Tasas máximas por el uso .....	45
Tabla 3. Costes de daño a la infraestructura. Factores de equivalencia .....	58
Tabla 4. Sistema de tarificación en Alemania .....	80
Tabla 5. Sistema de tarificación en Dinamarca .....	82
Tabla 6. Sistema de tarificación en España .....	92
Tabla 7. Sistema de tarificación en Francia .....	95
Tabla 8. Sistema de tarificación en Italia .....	99
Tabla 9. Sistema de tarificación en el Reino Unido .....	109
Tabla 10. Sistema de tarificación en Suecia .....	114
Tabla 11. Componentes del precio mínimo del canon ferroviario suizo .....	118
Tabla 12. Nivel de recuperación respecto a los costes totales .....	138
Tabla 13. Comparación del canon en algunos países europeos (viajeros) .....	139
Tabla 14. Comparación del en algunos países europeos (mercancías) .....	140
Tabla 15. Tratamiento de la infraestructura .....	142
Tabla 16. Tratamiento del material móvil .....	143
Tabla 17. Costes, cánones y variables de imputación por el uso de la infraestructura ferroviaria en Europa .....	150
Tabla 18. Clasificación de costes internos de las infraestructuras de transporte .....	161
Tabla 19. Costes marginales de mantenimiento y conservación según diversos estudios .....	179
Tabla 20. Variabilidad de los costes de mantenimiento y renovación en el Reino Unido .....	180
Tabla 21. Costes de renovación y mantenimiento de vía utilizados por <i>Railtrack</i> .....	181
Tabla 22. Costes marginales de mantenimiento y renovación según el tipo de vehículo .....	181
Tabla 23. Coste anual de mantenimiento y renovación según el tráfico ficticio .....	183
Tabla 24. Coste anual de mantenimiento y renovación de una línea de vía única .....	184
Tabla 25. Cálculo del peso medio de los ejes motores de los trenes españoles .....	190
Tabla 26. Coste de los estudios previos y proyecto de construcción .....	196
Tabla 27. Coste de las expropiaciones según la densidad de población .....	197
Tabla 28. Coste de construcción de la infraestructura ferroviaria .....	197
Tabla 29. Coste de construcción de la superestructura ferroviaria .....	198
Tabla 30. Vida útil de la vía ferroviaria .....	198
Tabla 31. Coste anual de la vía ferroviaria .....	199
Tabla 32. Sistema de electrificación: coste de las subestaciones .....	199
Tabla 33. Sistema de electrificación: coste de la catenaria .....	200
Tabla 34. Coste del sistema de señalización y comunicaciones .....	200
Tabla 35. Coste de las estaciones .....	201
Tabla 36. Vida útil de los elementos que componen el sistema ferroviario .....	202
Tabla 37. Externalidades del transporte en EUR-17 ( <i>UE-15</i> más Suiza y Noruega) .....	210
Tabla 38. Valor del tiempo en el transporte por ferrocarril .....	219
Tabla 39. Coeficiente multiplicativo del Canon por Capacidad .....	224
Tabla 40. Valor del tiempo en el transporte por carretera .....	227
Tabla 41. Coste medio de la congestión en EUR-17 .....	228
Tabla 42. Costes externos del transporte (excepto congestión) en EUR-17 .....	232
Tabla 43. Costes externos medios del transporte por carretera y ferrocarril en EUR-17 .....	240
Tabla 44. Capacidad de transporte de las líneas de <i>AV</i> según el nivel del ERTMS .....	271
Tabla 45. Nivel de tarificación según el servicio ferroviario .....	282
Tabla 46. Principales características de las líneas que integran la red ferroviaria española .....	287
Tabla 47. Cálculo del Canon por Estaciones de Viajeros .....	296
Tabla 48. Cálculo del Canon por Estaciones de Mercancías .....	297
Tabla 49. Material móvil utilizado en la red ferroviaria española .....	300

Tabla 50. Toneladas ficticias de los trenes que circulan por la red ferroviaria española .....	302
Tabla 51. Cálculo del Canon por Circulación (unitario) .....	304
Tabla 52. Canon por Circulación según tipo de tren y según servicio ferroviario .....	305
Tabla 53. Costes medios de mantenimiento y renovación según la UIC .....	307
Tabla 54. Comparación de los costes marginales de mantenimiento y renovación estimados para España con los de Finlandia y Reino Unido.....	308
Tabla 55. Vida útil de la infraestructura ferroviaria.....	310
Tabla 56. Repercusión del coste de construcción de las líneas de <i>AV</i> por cada unidad de transporte ofrecida.....	311
Tabla 57. Cálculo del Canon de Contribución (red de <i>AV</i> ).....	312
Tabla 58. Cálculo del Canon de Contribución (red convencional) .....	312
Tabla 59. Ingresos según el servicio ferroviario .....	313
Tabla 60. Surcos estándar y Cálculo del Canon por Capacidad.....	316
Tabla 61. Costes externos medios del transporte por carretera y ferrocarril en España.....	318
Tabla 62. Canon por Costes Externos (unitario).....	320
Tabla 63. Canon por Costes Externos según el servicio ferroviario .....	321
Tabla 64. Valoración de los Cánones según los parámetros de imputación .....	322
Tabla 65. Precios del Canon propuesto para la red ferroviaria española .....	323
Tabla 66. Justificación de la inversión a través de la compensación por costes externos.....	326
Tabla 67. Comparación del canon propuesto (excepto estaciones) con el de algunos países europeos .....	327
Tabla 68. Comparación del canon propuesto (excepto estaciones) con el vigente en España..	328

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de relación entre gestor y operador a través del canon.....	34
Figura 2. Esquema del flujo de bienes y servicios en el sector ferroviario .....	73
Figura 3. Establecimiento de tarifas en un entorno multiproducto .....	123
Figura 4. Costes relacionados con la oferta y uso de la infraestructura .....	157
Figura 5. Coste de renovación de carriles y traviesas en función de la longitud de vía sobre la que se actúa .....	186
Figura 6. Coste unitario de construcción de líneas de <i>AV</i> .....	194
Figura 7. Gráfico de circulaciones con tráfico exclusivo de trenes rápidos de viajeros.....	218
Figura 8. Gráfico de circulaciones con tráfico mixto .....	218
Figura 9. Definición económica del coste de la congestión .....	226
Figura 10. Proceso de valoración monetaria de los costes externos de la contaminación y el ruido .....	231
Figura 11. Sistema de tarificación propuesto: estructura, cánones y parámetros de imputación .....	236
Figura 12. Estructura y funcionamiento del sistema de tarificación propuesto .....	281
Figura 13. Red ferroviaria considerada para la aplicación práctica .....	287
Figura 14. Tren de cercanías serie 451. Junio de 2005, Tudela (Navarra).....	288
Figura 15. Tren regional serie R-598. Febrero de 2007, Atarfe-Sante Fé (Granada).....	289
Figura 16. Locomotora serie 252 remolcando un tren convencional (Arco “García Lorca”). Marzo de 2007, viaducto de Guarrizas (Jaén).....	290
Figura 17. Locomotora serie 319 remolcando un tren <i>TALGO</i> III. Mayo de 2006, puente de Rambla Seca (Granada).....	290
Figura 18. Tren de <i>AV</i> serie 102 circulando por una línea de <i>AV</i> . Agosto de 2005, Alcolea del Pinar (Guadalajara) .....	291
Figura 19. Locomotora serie 319 remolcando un <i>TALGO AV</i> circulando por una línea convencional. Marzo de 2007, Puente de San Francisco de Loja (Granada).....	291
Figura 20. Locomotora serie 319 remolcando un tren de cisternas. Marzo de 2007, Sierra Elvira (Granada).....	293
Figura 21. Locomotora serie 269 remolcando un tren de contenedores. Marzo de 2007, Vadollano (Jaén) .....	294
Figura 22. Costes externos medios del transporte de viajeros por carretera y ferrocarril en España .....	319
Figura 23. Costes externos medios del transporte de mercancías por carretera y ferrocarril en España .....	320
Figura 24. Canon Total (excepto estaciones) según el tipo de tren.....	324



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVOS

Varios han sido los motivos que han propiciado el desarrollo de la presente Tesis Doctoral:

- 1) Poner en conocimiento general los costes de la infraestructura ferroviaria, capítulo de gran importancia en las inversiones de los estados de la *UE*, a la vez que muy desconocido, por la tradicional opacidad de las compañías ferroviarias nacionales.
- 2) Desarrollar un sistema de tarificación que abarque todos los costes relacionados con la puesta a disposición y uso de la infraestructura ferroviaria (costes internos y externos). De esta forma, y mediante la aplicación de un sistema de tarificación similar a un medio de transporte alternativo, es posible contribuir al transporte sostenible a través de la gestión de la demanda.
- 3) Desarrollar un sistema de tarificación “modular” en el que, teniendo en cuenta los distintos costes asociados a las infraestructuras de transporte, los recupere a través de cargas diseñadas específicamente para cada uno de ellos.
- 4) Valorar cada una de las cargas de la forma más ajustada posible a los costes que recuperan.
- 5) Diseñar un sistema de tarificación que sea atractivo para los operadores de transporte, a través de su claridad, sencillez y adecuado nivel de imputación de costes.
- 6) Elaboración de un canon<sup>2</sup> ferroviario que, a partir de una estructura básica, pueda aplicarse a distintas redes ferroviarias (tanto a gran escala, como a nivel de un solo corredor de transporte). Para ello, el sistema propuesto debe poder adaptarse a condicionantes externos como las obligaciones de servicio público,

---

<sup>2</sup> En la literatura especializada y normativa a veces se utiliza indistintamente la palabra “Canon” tanto para referirse al sistema de tarificación completo (y por lo tanto, a un conjunto de cánones), como para referirse a cada uno de los cánones individuales (por el uso de tal o cual servicio o instalación de la red ferroviaria).

el apoyo presupuestario del gobierno al ferrocarril o la situación del mercado de transporte.

- 7) Desarrollar un sistema de cobro por el uso de la infraestructura ferroviaria cuya estructura y fundamentos básicos sean aplicables al transporte por carretera. De este modo se pretende contribuir a igualar las condiciones de competencia entre ambos modos de transporte.
- 8) Analizar la contribución al transporte sostenible del ferrocarril, y compararlo con el coste de la infraestructura ferroviaria, de cara a establecer comparaciones que sirvan para planificar las inversiones.
- 9) Diseñar un canon ferroviario que siga las directrices de la política económica y de transportes de la *UE*.

## 1.2. METODOLOGÍA Y FASES DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente Tesis Doctoral comenzó con el análisis de toda la información que se iba encontrando relacionada con la tarificación de las infraestructuras de transporte (normativa, artículos, libros, etc.). De ahí se sacó una visión general del problema y de las formas de acercarse a su solución.

En la segunda fase, se planteó una metodología inicial para la tarificación de la infraestructura ferroviaria y carretera. A continuación, se recopilaron datos de estudios, datos estadísticos, etc., y se aplicó a España. En este primer intento se constató la amplitud y complejidad del problema, por lo que en adelante se continuó centrando el trabajo solamente en el transporte ferroviario.

En la tercera fase, y después de haber mejorado la metodología en sucesivas correcciones, se completó la recopilación de datos y se llevó a cabo de nuevo la aplicación en España y, parcialmente, en Alemania.

## 1.3. ESTRUCTURA Y RESUMEN DE CONTENIDOS

Se presenta a continuación un resumen del documento estructurado según los capítulos en los que se ha dividido.

### **1.3.1. Antecedentes**

El estudio de los antecedentes comienza con el análisis de distintos documentos (Directivas, Libros Verdes y Libros Blancos) relacionados con la política de la Unión Europea respecto a la tarificación por el uso de las infraestructuras de transporte. En este primer acercamiento se han incluido tanto el ferrocarril como la carretera, ya que en algunos de los mencionados documentos se aludía a ambos modos de transporte. En esta primera parte, aparte de sistemas de pago relacionados con el uso de la infraestructura, también se han seleccionado algunos documentos relacionados con la liberalización del mercado de transporte, unificación de vehículos y armonización de las condiciones de competencia entre modos y entre países.

Continúan los antecedentes con un estudio del sector ferroviario en España (principalmente, la evolución de la *RENFE*) centrado en la normativa que se ha ido desarrollando para la adaptación a las directrices de la Unión Europea comentadas en el párrafo anterior. Como consecuencias más importantes de este proceso cabe reseñarla división de *RENFE* en Unidades de Negocio y la posterior separación de las actividades de prestación de servicios de transporte (a realizar por *RENFE*-operadora y las operadoras privadas de transporte) y de provisión de la infraestructura (encomendada al gestor de infraestructuras); otras aportaciones importantes han sido la creación del Regulador Ferroviario (para velar por la competencia en el nuevo marco liberalizado) y de los cánones a pagar por el uso de la infraestructura ferroviaria.

A continuación se han analizado en profundidad la aplicación de la normativa europea en materia de tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria en varios países (Alemania, Dinamarca, España, Francia, Italia, Reino Unido, Suecia y Suiza); en algunas partes del análisis se ha considerado un abanico de países más amplio (incluyendo a Austria, Bélgica, Países Bajos y Portugal).

### **1.3.2. Metodología**

El desarrollo de la metodología en la que se basa el sistema de tarificación consta de dos fases.

En la primera fase se definen los cánones de los que se va a componer el sistema, así como sus correspondientes parámetros de imputación. Para que los anteriores conceptos reflejen de forma clara y fiel los costes asociados a cada tren que circula, se analizan previamente la naturaleza y cuantía económica de los costes de la infraestructura ferroviaria (a través de bibliografía sobre teoría económica de tarificación de infraestructuras, las experiencias llevadas a cabo, estudios de costes y datos de gestores de infraestructura).

A continuación, y teniendo en cuenta un caso general, se propone un nivel de tarificación para cada uno de los cánones anteriormente definidos según cada servicio ferroviario. Para ello se tienen en cuenta aspectos como la normativa de la *UE*, experiencias reales, sostenibilidad del sistema de transportes, situación del mercado de transportes y el carácter de servicio público de algunos servicios ferroviarios.

### **1.3.3. Aplicación**

Comienza este apartado con la descripción del ámbito de aplicación del sistema de tarificación propuesto: la red ferroviaria española. Se describen tanto las características de la red, como los servicios de transporte en ella prestados, los trenes utilizados y la situación del ferrocarril en el mercado de transporte.

A continuación se valoran los cánones que integran el sistema de tarificación propuesto, partiendo de datos del año 2005 de *ADIF*, *RENFE* y el Ministerio de Fomento. Por último, y considerando el nivel de tarificación establecido anteriormente para los distintos servicios ferroviarios, se calcula el Canon Total a pagar por los operadores. Termina este capítulo con un análisis de los resultados obtenidos referente al nivel de

índice de cobertura del sistema de tarificación propuesto y a la comparación de los cánones propuestos con los de sistemas de tarificación vigentes.

#### **1.3.4. Conclusiones**

En el último capítulo de la Tesis Doctoral se recogen las principales conclusiones a las que se ha llegado, así como las aportaciones y futuras líneas de investigación.



## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

Gran parte de las instalaciones y tecnología que acompañan a las infraestructuras de transporte (sistemas de control de tráfico, señalización, comunicaciones, etc.) constituyen costes comunes, puesto que dan servicio a varios operadores, independientemente de su naturaleza. Los reguladores tienen la responsabilidad de repartir estos costes entre los distintos operadores con la mínima arbitrariedad posible (sin ocasionar discriminaciones tarifarias, etc.).

Otros aspectos a puntualizar dentro de la regulación del acceso a la infraestructura son los costes directos ocasionados por el uso (mantenimiento, etc.), los costes fijos (inversión en construcción y mejora de la infraestructura) y las externalidades que acompañan a la actividad del transporte. Todos estos costes deben verse reflejados en los precios por el uso de la infraestructura.

Actualmente, la tarificación de las infraestructuras es uno de los retos a los que se enfrentan los reguladores dentro de su política de transporte. Los objetivos dentro de este sector de la política gubernamental tienen que ver normalmente con la eficiencia del sistema de transporte y la disminución de su coste, además de las siempre presentes decisiones de inversión en su ampliación o mejora.

Por otro lado, históricamente los objetivos fiscales y de distribución de riqueza han dominado la regulación del transporte, lo que reduce la eficiencia de las medidas reguladoras adoptadas.

#### **2.1.1. Nuevo modelo ferroviario europeo**

El transporte ferroviario tiene una serie de características específicas que propician las situaciones monopolísticas:

- En primer lugar, son necesarias elevadas inversiones iniciales (infraestructura, señalización, material móvil, etc.). La inversión inicial representa la mayor parte de los costes de infraestructura, siendo los costes de mantenimiento y explotación de la misma de mucha menor entidad.
- Existen las llamadas “economías de escala”. Esto quiere decir que, desde el lado del servicio de transporte, los costes medios son decrecientes al aumentar el volumen de tráfico, lo que implica que la existencia de más de un operador en una misma ruta puede representar una competencia ineficiente y no necesaria (ESCAP, 1997). Del lado de las infraestructuras de transporte, existen inversiones de mejora que sólo se justifican para unos mínimos volúmenes de demanda y cuyos efectos sobre los costes de producción son así mismo muy importantes. Por ejemplo, la duplicación de una vía ferroviaria ofrece una capacidad cuatro veces superior mientras que su coste de construcción no llega a duplicar el coste de la vía única.
- Por otro lado, el régimen de monopolio en el que se ha venido prestando históricamente el servicio de transporte ferroviario y la propiedad estatal de las empresas ferroviarias en Europa son considerados como una de las principales causas de la pérdida de cuota de mercado del ferrocarril en el viejo continente.

Como punto de partida de las medidas puestas en marcha para cambiar esta tendencia se ha tomado la reestructuración de las empresas ferroviarias estatales, liberándolas de la gestión de la infraestructura y transformándolas en operadoras de servicios de transporte.

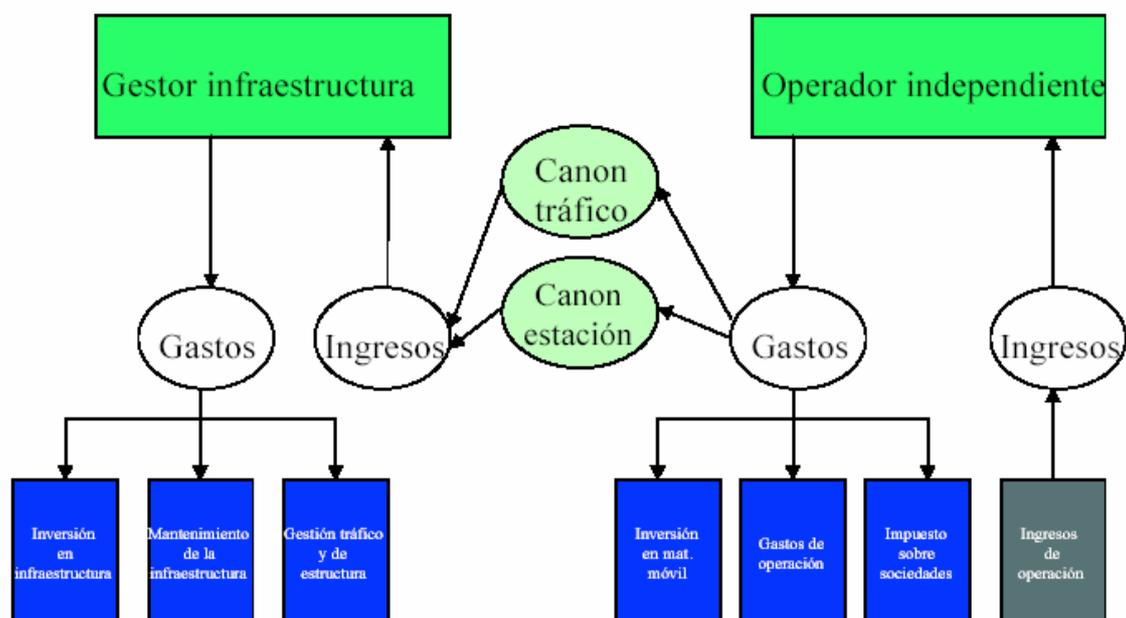
Esta medida es el paso previo a la introducción de la competencia en el mercado del transporte ferroviario, puesto que una vez encomendada la gestión de la red a un organismo independiente, se facilita la entrada al mercado de nuevos operadores de transporte. Esta idea se conoce dentro de la literatura especializado “competencia en el mercado”, y posibilita la entrada y salida de operadores en el mercado, a la vez que ayuda a determinar el precio y cantidad de la oferta.

La contraprestación económica exigible a los operadores por el uso de la infraestructura (“canon” ó “carga”) aparece entonces como el siguiente aspecto a definir de cara a la liberalización del transporte ferroviario.

#### Reestructuración de las empresas ferroviarias

El primer paso para hacer posible el acceso a la infraestructura ferroviaria a nuevos operadores es la reestructuración de las antiguas compañías ferroviarias estatales. El cambio en la organización de la empresa requiere que pasen de ser empresas “verticalmente integradas” a empresas “verticalmente separadas”:

- Integración vertical: corresponde a la estructura tradicional, donde una única compañía estatal controla la infraestructura y asume las funciones operativas y administrativas en la red.
  
- Separación vertical: en esta estructura la propiedad y/o gestión de las instalaciones está completamente separada de la explotación de la misma, y de hecho la infraestructura puede llegar a ser privatizada. Tiene la ventaja de que la infraestructura continúa en su régimen natural, que tiene mucho que ver con el monopolio, mientras que la explotación de la misma puede llevarse a cabo mediante la competencia entre diferentes operadores (régimen de “acceso competitivo”). En este último caso, la relación entre el gestor de la infraestructura y el operador a través del canon puede resumirse a través de la Figura 1.



Fuente: de Lucas y Sastre (2002)

**Figura 1. Esquema de relación entre gestor y operador a través del canon.**

### **2.1.2. La tarificación de las infraestructuras de transporte y la gestión de la demanda de transporte**

La financiación de infraestructuras y servicios públicos de transporte depende en la práctica totalidad de los países de la UE del estado de sus respectivas finanzas presupuestarias. Se trata de un sector tradicionalmente regulado, por lo que el precio pagado por la utilización de las infraestructuras ha estado determinado más por decisiones políticas que por el mercado del transporte propiamente dicho.

Sin embargo, los estudios llevados a cabo en los últimos años permiten afirmar que el mantenimiento de esta situación no es compatible con un desarrollo sostenible. Para una utilización más racional de las infraestructuras parece más conveniente el pago directo por el usuario (Monzón y Zamorano, 2000).

Además, una tarificación adecuada puede proporcionar una mayor eficacia al sistema, ya que el coste es uno de los elementos fundamentales para que los usuarios conozcan la influencia de la utilización de una determinada infraestructura y las consecuencias

reales de su elección modal. Por lo tanto, la tarificación se perfila como una importante herramienta de gestión de la demanda de cara a la consecución del desarrollo sostenible.

Así pues, la tarificación de las infraestructuras de transporte, como instrumento de apoyo al "desarrollo sostenible" ha sido objeto de diversos estudios realizados en el marco de los distintos programas de investigación financiados por la *UE*. Los resultados de estos programas de investigación sobre tarificación se reúnen en la acción concertada CAPRI (Concertated Action on Pricing Options) (Monzón y Zamorano, 2000).

### **2.1.3. Sistemas de tarificación armonizados y equitativos**

Los sistemas tarifarios para carretera y ferrocarril deben establecer unas condiciones equitativas para fomentar la competencia entre dichos modos.

En el panorama internacional, la existencia de diferencias entre los sistemas tarifarios por el uso de la infraestructura ferroviaria, así como en los impuestos, tasas y peajes que gravitan sobre la carretera merman la eficiencia del sistema europeo de transportes. Por lo tanto, es necesario alcanzar un sistema de tarificación transparente y armonizado, al menos, en el transporte internacional (EIM, 2003).

Para conseguir este objetivo, los países europeos deben ponerse de acuerdo en una metodología común para el cálculo del sistema tarifario por el uso de la infraestructura carretera y ferroviaria.

## **2.2. NORMATIVA COMÚN EUROPEA**

El pago por el uso de las infraestructuras de transporte se deriva de la puesta a disposición de estos equipamientos públicos al servicio de la economía de mercado. El planteamiento clásico del problema consiste en la cuantificación de costes y el posterior diseño de un sistema de cobro según una serie de variables de imputación. En el ámbito de la Unión Europea (*UE*), debido a la orientación general de sus políticas de transporte y de economía, la normativa común viene reflejando desde hace algunas décadas aspectos relacionados con la tarificación de las infraestructuras de transporte.

Las directrices de la política tarifaria de la Comisión Europea (CE) en el terreno de las infraestructuras se basan en los siguientes puntos: que los impuestos y cargas deben reflejar en todos los modos de transporte los costes que su uso genera (contaminación, congestión, deterioro de infraestructuras, etc.); que es necesario aplicar el principio de “quien contamina paga” y que han de establecerse unos sistemas de tarificación que estén orientados a reducir estos costes, al reequilibrio entre los distintos modos (de cara a mejorar la eficiencia del sistema de transportes en su conjunto) y a desvincular el aumento del transporte del crecimiento económico. Otros objetivos perseguidos con la política tarifaria son una mejor gestión de la capacidad de transporte de las propias infraestructuras, ayudar a su financiación y contribuir a la liberalización del mercado del transporte (CE, 2003c).

Se incluye a continuación una breve reseña de los hitos más importantes que han ido definiendo dichas directrices (Libros Verdes, Libros Blancos, Directivas y Reglamentos). Se hace especial referencia al transporte por ferrocarril, pero también se presta cierta atención al transporte por carretera (el análisis de las experiencias de tarificación por el uso de la carretera se realiza en el Anexo II), ya que en algunos aspectos (gestión de la demanda, externalidades del transporte, problemática sobre la imputación de costes, etc.), ambos modos de transporte son tratados bajo un enfoque común. Se incluyen también otros documentos en los que se trata de aspectos relacionados con la tarificación de las infraestructuras, como pueden ser el acceso al mercado de transporte ferroviario, la armonización de los vehículos de carretera, la gestión de la capacidad de la infraestructura ferroviaria y aspectos generales de la política de transportes de la *UE*.

### **2.2.1. Primeras actuaciones en materia de tarificación**

El transporte de mercancías por carretera fue, en una primera instancia, el objetivo de la política comunitaria de tarificación de infraestructuras. Ya en los años setenta (Decisión del Consejo de 1971 y Directiva de la Comisión de 1978, modificada en 1985) se pretendía tarificar por el uso de las infraestructuras, medida que se consideraba necesario acompañar por la modificación de los sistemas impositivos nacionales a los

vehículos. La oposición de algunos Estados miembros impidió que estas ideas se pusieran en práctica.

En 1988 hay una nueva propuesta de Directiva (modificada en 1991) sobre imputación de costes de infraestructura a los camiones de gran tonelaje. El principal objetivo de esta propuesta era armonizar las condiciones de competencia entre los distintos Estados miembros a través de la homogeneización de los sistemas tarifarios.

El Libro Blanco de 1992 sobre el “Curso futuro de la política común de transportes” apostaba por la apertura del mercado del transporte. En él relacionaban los desequilibrios modales y la ineficiencia del sistema de transporte en su conjunto con el hecho de que los usuarios no pagaban la totalidad de los costes que su actividad generaba. También se mencionaba por primera vez lo injusto del reparto de los costes del transporte entre los gestores de las infraestructuras, los usuarios y los contribuyentes.

Por último, también puede citarse que, con la Directiva 89/93 se pretendía aplicar un nuevo impuesto para los camiones de más de 12 toneladas, para lo cual se daban unos valores impositivos mínimos. Este nuevo impuesto no se creaba como una figura impositiva adicional, sino que se pretendía que los sistemas impositivos nacionales se adaptasen al modelo común propuesto, objetivo que no llegó a conseguirse (Vassallo, 2004).

### **2.2.2. Directiva 91/440/CE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios**

Es la norma básica que contiene los principios fundamentales de la nueva política comunitaria en materia de ferrocarriles. Las actuaciones estratégicas propuestas eran las siguientes:

- La autonomía de gestión de las empresas ferroviarias.

- La separación de la gestión de la infraestructura ferroviaria y de la explotación de los servicios de transporte de las empresas ferroviarias, siendo obligatoria la separación contable y voluntaria la separación orgánica o institucional.
- El saneamiento de la estructura financiera de las empresas ferroviarias.
- La garantía de acceso a las redes ferroviarias de los Estados miembros para las agrupaciones internacionales de empresas ferroviarias, así como para las empresas ferroviarias que efectuasen transporte combinado internacional de mercancías.

El objetivo último era llegar a la separación real y no sólo contable, de la gestión de las infraestructuras y de la explotación de los servicios. Por otro lado, se proponía que los servicios ferroviarios fueran gestionados con criterios comerciales por operadores ferroviarios, bien fueran públicos o privados, a cambio de abonar al administrador de la infraestructura un canon por utilización de la misma. Cabe mencionar que quedaban excluidos de esta Directiva los transportes urbanos, suburbanos y regionales (Izquierdo, 2001a).

En esta primera aproximación se proponía que el canon por la utilización de la infraestructura debía considerar los kilómetros recorridos, la composición del tren, la velocidad, la carga por eje (factores relacionados con el deterioro de la infraestructura) y el nivel o período de uso de la infraestructura (factores relacionados con el consumo de la capacidad de transporte de la infraestructura). Por lo tanto, este primer canon se basaba en los costes variables ligados a la circulación del tren en cuestión.

### **2.2.3. Cumbre de Cannes y Libro Verde de 1995**

En la cumbre de la *UE* celebrada en Cannes en 1995 se propuso que *"se deberían tomar medidas para establecer una competición más justa entre medios de transporte"*. Ese mismo año la comisión publicó un Libro Verde titulado "Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte - Opciones para la internalización de los costes externos del transporte en la Unión Europea". Entre sus conclusiones se decía que una de las principales causas de la desigualdad de condiciones de competencia entre modos de transporte consistía en que *"hay una gran diferencia entre los precios que pagan los usuarios individuales del transporte y los costes que ocasionan"*.

Se prestó especial atención a las “externalidades” del transporte por carretera, por tratarse de unos costes muy importantes. Así pues, en el Libro Verde se apuntaba que si esos costes externos se reflejaban de manera correcta en la estructura de precios del transporte por carretera, se proporcionarían los incentivos individuales para la modificación del comportamiento en la dirección deseada. En este documento se consideraba que el establecimiento de un sistema de tarifas adecuado y apropiado para el transporte por carretera era uno de los pilares fundamentales para alcanzar un sistema de transporte sostenible (CE, 2003d).

#### **2.2.4. Directiva 95/18/CEE sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias**

Su objetivo era completar la Directiva 91/440/CE fijando los criterios y condiciones para la concesión, mantenimiento y modificación por los Estados miembros, de licencias destinadas a las empresas ferroviarias que efectuasen transporte ferroviario en las condiciones establecidas por dicha Directiva. Sin embargo, cabe señalar que la licencia no daba, por sí misma, derecho de acceso a la infraestructura.

En esta Directiva se señalaba que la concesión de las licencias y el cumplimiento de las obligaciones exigidas debían ser competencia de un organismo competente e independiente, a designar por cada Estado miembro. Por otra parte, a las empresas ferroviarias se les obligaba a demostrar, antes del inicio de sus actividades, que cumplían con los requisitos de honorabilidad, capacidad financiera y competencia profesional, así como de cobertura de su responsabilidad civil (Grupo de Trabajo de Liberalización del Ferrocarril, 2005).

#### **2.2.5. Directiva 95/19/CE sobre la adjudicación de la capacidad de la infraestructura ferroviaria y su tarificación**

Este documento contenía las líneas generales del marco comunitario sobre la utilización de las líneas férreas, es decir, sobre la gestión y adjudicación de su capacidad de transporte, así como sobre la fijación de los correspondientes cánones. En cuanto a la

relación entre la tarificación por el uso de la infraestructura y la financiación de los gestores de infraestructuras, destacaban los siguientes puntos:

- Los Estados miembros pueden compensar al gestor por la pérdida financiera en que éste incurra al tener que reservar una determinada capacidad de transporte de su infraestructura a los servicios de interés público (cercanías y regionales)
- En las cuentas del administrador deben equilibrarse los ingresos por cánones, más las contribuciones estatales en su caso, con los gastos de mantenimiento de la infraestructura, si bien puede obtenerse un rendimiento razonable del capital invertido (Esteras y de la Cueva, 2000).

### **2.2.6. Directiva 96/53/CE por la que se establecen, para vehículos de transporte de mercancías por carretera, las dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional**

La normalización legal de los vehículos es un paso previo fundamental para poder evaluar posteriormente los costes que generan, y así desarrollar un sistema tarifario que trate de recuperarlos. El primer intento de unificación de los camiones en la *UE* se materializó en la Directiva 85/3/CE, que debido a las múltiples modificaciones a que fue sometida, fue finalmente derogada y sustituida por la 96/53/CE. Este nuevo documento trataba de armonizar las características de los vehículos de transporte de mercancías por carretera, centrándose principalmente en el peso, dimensiones y comportamiento medioambiental.

#### Peso y dimensiones

Las dimensiones de los vehículos hacen necesarias unas características geométricas mínimas en las vías. Por otro lado, el peso total de los vehículos y su reparto entre los ejes condicionan el deterioro del firme (Kraemer et al, 2003). A continuación se incluyen las principales medidas de peso y dimensiones de los vehículos autorizados para el transporte nacional e internacional de mercancías en los países miembros de la *UE*:

- Longitud máxima camión rígido: 12,0 m
- Longitud máxima remolque: 12,0 m
- Longitud máxima camión articulado: 16,5 m
- Longitud máxima tren de carretera: 18,75 m
- Anchura máxima: 2,55 m (excepcionalmente 2,6 m)
- Carga por eje simple: 11,5 (motor) y 10 t (no motor)
- Carga por eje tándem: de 11 a 19 t (según vehículo rígido o remolque y distancia entre ejes)
- Carga por eje trídem: de 21 a 24 t (según distancia entre ejes)
- Peso máximo camiones rígidos de dos ejes: 18 t
- Peso máximo camiones rígidos de tres ejes: 26 t
- Peso máximo camiones rígidos de cuatro ejes: 32 t
- Peso máximo camiones articulados de cuatro ejes: 38 t
- Peso máximo para camiones articulados con cinco o seis ejes: 40 t
- Peso máximo para tractoras de 3 ejes con remolques de dos o tres ejes: 44 t (cuando transporte un contenedor ISO de 40 pies)
- Peso máximo trenes de carretera 36 t (cuatro ejes) y 40 t (cinco o más ejes)
- Peso máximo remolques y semirremolques 18 t (de dos ejes) y 24 t (tres ejes)

### Comportamiento medioambiental

Se centraba en limitar las emisiones de contaminantes a la atmósfera y de ruido. Para caracterizar los distintos tipos de vehículos en función de sus emisiones, se fijaron unos estándares cuyo carácter restrictivo aumentaba con la lejanía de su fecha de entrada en vigor:

(g/kWh)	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4
Fecha de aplicación	1 octubre 1993	1 octubre 1996	1 enero 2000	1 junio 2005
CO	4,90	4,00	2,10	1,50
HC	1,23	1,10	0,66	0,46
NOx	9,00	7,00	5,00	3,50
Partículas	0,40	0,15	0,10	0,02

Fuente: ECMT, 2002

**Tabla 1. Estándares de emisiones de vehículos pesados**

### **2.2.7. Libro Blanco de 1998: "Pago justo por el uso de la infraestructura"**

Según este documento, la gran diversidad de regímenes de tarificación de infraestructuras existentes según el modo de transporte y el Estado miembro que se considerase mermaba la eficiencia y la sostenibilidad del sistema de transporte en Europa. Se señalaba que, en aquel momento, existían nueve sistemas de tarificación distintos para la infraestructura ferroviaria, con muy distintos niveles de recuperación de costes. En cuanto a la fiscalidad de los vehículos y los regímenes de tarificación de la infraestructura carretera era también notablemente diferente según el país considerado; como ejemplos más claros de esta situación se ponían la diferencia entre los impuestos anuales sobre vehículos pesados y el cobro de peajes en la red de autopistas de los Estados miembros (CE, 1998).

Por otro lado, normalmente las cargas no eran facturadas en el lugar de uso ni reflejaban claramente los costes que supone el uso de la infraestructura (prácticas que ayudan a que el usuario sea consciente de los costes que ocasiona), sino que se utilizaban principalmente como parte de una política fiscal más amplia para aumentar la recaudación de los respectivos Estados. Como consecuencia, los incentivos que se daban a los usuarios para aceptar las medidas de tarificación eran escasos, y rara vez los gestores de infraestructuras recaudaban a partir de las cargas por el uso suficientes ingresos para financiar los gastos en los que incurrían. Se terminaba señalando que esta situación del marco tarifario dificultaba la competencia modal y entre las propias empresas de un determinado modo de transporte, además de no ofrecer incentivos para recortar los costes ambientales.

Una vez analizada la situación, la CE proponía una armonización gradual de los sistemas de tarificación de cara a eliminar esta heterogeneidad. Como regla general proponía que las cargas no rebasen costes sociales marginales, promoviendo pues la internalización de los costes externos.

La estrategia propuesta para alcanzar el marco de tarificación común se apoyaba en los siguientes conceptos básicos:

- Basar los sistemas de tarificación en principios fundamentales comunes para todos los modos de transporte (incluyendo los mismos tipos de costes, utilizando metodologías similares, etc.)
- Fomento del uso eficiente de las infraestructuras, basándose en el principio de que “el usuario paga”
- Inclusión de los costes producidos en la infraestructura y los costes externos

La única estrategia de tarificación que satisface completamente estos criterios es la basada en el coste marginal social: cobrar a los usuarios por los costes (tanto internos como externos) que causan, preferiblemente en el punto de uso. Este sistema supone un incentivo para los usuarios de cara a optimizar sus elecciones en materia de transporte al objeto de reducir costes totales a la sociedad y optimizar al mismo tiempo sus beneficios privados, maximizando de este modo el bienestar económico y social. Así pues, los costes básicos a incluir serían:

- Costes de explotación de la infraestructura: garantizan el funcionamiento de la infraestructura según unos niveles de calidad mínimos (administración, vigilancia, señalización, limpieza, etc.).
- Costes de mantenimiento: hay algunos que son independientes del uso (como la limpieza y la vialidad invernal) y otros que dependen directamente del tráfico, como el deterioro del firme.
- Costes de congestión: en cuanto a costes directos se relacionan principalmente con el valor del tiempo de las demoras producidas a otros usuarios, pero también pueden suponer un aumento de los costes de explotación del gestor. En cuanto a costes indirectos pueden relacionarse con el coste de oportunidad del tiempo perdido, costes por retrasos que afecten a terceros y costes medioambientales.
- Costes producidos al medio ambiente: contaminación del aire, agua y acústica.
- Costes relacionados con los accidentes: daños materiales, dolor y sufrimiento, pérdidas de producción, etc. (Vassallo, 2004).

En cuanto a la utilización de los fondos así recaudados, se sugería como norma común la asignación de recursos a gestores de infraestructuras, al presupuesto general nacional o a fondos para inversión en infraestructuras (con preferencia para el transporte intermodal).

Por otro lado, y puesto que la tarificación según el coste marginal social no permite recuperar los costes fijos, como por ejemplo la inversión en la construcción, para la financiación de infraestructuras y casos concretos se contemplaba la posibilidad de establecer tarifas duales con una parte fija para cubrir la totalidad o parte de los costes fijos (a través de una viñeta, tasa de acceso, etc.) y otra variable según los costes marginales.

Por último, el Libro Blanco de 1998 ponía de manifiesto que si se introducían nuevas cargas sobre el transporte, era necesario modificar o suprimir gradualmente las tasas y cánones vigentes hasta entonces. Dicho proceso consistiría en ir sustituyendo progresivamente las tasas fijas no relacionadas directamente con los costes por las nuevas tasas basadas en los costes marginales sociales.

### **2.2.8. Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras**

Esta Directiva pretendía eliminar las distorsiones de la competencia entre las empresas de transporte por carretera de los Estados miembros de la *UE* mediante la implantación de unos sistemas de cobro equitativos y armonizados por el uso de las infraestructuras. Se apoyaba en ciertas medidas armonizadoras en lo referente a la fiscalidad de los hidrocarburos, recogidas en las Directivas 92/81/CE y 92/82/CE. Hay que resaltar que este documento no se presentaba como medida única para solucionar los problemas de competencia, sino únicamente como una medida idónea para mejorar la situación. Además de en autopistas y autovías, se autorizaba su aplicación en puntos singulares, como puentes, túneles y puertos de montaña.

Se basaba en el cobro por el uso de las infraestructuras según el peso total en carga, el número de ejes de los vehículos y la contaminación que producían. Estas tarifas debían modularse en función de la duración del periodo de uso de la infraestructura. Se decía que los importes medios ponderados debían estar relacionados con los costes de construcción, gestión (incluyendo costes administrativos) y desarrollo de la red de

infraestructuras. Además, se permitía modular las tarifas según las emisiones de los vehículos (aumento de hasta un 50% para los vehículos más contaminantes) y periodo del día en que se utiliza la infraestructura (según la congestión se podían aumentar hasta el 100%).

Esta Directiva define algunos conceptos a aplicar posteriormente en el cobro por el uso de las infraestructuras por carretera, como peaje (pago basado en la distancia recorrida y el tipo de vehículo) y tasa (pago que da derecho a un determinado tipo de vehículo a utilizar unas infraestructuras durante un periodo de tiempo determinado).

Permitía que los Estados miembros destinasen parte de las tarifas por el uso a la protección del medio ambiente y al fomento equilibrado de las redes de transporte.

Para que estas tasas no provocasen la discriminación geográfica de los transportistas, se establecían unos valores mínimos y unos máximos.

#### Tasas mínimas

Se fijaban en función del peso máximo autorizado y de la configuración del vehículo (de cara a recuperar los costes relacionados con el deterioro de la infraestructura, aunque también se incluían costes administrativos). Esta tasa mínima alcanzaba, para un vehículo pesado clásico (configuración 2+3 ejes y 40 t de peso máximo), los 700 EUR/año.

#### Tasas máximas

Se fijaban en función de las emisiones del vehículo y la configuración del mismo. La tasa se reducía al mejorar el comportamiento ambiental del vehículo.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>Vehículos ≤ 3 ejes (EUR/año)</b>	<b>Vehículos ≥ 4 ejes(EUR/año)</b>
<b>No EURO</b>	960	1.550
<b>EURO 1</b>	850	1.400
<b>EURO 2 y menos contaminantes</b>	750	1.250

Fuente: ECMT, 2002

**Tabla 2. Tasas máximas por el uso**

Las tasas máximas mensuales y semanales eran proporcionales a la duración de la utilización de la infraestructura (por meses y/o semanas). La tarifa diaria para todas las categorías de vehículos era de 8 EUR.

Para evitar la discriminación geográfica, se autorizó una reducción del 65% para Grecia, Italia, Portugal y España.

Esta tasa sobre el transporte por carretera (también conocida como “Euroviñeta”), fue adoptada por seis Estados miembros de la *UE*: Alemania, Dinamarca, Suecia, Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo. Dichos países se comprometieron a aplicar una tasa sobre la circulación de los camiones en ciertas carreteras. En estos casos, la tasa era calculada a partir de un valor fijo de emisiones para cada tipo de vehículo, sin tener en cuenta la contaminación realmente generada por cada vehículo (Ordóñez, 1999).

### **2.2.9. Libro Blanco del 2001: "Política Europea de Transporte de cara al 2010 – la hora de la verdad"**

Este documento (CE, 2001a) comenzaba analizando la situación del sector en el año 2001, que resumía en los siguientes puntos:

- Éxito en la apertura del mercado del transporte, excepto en el transporte por ferrocarril. La introducción de la competencia había propiciado una reducción de precios, un aumento de la calidad y de la oferta, y había venido acompañada por un crecimiento de los tráficos.
- El aumento de los tráficos había provocado congestión en algunos ejes y regiones y un aumento de los costes externos del transporte. Se apuntaba al ineficiente reparto modal de los tráficos como principal causa de estos efectos negativos.
- Se ponía de manifiesto la necesidad de mejorar la eficiencia del sistema de transporte para conseguir un desarrollo sostenible. Para conseguir este objetivo, se reconocía la necesidad de relacionar la política de transporte de la *UE* con aspectos de política económica y de usos del suelo.

- Aunque mantenía el objetivo básico de alcanzar un sistema de transporte sostenible, este Libro Blanco proponía un conjunto de medidas más amplio que las anteriores disposiciones de cara a lograr este objetivo. La importancia prestada a la tarificación según los costes marginales se reducía ahora en comparación con las primeras declaraciones de la política común europea ya comentadas. Se sugería que las medidas tarifarias debían venir acompañadas de una “*revitalización activa de los modos de transporte que se encuentran menos favorecidos*”, declaración de principios que fue presentada como un “*enfoque integrado*” de la política de transportes (CE, 2003d).

De entre las medidas propuestas dentro de este “*enfoque integrado*”, se destacan las siguientes:

- Revitalizar el ferrocarril, que era considerado como elemento clave para conseguir el reequilibrio entre los modos de transporte. Como medidas fundamentales para el éxito de esta primera medida se consideraban la apertura del mercado, la interoperabilidad de la red<sup>3</sup> y la creación de una red exclusiva para el transporte de mercancías.
- Reforzar la calidad del transporte por carretera, a través de la armonización y mejora de los contratos y de los procedimientos de control de las condiciones de la competencia.
- Fomento del transporte marítimo y fluvial, mediante la creación de las “*autopistas del mar*” y potenciando la conexión con los modos terrestres, principalmente, el ferroviario.
- Realización de la red transeuropea de transportes, comenzando por el aumento de capacidad de los tramos ferroviarios más congestionados y actuaciones de mejora en tramos prioritarios. Para ayudar a la realización de estos proyectos, se establecían

---

<sup>3</sup> Se entiende por interoperabilidad la capacidad del sistema ferroviario de permitir la circulación de trenes sin problemas de continuidad a través de una o varias redes ferroviarias, es decir, sin verse afectados por las diversas “*fronteras*” que se derivan de las características de las redes ferroviarias nacionales. Estas fronteras, pueden ser de índole técnica (ancho de vía, electrificación, sistemas de señalización y comunicaciones, etc.), y administrativa (explotación, acceso a la prestación de servicios, idiomas, normativa, etc.) (Directiva 2001/16/CE).

ayudas financieras de hasta el 20% del coste total, y se llegaba a proponer el uso común de los ingresos derivados de los cánones por infraestructuras como recurso financiero de apoyo.

- Definición de una política de tarificación basada en la armonización de la fiscalidad del combustible profesional (especialmente en el transporte por carretera) y de las tarifas por el uso de las infraestructuras (sobre las cuales se proponía que reflejasen los costes externos). Con este sistema de tarificación también se pretendía aumentar la eficiencia del sistema de transporte.

El Libro Blanco del 2001 fue objeto de debate desde su publicación. Uno de los aspectos más polémicos, sobre todo en España, fue su apoyo incondicional al transporte ferroviario. Para ilustrar sobre su repercusión en el transporte de mercancías por carretera, se incluyen a continuación las críticas que formuló el Departamento de Mercancías del Comité Nacional del Transporte por Carretera:

- De llevarse a cabo las medidas propuestas en el Libro Blanco, los efectos más importantes se harían sentir en los países periféricos, aspecto que debía tenerse muy en cuenta, sobre todo cuando éstas han sido propuestas para solucionar problemas que afectan sobre todo a los países de Europa central.
- En el caso de España, consideraban difícil que las mercancías que actualmente se transportan por carretera pasasen al ferrocarril, principalmente por dos razones: en primer lugar, por tratarse de mercancías de alto valor, que requieren un transporte rápido, flexible y seguro; en segundo lugar, por existir muy pocos polígonos industriales que cuenten con accesos ferroviarios.
- Se calificaba como “*inacceptable*” el planteamiento del Libro Blanco de que la carretera contribuyese a la financiación del ferrocarril.
- En lugar de potenciar artificialmente un modo de transporte incapaz de ofrecer lo que el mercado demandaba (refiriéndose al ferrocarril), proponía una reordenación racional del sector.
- Tampoco se consideraba aceptable el hecho de que, debido a su más difícil implementación (refiriéndose a los coches), se propusiese aplicar la tarificación de infraestructuras únicamente a los camiones, liberando a los coches de esta carga.

- En cuanto a las medidas de inspección y control, proponía la armonización de criterios y sincronización de actuaciones en todos los ámbitos. También se proponía potenciar más la calidad que la cantidad de los controles, ya que consideraban que normalmente se entorpecía el trabajo de los transportistas que actuaban dentro de la legalidad y actuaban con mayor impunidad los ilegales, al ser menos fáciles de controlar.
- En cuanto a los efectos externos del transporte, criticaba que no se evaluaran concienzudamente los costes asociados al ferrocarril. Proponía el fomento de las mejoras tecnológicas de los vehículos para disminuir las afecciones al medio.
- A nivel de infraestructuras insistía en la necesidad de crear un nuevo eje de carretera y ferrocarril para comunicar España con Francia.
- Terminaba defendiendo que la política de tarificación fuera acompañada de inversiones puntuales que justificasen estos gravámenes ante los usuarios (Departamento de Mercancías del Comité Nacional del Transporte por Carretera, 2001).

### **2.2.10. Primer Paquete Ferroviario**

La posición del Consejo Europeo en el primer Paquete Ferroviario se orientaba hacia la completa liberalización del transporte ferroviario, no sólo en la Red Transeuropea de Transporte Ferroviario de Mercancías (*RTTFM*), donde el régimen de competencia era legal desde marzo de 2003, sino que en el 2008, la competencia será posible también en los tráficos domésticos de mercancías, lo que significa que las compañías podrán realizar tráficos de cabotaje en cualquier Estado miembro de la *UE* (*Railway Gazette*, 2003). Estas intenciones se recogieron en el marco legal definido por las tres Directivas que a continuación se describen:

#### **2.2.10.1. Directiva 2001/12/CEE por la que se modifica la Directiva 91/440/CEE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios**

La Directiva (de obligado cumplimiento para marzo de 2003), aparte de dotar de mayor amplitud y concreción a los cuatro objetivos de la Directiva 91/440/CE, introducía importantes modificaciones, entre las que cabe destacar las siguientes:

- La ampliación del contenido relativo a la separación contable de la explotación de los servicios de transporte prestados por las empresas ferroviarias y la administración de la infraestructura, separación que no solamente debía referirse a las cuentas de pérdidas y ganancias sino también a sus respectivos balances, estableciéndose asimismo, la prohibición de transferirse entre sí las ayudas estatales que se abonasen a una de ellas.
- La posibilidad de que los Estados miembros exigieran que dicha separación implicase la existencia de divisiones orgánicas diferenciadas o que la gestión de la infraestructura corriese a cargo de una entidad distinta.
- La introducción de la figura del “Administrador de la Infraestructura”, que puede ser todo organismo o empresa independiente responsable de la implantación y mantenimiento de una infraestructura, del cobro de los cánones por su utilización, así como de la gestión de los sistemas de control y seguridad.
- La asignación a un Órgano Regulador Ferroviario, independiente de toda empresa ferroviaria, de las funciones determinantes para que el acceso a la infraestructura sea equitativo y no discriminatorio en lo que se refiere a la asignación de capacidades, establecimiento de cánones, extensión de licencias de seguridad, etc.
- La concesión a todas las empresas ferroviarias establecidas en los Estados miembros, a excepción de las que se dediquen al transporte urbano, suburbano y regional, de derechos de acceso a una nueva *RTTFM* que define la Directiva, antes del 15 de marzo de 2003 y, después del 15 de marzo de 2008, a toda la red ferroviaria, para la explotación de servicios de transporte internacional de mercancías.

#### **2.2.10.2. Directiva 2001/13/CEE por la que se modifica la Directiva 95/18/CEE sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias**

El objetivo de esta nueva Directiva era generalizar los principios de concesión de licencias a todas las empresas activas del sector, con el fin de garantizar un tratamiento justo, transparente y no discriminatorio a todas las compañías ferroviarias. No obstante, quedan excluidas de su ámbito de aplicación aquellas empresas que prestan servicios de transporte de viajeros urbanos o suburbanos, o en redes locales y regionales aisladas, así como las que explotan servicios regionales de transporte de mercancías o las que desarrollan sus propias operaciones de transporte de mercancías en una red destinada exclusivamente a tal fin.

Asimismo, reiteraba la obligación que tienen los Estados miembros en designar un organismo competente e independiente para conceder las licencias de acceso a la prestación de servicios en la red ferroviaria.

### **2.2.10.3. Directiva 2001/14/CE relativa a la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria, aplicación de cánones por su utilización y certificación de la seguridad**

En esta Directiva se fijaban las competencias del “Administrador de la Infraestructura”, se creaba el “Organismo Regulador” (organismo independiente encargado de velar por la competencia en el mercado de transporte ferroviario), y se establecía el “Certificado de Seguridad” a exigir a las empresas ferroviarias que solicitasen el acceso a la red.

La Directiva incluía los principios y procedimientos para la fijación y percepción de cánones por utilización de infraestructuras ferroviarias y para la adjudicación de capacidad de las mismas. En el año 2002 tenían establecido algún tipo de canon en su red ferroviaria Alemania, Francia, España, Reino Unido, Suecia, Noruega, Dinamarca, Holanda, Portugal e Italia.

La aplicación de los cánones recogidos en esta Directiva iba ligada también a la consecución de la transparencia en materia de costes de infraestructura, algo que no se ha logrado todavía en muchos países. Se comentaba que, para conseguir esta transparencia las compañías gestoras de la infraestructura debían todavía hacer un importante estudio sobre su patrimonio y los gastos que conlleva la explotación del mismo (mantenimiento, gestión del tráfico, energía...).

Otro de los elementos claves del acceso a la infraestructura es la adjudicación de capacidad. Según esta Directiva, la adjudicación de su uso debía priorizarse en función de distintos factores, como el grado de demanda por parte de los operadores o el nivel de saturación de la línea, factores que siguiendo las normas del mercado habían de influir definitivamente en la cuantificación del precio final a pagar.

Este documento incidía en que las posibilidades de acceso a la infraestructura debían ser las mismas para todos los operadores que cumplieren con los requisitos necesarios. La garantía última de la no discriminación recaía en la figura del Organismo Regulador, que debía actuar de forma objetiva e independiente ante cualquier diferencia surgida entre el gestor o propietario de la infraestructura y los operadores (Lamas, 2002).

### Contenidos

La Directiva es aplicable a la infraestructura ferroviaria utilizada por los servicios ferroviarios nacionales e internacionales. Excepciones: redes locales y regionales, las redes reservadas exclusivamente a la prestación de servicios de viajeros urbanos y suburbanos, etc.

El administrador de infraestructuras debe publicar un documento de referencia de la red que debe contener al menos, la siguiente información: características de la infraestructura; condiciones de acceso; principios de tarificación; criterios y normas de adjudicación de capacidad; procedimientos y plazos que han de respetarse.

Los cánones deben ser fijados y percibidos por un organismo de tarificación independiente, generalmente el administrador de infraestructuras cuando no dependa de las empresas ferroviarias.

Define los principios de tarificación: los cánones se abonarán al administrador de infraestructuras, que los destinará a la financiación de sus actividades; el canon de utilización de la infraestructura ferroviaria será, en principio, equivalente al coste generado directamente por la explotación del tren; puede incluirse en el canon una partida que refleje la escasez de capacidad; el canon de utilización podrá ser modificado para incorporar el coste de los efectos sobre el medio ambiente del transporte ferroviario.

Incluye también disposiciones relativas a los sistemas de compensación por los costes medioambientales, accidentes y los costes de infraestructura que no paguen otros modos de transporte, al sistema de mejora del rendimiento y eficiencia, etc.

El derecho a autorizar la utilización de la infraestructura ferroviaria corresponde al administrador de la misma. Los derechos y obligaciones del administrador de infraestructuras y de los candidatos autorizados deben quedar regulados mediante contrato.

La función de adjudicación de la capacidad debe ser encomendada a un organismo independiente, que podrá ser el administrador de infraestructuras cuando sea independiente de toda empresa ferroviaria.

Contempla la creación de una entidad encargada de coordinar la adjudicación de capacidad a lo largo de varias redes en el ámbito internacional. En el marco de esta colaboración se prevé la creación de franjas de precios armonizadas para las relaciones internacionales.

Una empresa ferroviaria y un administrador de infraestructuras pueden llegar a un acuerdo marco. Los acuerdos marco, cuya vigencia no puede exceder de cinco años, no deben suponer una discriminación para el resto de empresas.

El administrador de infraestructuras debe atender, en la medida de lo posible, todas las solicitudes de capacidad. Cuando no pueda responder favorablemente a todas las solicitudes de capacidad, ha de declarar la sección de que se trate “infraestructura congestionada” y llevar a cabo un análisis de capacidad para determinar las causas y proponer soluciones alternativas.

### Canon e interoperabilidad

Puesto que el canon es un elemento importante de la explotación de la red ferroviaria según el nuevo modelo ferroviario, su implantación debe realizarse velando por la interoperabilidad entre redes. Por ello, entre las tareas que se plantean está definir, en la medida de lo posible, un método único de cálculo del canon por la utilización de la infraestructura, aplicable en toda Europa, aunque teniendo en cuenta que las cifras podrían variar de unos países a otros, dependiendo del nivel de los costes y de las contribuciones del Estado.

Para conseguir un sistema de tarificación interoperable, la Directiva 2001/14/CE obligaba a los gestores de infraestructura a cooperar entre sí para garantizar la competitividad en la operación de los servicios ferroviarios que atravesen más de un país, y potenciar el uso eficiente de la *RTTFM* (Lamas, 2002).

Queda claro pues que el concepto de interoperabilidad enlaza con el canon de acceso a la infraestructura, puesto que el canon debe facilitar el tráfico internacional de mercancías por ferrocarril en los grandes ejes ferroviarios, basándose en unas tarifas armonizadas y transparentes.

Por otro lado, el establecimiento de un sistema homogéneo para la fijación del canon ferroviario en los distintos países contribuirá a permitir un acceso equitativo de los operadores a la infraestructura y ayudará a conseguir transparencia a la hora de su establecimiento. La situación en 2002 era que, si bien las distintas Directivas ferroviarias establecían la necesidad de fijar un precio por el uso de la infraestructura y otorgaban al gestor de infraestructura la responsabilidad de fijarlo, no existía uniformidad entre las fórmulas de cálculo de este precio en los diferentes países, lo cual va en detrimento de la interoperabilidad y, consecuentemente, de la eficiencia del sistema de transportes.

### **2.2.11. Propuesta de Directiva por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras**

Dentro de las medidas propuestas por la CE para armonizar los sistemas de tarificación de las infraestructuras de transporte, en 2003 hizo una propuesta de Directiva (CE, 2003a) relativa a la tarificación del transporte por carretera. Dicha propuesta trataba de establecer unas cargas que reflejasen mejor los costes que el transporte por carretera ocasiona (tanto en la propia infraestructura como en el entorno) que la Euroviñeta, que era fija para cada tipo de vehículo.

Los costes que pretendía imputar a los vehículos pesados eran:

- Costes totales de infraestructura: son los costes básicos del marco tarifario propuesto. En los costes totales se incluyen los costes de inversión (amortización e intereses sobre el capital invertido), explotación y mantenimiento (ocasional y periódico).
- Costes de accidentes: costes médicos y materiales no cubiertos por los seguros y que debe sufragar la seguridad social o la sociedad en su sentido más amplio (pérdida de inversión humano, etc.).
- Costes externos medioambientales y congestión.

Se subrayaba el hecho de que el sistema impositivo que se proponía no tiene porqué traducirse en un incremento de las cargas, sino que los nuevos peajes podían sustituir total o parcialmente a los anteriormente establecidos (por ejemplo, al impuesto anual de circulación), que normalmente no están basados en los costes del transporte.

La propuesta de Directiva sugería la posibilidad de que los Estados miembros variasen los peajes según diferentes factores:

- Distancia recorrida
- Localización, ya que influye por ejemplo, en el índice de siniestralidad (que difiere entre zonas urbanas y rurales) y en los costes de mantenimiento (que aumentan con las condiciones invernales más duras).
- Tipo de infraestructura: su tipología influye en sus gastos de mantenimiento, en la velocidad a la que se circula, etc.
- Características del vehículo: carga por eje y tipo de suspensión (que influyen en el deterioro de la carretera), emisiones (según las normas EURO que la propuesta recoge) y contribución a la congestión (cuanto mayor es un vehículo, mayor es su contribución a la congestión).
- Nivel de congestión.

Así pues, sin aumentar la carga global de los impuestos y tasas sobre el sector del transporte por carretera, las tasas por el uso de infraestructuras brindan la posibilidad de una mayor diferenciación en función del tipo de vehículo, el momento y el lugar, con lo que se tienen en cuenta con más precisión los costes según las distintas situaciones.

Otra innovación que introduce la propuesta es que, mientras que el régimen comunitario vigente contemplaba únicamente los camiones de un mínimo de 12 toneladas, la Directiva que se proponía era de aplicación a todos los camiones de más de 3,5 toneladas.

En cuanto a las carreteras en las que se aplicarían las cargas propuestas, se hacía referencia a la red transeuropea de carreteras, así como cualquier otra carretera a la que pudiera desviarse el tráfico de dicha red (trazados alternativos).

### Objetivos y estrategias

El marco regulador propuesto por la Comisión Europea (CE, 2003b) tenía por objetivos y estrategias fundamentales:

- Reflejar mejor los costes. La legislación vigente sólo mantenía una relación aproximada con los daños causados a las infraestructuras, la congestión o el riesgo de accidente. Los Estados miembros que decidiesen aplicar este sistema de tasas sobre las carreteras podrían compensar la introducción de peajes mediante la reducción o incluso la exención del impuesto anual de circulación de vehículos.
- Mejorar la calidad del servicio ofrecida. Los ingresos de las tasas sobre las infraestructuras debían beneficiar al sector de los transportes. En algunos casos, estos ingresos deberían poder contribuir a la financiación de mejoras en la red de carreteras.
- Permitir las financiaciones cruzadas dirigidas a la construcción de infraestructuras en las zonas sensibles. La propuesta de Directiva permitía que los Estados miembros aumentasen los peajes (hasta un 20%) por el uso de carreteras localizadas en zonas especialmente sensibles, especialmente en las regiones montañosas. Estos aumentos se debían destinarse a financiaciones cruzadas para cubrir los costes de inversión de otras infraestructuras de transporte de alto interés europeo, más concretamente de infraestructuras ferroviarias. La construcción de estas últimas se consideraba cada vez más necesaria debido a la densidad y el crecimiento del tráfico en estas zonas.

- Con la propuesta de Directiva se pretendía también establecer una reglas comunes para todos los países de la *UE* y evitar así las distorsiones dentro del mercado interior que pueden originarse si algunos Estados miembros aprovechan su situación geográfica estratégica para obtener con los peajes ingresos extraordinarios.

Este documento generó en España la oposición de importantes sectores del transporte por carretera, cuyas reacciones fueron la propuesta por parte de la patronal del sector y del Ministerio de Fomento de elaboración de un estudio para demostrar que el transporte por carretera pagaba más vía impuestos que el coste que generaba por el uso de las infraestructuras, y el rechazo a todo tipo de tasa adicional para financiar las infraestructuras (sobre todo las subvenciones cruzadas para el ferrocarril) por parte de la Confederación Española de Transporte de Mercancías (*CETM*) y de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales de Transporte por Carretera (*Conetrans*).

#### Método de cálculo e imputación de costes

A continuación se repasan las líneas generales de la metodología en la que se basaba la aplicación de la propuesta de Directiva sobre la tarificación de infraestructuras para vehículos pesados (CE, 2003a):

##### *Costes de infraestructura*

Proponía deducirlos de las cuentas nacionales o de las cuentas de los gestores de infraestructuras. Los dividía en:

- Costes de inversión: incluyen la amortización y un tipo de interés apropiado sobre el capital invertido. Para su imputación proponía la siguiente fórmula:

$$\text{Coste unitario de las inversiones (EUR/v-km)} = \text{Anualidades de amortización de la inversión y de los intereses del capital invertido} * \text{cuota del tráfico de cada tipo de vehículo} / \text{vehículo} * \text{km recorridos por dicha categoría de vehículos} \quad (1)$$

- Costes de operación de la infraestructura: proponía estimarlos a partir de la media de los gastos anuales de mantenimiento y explotación a lo largo de cinco años, e imputarlos en proporción a los veh-km anuales de cada categoría, ponderados con un factor de

equivalencia. Este factor de equivalencia tiene en cuenta la contribución de cada categoría de vehículo a estos costes (en función de su peso, suspensión y número de ejes).

$$\text{Coste unitario de la infraestructura (EUR/v-km)} = \text{Gastos anuales de mantenimiento y explotación} * \text{cuota del tráfico por categoría de vehículo ponderada con el factor de equivalencia} / \text{vehículo} * \text{km por categoría} \quad (2)$$

Los factores de equivalencia propuestos en función del tipo de vehículo<sup>4</sup> eran los siguientes:

PESO TOTAL (t)	PESO MÁXIMO POR EJE (t)	CLASE DE VEHÍCULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA	
			Mantenimiento estructural	Mantenimiento periódico
< 3,5	0,5	Automóviles	0,0001	1
3,5 - 7,5	5,5	Clase 0	1,46	3
> 7,5	6,5	Clase I	2,86	3
> 7,5	7,5	Clase II	5,06	3
> 7,5	8,5	Clase III	8,35	3

*Nota: la propuesta de Directiva define mantenimiento estructural como aquél que se realiza ocasionalmente, como la renovación del firme, el refuerzo de las obras de fábrica y la reparación de la plataforma. Imputa los costes de este mantenimiento directamente al tráfico en función de la carga por eje según el principio de la cuarta potencia.*

*En cuanto al mantenimiento periódico, se refiere al que se realiza con una frecuencia anual, y que puede incluir la señalización horizontal, la limpieza de cunetas, mantenimiento invernal, etc. Asigna su coste a los usuarios en función de la intensidad de tráfico y su composición.*

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Comisión Europea (2003a) y Kraemer et al (2003)

**Tabla 3. Costes de daño a la infraestructura. Factores de equivalencia**

La Tabla 3 muestra que los automóviles tienen una responsabilidad despreciable en los costes de mantenimiento estructural y menor que los vehículos pesados en el periódico. Los costes de mantenimiento estructural comienzan a ser significativos para los vehículos de más de 3,5 t de peso, creciendo con la clase de vehículo.

<sup>4</sup> Ejemplos clásicos de vehículos pesados son los de la Clase III: autobús de 2 ejes (20 t de peso máximo aproximado –PMA.– y unas 9 t/eje), autobús de 3 ejes (28 t de PMA. y unas 9 t/eje), vehículo articulado de 4 ejes (38 t de PMA. y unas 9,5 t/eje) y el vehículo articulado de 5 ejes (40 t de PMA. y unas 8 t/eje).

En el caso de que la contabilidad del gestor de la infraestructura no permita distinguir entre los anteriores capítulos de gastos, proponía asignar a los de mantenimiento periódico el 20% del total de los gastos de mantenimiento.

#### *Costes de los accidentes*

Única externalidad incluida en esta propuesta metodológica, se proponía su imputación según el riesgo asociado a cada tipo de vehículo en implicarse en un accidente. Al coste imputado (obtenido a partir de un estudio, o mediante la aplicación de un valor medio) se le sustrae la prima de seguro por tipo de vehículo. Sugería diferenciar esta carga según se tratase de autopistas, resto de vías interurbanas y vías urbanas.

$$\text{Coste unitario externo de los accidentes por tipo de infraestructura (EUR/v-km)} = \text{Sumatorio de: } ((\text{coste por cada tipo de accidente} * \text{número de accidentes de ese tipo}) - \text{primas de seguros}) / \text{vehículo} * \text{km} \quad (3)$$

En caso de no disponer de estudios de costes adecuados, se proponían los siguientes valores medios: 1.000.000 EUR/accidente mortal, 135.000 EUR/herido grave y 15.000 EUR/herido leve (CE, 2003a).

### **2.2.12. Segundo Paquete Ferroviario**

Con el fin de impulsar la aplicación del primer paquete ferroviario y de completar algunas lagunas que presentaban los marcos jurídico y técnico para acelerar la creación de un espacio ferroviario integrado, la CE propuso una serie de medidas que constituyeron el llamado “Segundo Paquete Ferroviario”, aprobado por el Consejo y el Parlamento Europeo en abril de 2004.

Las medidas propuestas tenían como objetivo principal revitalizar los ferrocarriles, reforzando la seguridad ferroviaria y la interoperabilidad, así como acelerar la apertura del mercado del transporte ferroviario de mercancías. Este segundo paquete contenía tres Directivas, analizándose a continuación las relacionadas más directamente con la liberalización del mercado de transporte ferroviario:

### **2.2.12.1. Directiva 2004/49/CE sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican las Directivas 95/18/CE y 2001/14/CE**

En esta Directiva se definen los elementos esenciales de los sistemas de seguridad ferroviaria para los administradores de infraestructuras y para las empresas ferroviarias.

Establece asimismo un procedimiento claro para la concesión, contenido y validez de los certificados de seguridad que todas las empresas ferroviarias deberán poseer para poder circular por la red europea.

Con el fin de vigilar y regular la seguridad ferroviaria, cada Estado miembro deberá crear una autoridad responsable de la seguridad, que será independiente en su organización, estructura y toma de decisiones legales de cualquier empresa ferroviaria, administrador de infraestructura y solicitante.

### **2.2.12.2. Directiva 2004/51/CE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican las Directivas 91/440/CE y 2001/12/CE**

Se justifica la promulgación de esta Directiva por el hecho de que el proceso de liberalización del transporte de mercancías por ferrocarril se encontraba muy retrasado.

Según este documento, todas las empresas ferroviarias establecidas y autorizadas tienen derecho de acceso a toda la red ferroviaria para los servicios nacionales (cabotaje) e internacionales de transporte de mercancías por ferrocarril, revocándose la idea de limitar el acceso a los servicios internacionales de transporte de mercancías por ferrocarril a la *RTTFM*, limitación que debía mantenerse solamente hasta la fecha de apertura del mercado en toda la red.

Las fechas que fijaba para la apertura a la competencia del transporte de mercancías por ferrocarril fueron el 1 de enero de 2006 para el transporte internacional y el 1 de enero de 2007 para el transporte nacional (cabotaje).

### **2.2.13. Tercer Paquete Ferroviario**

El “Tercer Paquete Ferroviario” pretende seguir avanzando en el proceso de configuración del espacio ferroviario europeo integrado, ampliado a 25 Estados miembros, e iniciar el proceso de liberalización del transporte de viajeros, tanto en el ámbito intracomunitario como comunitario. Por otra parte, entre sus objetivos figuran asimismo, la formación del personal de conducción de los trenes, la mejora de la calidad del transporte de mercancías y la protección de los derechos de los viajeros en los servicios internacionales. Propone cuatro nuevos documentos (dos Directivas y dos Reglamentos). Se describen a continuación los más relacionadas con la liberalización del mercado de transporte por ferrocarril.

#### **2.2.13.1. Propuesta de Directiva modificando la Directiva 91/440/CE relativa al desarrollo de los ferrocarriles comunitarios**

La apertura del mercado para los servicios internacionales de transporte de viajeros (prevista en esta propuesta para el año 2010) presenta dificultades en su aplicación en aquellos tramos en que los servicios internacionales coincidan con relaciones ferroviarias que ya sean objeto de un contrato de servicio público con derechos en exclusiva. Por ello, la propuesta aboga por una solución que permita compatibilizar los principios de libertad de acceso a las redes para los servicios de transporte internacional por una parte, y de competencia regulada para aquellos servicios objeto de un contrato de servicio público por otra. Como solución se propone contemplar la posibilidad de que los Estados miembros puedan limitar este acceso si existe un contrato de servicio público para un servicio concreto.

Conviene matizar que la limitación a la que se ha hecho referencia no pretende restringir el derecho de tomar o dejar viajeros entre dos estaciones situadas sobre un trayecto de un servicio internacional situadas en un mismo Estado miembro, salvo en el caso de que sea estrictamente necesario con el fin de mantener el equilibrio económico del servicio definido en el contrato de servicio público y siempre que se cuente con el informe favorable del Organismo de Control que contempla la Directiva 2001/14/CE (CE, 2004a).

### **2.2.13.2. Propuesta de Directiva relativa al certificado de los conductores de locomotoras y trenes asignados al transporte de viajeros y de mercancías en la Comunidad**

Trata sobre la titulación de los maquinistas, la cual será un elemento imprescindible para que la empresa ferroviaria pueda obtener el certificado de seguridad que le permita circular sobre una infraestructura (CE, 2004b).

### **2.2.14. Directiva 2006/38/CE por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras**

La Propuesta de 2003 sobre el pago por el uso de las carreteras para los vehículos pesados se materializó en Directiva en 2006. Comienza este documento haciendo un balance de la situación y enumerando los objetivos básicos que persigue la nueva Directiva:

- La eliminación de las distorsiones de la competencia entre las empresas de transporte de los Estados miembros, el buen funcionamiento del mercado interior y el aumento de la competitividad exigen la creación de mecanismos equitativos de imputación de los costes de utilización de las infraestructuras a los transportistas. Se ha alcanzado ya cierto grado de armonización gracias a la Directiva 1999/62/CE.
- Para fomentar unas condiciones de transporte sostenibles en la *UE*, es esencial una tarificación más equitativa por la utilización de la infraestructura de carreteras, basada en el principio de «quien utiliza paga» y en la capacidad de aplicación del principio «quien contamina paga», a través, por ejemplo, de la variación de los peajes, a fin de tomar en cuenta el comportamiento medioambiental de los vehículos.
- Es necesaria una disposición específica que evite toda ambigüedad en lo que respecta a la definición de los costes por la puesta a disposición de las carreteras, para lo cual la presente Directiva incluye un glosario de los mismos.

- La Directiva es de aplicación en la red transeuropea de carreteras, pero también reconoce a los Estados miembros la posibilidad de aplicar peajes y/o tasas en otras carreteras. En cualquier caso, los peajes o tasas introducidas no deben ser discriminatorios con respecto al tráfico internacional, ni dar lugar a distorsiones de la competencia entre operadores.
- Los peajes deben basarse en el principio de recuperación de los costes de infraestructura.
- El hecho de que el usuario pueda tomar decisiones que influyan en el importe del peaje que debe abonar eligiendo los vehículos menos contaminantes y los itinerarios o los períodos de menor congestión es un elemento importante de un sistema de tarificación. Conviene, por consiguiente, que los Estados miembros puedan diferenciar los peajes en función de la categoría de emisiones a la que pertenezca el vehículo (clasificación EURO), la importancia de los daños que el vehículo cause a las carreteras, el lugar, el momento y el nivel de congestión. Esta diferenciación del nivel de los peajes debe ser proporcionada respecto al objetivo perseguido.
- En caso de que los Estados miembros apliquen peajes o tasas por la utilización de carreteras de la red transeuropea, conviene que se dé la debida prioridad, en los planes de mantenimiento de los Estados miembros, a dichas carreteras. Los ingresos procedentes de peajes o tasas deben utilizarse para el mantenimiento de la infraestructura de que se trate y en beneficio del sector del transporte en su conjunto.
- Debe prestarse especial atención a regiones de montaña como los Alpes y los Pirineos. La puesta en marcha de nuevos proyectos de importantes infraestructuras ha fracasado a menudo por la falta de los recursos financieros excepcionales necesarios. En tales regiones, se podría disponer, por consiguiente, que los usuarios pagasen un recargo para financiar proyectos esenciales para la UE, incluidos los que supongan el uso de un modo de transporte distinto en el mismo corredor (financiación cruzada).
- El cobro de las tasas o peajes debe implicar formalidades excesivas o crear obstáculos en las fronteras interiores.

- Con el fin de garantizar una aplicación coherente y armonizada del sistema de tarificación de las infraestructuras, la Directiva establece una serie de principios fundamentales para el cálculo de los costes a incluir en las tasas y peajes.
- Por último, y con el objetivo de poder aplicar plenamente en el futuro el principio de “quien contamina paga” a todos los modos, propone desarrollar un sistema de cálculo de costes externos uniforme, transparente y comprensible para los usuarios, como base del futuro marco de tarificación de infraestructuras.

En definitiva, la Directiva se basaba en los principios y objetivos ya recogidos en la Propuesta modificando, entre otros, los siguientes puntos:

- Incluye el importe mínimo de las tasas anuales según las emisiones y número de ejes del vehículo.
- Límites de emisión según normas EURO.
- Clasificación de los vehículos según su contribución a los costes de la infraestructura (reparaciones estructurales, inversión y mantenimiento anual).

## 2.3. **NORMATIVA ESPAÑOLA**

En este apartado se hace un repaso a la evolución de la normativa española en materia de transporte ferroviario, haciendo especial hincapié en los aspectos relacionados con la liberalización de este sector del transporte.

### 2.3.1. **Ley 16/1987 de Ordenación de los Transportes Terrestres. Transporte ferroviario**

La Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (*LOTT*), junto con su Reglamento, aprobado por el Real Decreto (*RD*) 1211/1990, constituyen el punto de partida del marco legal vigente en el sistema ferroviario español, y definen el régimen jurídico de *RENFE* (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles), desarrollado posteriormente en el Estatuto de 1994, el cual ha ido modificándose para adaptarse a la política común de ferrocarriles de la *UE*.

En líneas generales, la *LOTT* (Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987a) trata de conciliar las reglas de mercado y los intereses privados de los operadores de transporte con un cierto intervencionismo administrativo (Izquierdo, 2001b).

En cuanto al sistema de transporte ferroviario, la *LOTT* define la Red Nacional Integrada de Transporte Ferroviario como soporte básico del transporte ferroviario en España. La responsabilidad de esta red se encomienda a la Administración del Estado, en régimen de gestión directa, a través de la Sociedad Estatal *RENFE* (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles). A la compañía ferroviaria estatal se le otorga una cierta autonomía de gestión (la *LOTT* define a *RENFE* como una sociedad estatal, contando por lo tanto con personalidad jurídica independiente del Estado y plena capacidad para el desarrollo de sus actividades), estableciéndose a su vez mecanismos de control por parte de la Administración. Los servicios de transporte a prestar se planifican a través de contratos-programa y contratos de servicio público, para lo cual se establecen subvenciones.

En la *LOTT* se encomienda de forma exclusiva a *RENFE* la explotación de los servicios ferroviarios en la mayor parte de la red, lo que limita el acceso de otros operadores, aspecto que deberá ser transformado con posterioridad para adaptarse a la normativa comunitaria.

### **2.3.2. Estatuto de *RENFE* aprobado por *RD 121/1994***

El Estatuto de *RENFE* aprobado por *RD 121/1994* incorpora los principios básicos que contenía la Directiva 91/440/CE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios. Las funciones que este documento encomienda a la empresa ferroviaria estatal son (Izquierdo, 2001b):

- Administración de la infraestructura ferroviaria.
- Explotación de los servicios de transporte ferroviario.
- Construcción de nuevas líneas encomendadas por el Estado.

Otro de los contenidos fundamentales del Estatuto se refiere al establecimiento de los contratos-programa para regular las relaciones Estado-*RENFE* y mejorar la gestión empresarial y la situación financiera de la compañía ferroviaria. Para ello, se fijan de forma precisa los compromisos y contraprestaciones de cada una de las partes implicadas: el Estado como propietario de la infraestructura y *RENFE* como operador de servicios de transporte. Por otro lado, *RENFE* asumió también la gestión de la infraestructura por cuenta del Estado.

En el Estatuto se otorga a *RENFE* la competencia para establecer las tarifas, que deben ser supervisadas por el Ministerio en los casos de cercanías y regionales.

En cuanto a la organización de *RENFE*, el Estatuto propone su división en Unidades de Negocio Especializado (luego pasaron a denominarse simplemente “Unidades de Negocio” –*UN*-) dotadas de mayor autonomía de gestión para poder adaptarse así mejor a las exigencias del mercado y ayudar a clarificar las cuentas internas de la empresa. Las *UN* nacen a partir de cada una de las actividades de la empresa, especializándose para ello en una actividad concreta. Surgen así la *UN* de Circulación (dedicada al control del tráfico ferroviario), la *UN* de Cercanías (encargada de los servicios de transporte en las principales áreas metropolitanas), la *UN* de Mantenimiento de Infraestructura (dedicada al mantenimiento y renovación de la red), etc. Para el funcionamiento de *RENFE*, las distintas *UN* se prestan servicios entre ellas, para lo cual se establecen las correspondientes tarifas internas. Por último, para contribuir al proceso de saneamiento financiero, las mencionadas *UN* llevan contabilidades separadas, lo que permite evaluar sus resultados económicos de forma independiente.

### **2.3.3. Creación del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (*GIF*)**

De cara a alcanzar la separación entre la gestión de la infraestructura y la prestación de los servicios de transporte impuesta por la normativa de la *UE*, aparece (por la Ley 13/1996 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social) un nuevo ente en el marco ferroviario español: el *GIF*, que se define como una entidad de derecho público que actúa en régimen de empresa mercantil (entidad pública empresarial). Las funciones

encomendadas al *GIF*, cuyo Estatuto fue aprobado por el *RD* 613/1997, fueron (Izquierdo, 2001b):

- Construcción de las nuevas infraestructuras que le asigne el Gobierno.
- Posibilidad de asignarle la explotación y gestión de dichas infraestructuras.
- Posibilidad de asignarle la administración de infraestructuras preexistentes.

Su estatus de entidad pública empresarial le permite financiar sus actividades recurriendo al endeudamiento o con actuaciones mercantiles, como el establecimiento y comercialización de redes propias de telecomunicaciones (Izquierdo, 2001b).

#### **2.3.4. Creación de la Dirección General de Ferrocarriles (DGF)**

Este organismo, que existía con anterioridad con el nombre de Dirección General de Infraestructuras del Transporte Ferroviario, fue reestructurado con los *RD* 690/2000 y 1475/2000, que le dio su nombre actual y le asignó las siguientes funciones:

- Elaboración de estudios, planificación, proyectos y construcción de infraestructuras ferroviarias.
- Ordenación e inspección de servicios ferroviarios.
- Seguimiento de los resultados de *RENFE* y *FEVE* (Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha) y de los contratos-programa.

Una de sus funciones en la adaptación al nuevo modelo ferroviario liberalizado que propone la normativa comunitaria ha sido establecer el marco de referencia para la creación del Organismo Regulador (Izquierdo, 2001b).

#### **2.3.5. Ley 39/2003 del Sector Ferroviario**

La Ley del Sector Ferroviario (*LSF*, -Ministerio de Fomento, 2003b-) incorpora al Derecho español las tres Directivas incluidas en el primer paquete ferroviario. Tiene como objetivos fundamentales reordenar por completo el sector ferroviario estatal, sentar las bases que permitan la progresiva entrada de nuevos operadores y regular la

apertura a la competencia del transporte ferroviario de mercancías. Las medidas más significativas que establece la *LSF* son las siguientes:

- Establece una separación clara entre las actividades de administración de infraestructura y de transporte ferroviario, que deben ser realizadas en lo sucesivo de forma totalmente independiente.
- Regula el acceso de las empresas ferroviarias al mercado del transporte de viajeros y de mercancías, así como el régimen de adjudicación de las correspondientes licencias ferroviarias, previo cumplimiento de una serie de requisitos.
- Crea, a partir de las actuales *UN* de *RENFE* dedicadas a la realización del transporte ferroviario, la entidad pública empresarial *RENFE-Operadora*, que tendrá como objeto prestar servicios de transporte ferroviario de viajeros y de mercancías.
- Regula las competencias de la Administración General del Estado en el sector ferroviario, atribuyendo al Ministerio de Fomento importantes funciones relativas a la planificación estratégica, la ordenación del sector ferroviario y la regulación del sistema así como la inspección de los transportes y de las empresas ferroviarias.
- Abre a la competencia los servicios de transporte nacional de mercancías, que pueden ser prestados a partir de la fecha de entrada en vigor de la Ley por aquellas empresas ferroviarias que dispongan de la necesaria capacidad de red, así como del certificado de seguridad correspondiente (Ministerio de Fomento, 2003b). Con la *LSF* se crean las siguientes figuras:

#### **2.3.5.1. Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (*ADIF*)**

Entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Fomento que resulta de la fusión entre la entidad pública *RENFE* (recursos humanos y materiales dedicados a la gestión de la infraestructura ferroviaria) y el *GIF*. Goza de personalidad jurídica propia, plena capacidad para obrar y patrimonio propio. El personal y el material de *RENFE* vinculados a la prestación del servicio ferroviario pasa a la nueva entidad pública

*RENFE-Operadora*, prestadora de servicios de transporte ferroviario. Sus principales funciones y competencias son:

- Administración de la red ferroviaria, que incluye aspectos como el control del tráfico ferroviario, la elaboración de la declaración sobre la red (documento que describe las características, capacidad y condiciones de acceso a la infraestructura ferroviaria), la gestión de la capacidad y el cobro del canon a los operadores ferroviarios por la utilización de la red ferroviaria de interés general y por la prestación de servicios auxiliares.
- Aprobar proyectos y acometer las obras que en ellos figuran; estas actuaciones deben estar englobadas en la red ferroviaria de interés general. Puede acometer directamente la construcción de infraestructuras o encomendarlas mediante un proceso de licitación.
- En cuanto a su patrimonio, la *LSF* adscribe al *ADIF* las líneas anteriormente encomendadas al *GIF* (71% de las inversiones de *AV*), así como la línea Madrid-Sevilla y las *UN* de *RENFE* asociadas a la infraestructura. Por su parte, el Estado recibe las líneas que explotaba *RENFE*, con la excepción de la línea de *AV* Madrid-Sevilla, que pasan a ser administradas también por el *ADIF*, por cuenta del Estado.

Como criterio fundamental de funcionamiento de este nuevo ente público, y teniendo en cuenta las normas *SEC* (Sistema Europeo de cuentas) -95 (CE, 1996), el Ministerio de Fomento considera que para que el *ADIF* sea viable, sus cuentas no deben consolidar con las de los Presupuestos Generales del Estado, para lo cual ha de clasificarse como Sociedad No Financiera, lo que requiere que sus ingresos comerciales sean superiores al 50% de sus costes de producción (sin incluir gastos financieros).

### **2.3.5.2. *RENFE-Operadora***

Entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Fomento, cuenta con personalidad jurídica propia, plena capacidad de obrar y patrimonio propio. Como función principal se le atribuye la prestación de servicios de transporte ferroviario de mercancías y de viajeros.

En el plazo de seis meses desde la entrada en vigor de la *LSF* se le obliga a cumplir las exigencias establecidas en la misma y solicitar la correspondiente licencia para la realización de transporte por ferrocarril. Se incorporan a su patrimonio todos los bienes muebles e inmuebles de *RENFE* necesarios para la prestación del servicio de transporte ferroviario. Se le atribuye la posibilidad de transformar sus *UN* en sociedades anónimas.

Se entiende que cuenta con el personal habilitado y con el material homologado desde la fecha de entrada en vigor de la ley. Sin perjuicio de ello, en el plazo de dos años, debe proceder a la habilitación del personal y a la homologación del material en la forma establecida por la *LSF*.

### **2.3.5.3. Regulador Ferroviario**

Integrado en el Ministerio de Fomento, se crea un regulador ferroviario denominado Comité de Regulación Ferroviaria, que actuará de oficio o a instancia de la parte interesada. Las resoluciones que dicte serán vinculantes, y recurribles únicamente ante el Ministerio de Fomento.

Entre sus funciones destaca la de salvaguardar la pluralidad de la oferta en la prestación de servicios ferroviarios y velar por su prestación en condiciones objetivas, transparentes y no discriminatorias; garantizar la igualdad entre empresas públicas y privadas en las condiciones de acceso al mercado en los referidos servicios; resolver los conflictos entre el *ADIF* y las empresas ferroviarias en materia de otorgamiento y uso del certificado de seguridad y de las obligaciones que éste comporte, e informar a la Administración del Estado y a las Comunidades Autónomas que lo requieran en materia ferroviaria (Del Val, 2003).

#### **2.3.5.3.1. Canon por la utilización de las infraestructuras ferroviarias**

Como medida indispensable para la correcta implantación y adecuado funcionamiento del nuevo modelo ferroviario, la *LSF* crea y regula los diversos cánones por utilización de las infraestructuras ferroviarias y estaciones, así como las nuevas tasas por el

otorgamiento de licencias ferroviarias y autorizaciones, certificados de seguridad, de homologación de material, de centros de formación, etc.

La Ley subraya el hecho de que en el establecimiento del canon debe respetarse la igualdad, transparencia y no discriminación entre los operadores. Para potenciar el uso eficaz de las redes de transporte, la *LSF* considera adecuado el reducir la cuantía del canon ferroviario en función de los costes medioambientales, de accidentes e infraestructura que la carretera no paga. Por último, también propone la inclusión en el canon de factores que reflejen la congestión, la innovación en los servicios de transporte y la utilización de líneas infrautilizadas.

#### **2.3.5.3.2. Estructura del canon**

La estructura del canon ferroviario propuesto incluye el canon por la utilización de la Red Ferroviaria de Interés General y por la prestación de servicios auxiliares:

- Canon de acceso: por el derecho de utilización
- Canon por reserva de capacidad: por la puesta a disposición del trayecto solicitado
- Canon de circulación: por la utilización efectiva de la capacidad reservada
- Canon por tráfico: por el tráfico producido sobre la infraestructura ferroviaria
- Cánones por la utilización de otras instalaciones y servicios auxiliares.

#### **2.3.5.3.3. Cuantificación del canon**

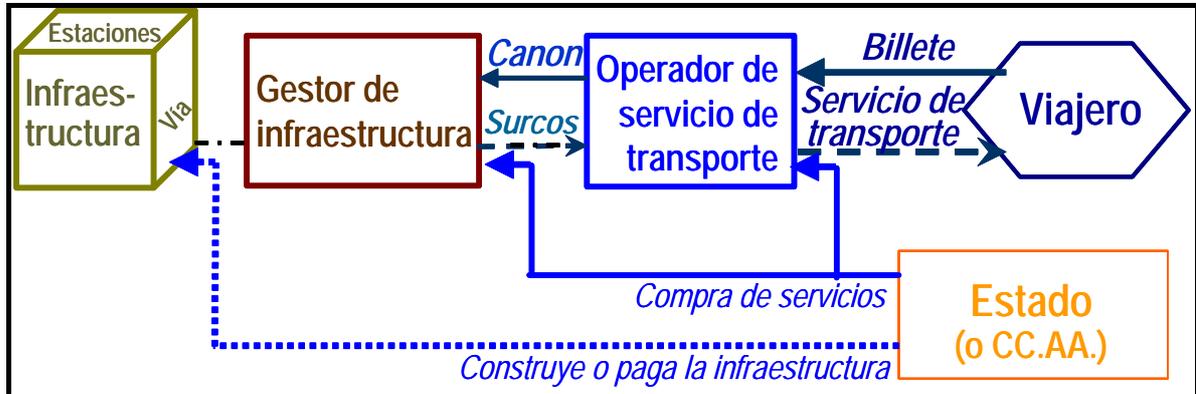
La *LSF* no establece las cuantías a pagar por el canon ferroviario, aunque ya se había realizado el estudio económico que las fijaba. Dicho estudio estaba incluido en la Memoria Económica del Anteproyecto de Ley del Sector Ferroviario (*MEALSF*, Ministerio de Fomento, 2001). Es de resaltar el hecho de que en la *MEALSF* el canon se fija para salvaguardar la viabilidad económico-financiera tanto de *RENFE-Operadora* como de *ADIF* en un horizonte de 25 años (2001-2025), es decir, que independientemente de los costes considerados, las cuantías finales se han modulado para hacer viables ambas entidades.

En el caso del gestor se han tenido en cuenta además las normas *SEC-95* (CE, 1996). Los ingresos del *ADIF* proceden del canon por uso de la infraestructura (tráfico y estaciones), gestión de las infraestructuras de telecomunicaciones, patrimonio, servicios informáticos y estaciones comerciales. En cuanto a gastos, se han considerado los de Mantenimiento, Circulación y Generales (resto de servicios, incluyendo también los asociados a telecomunicaciones, patrimonio, servicios informáticos y estaciones comerciales).

Para dar una idea de la magnitud de estos conceptos, se incluyen a continuación algunos datos sobre las previsiones de explotación de la línea Madrid – Sevilla en el escenario integrado (explotación conjunta con otras líneas de *AV*), sobre los cuales se basa la memoria económica:

- Los gastos de mantenimiento pasan de 4,892 céntimos de EUR/tren-km a 3,997 céntimos de EUR/tren-km en 25 años (de 2001 a 2025). La reducción de gastos se justifica por la explotación integrada de la línea Madrid-Sevilla con la línea Madrid-Barcelona y por una mejora en los gastos de mantenimiento en los que incurre el gestor. Respecto a los gastos de mantenimiento por kilómetro de línea, se estima una reducción de 84.140 EUR/km a 66.110 EUR/km.
- Los ingresos anuales en concepto de canon por el uso de la infraestructura se calcularon a partir de la capacidad contributiva del operador ferroviario, a través de un porcentaje de su resultado operativo anual, considerando sus inversiones en material móvil, ingresos y gastos de explotación y una rentabilidad satisfactoria de su inversión, TIR sobre recursos propios del 8%. Se estima que los ingresos anuales se reparten entre un 65% en concepto de canon por uso de infraestructura y un 35% procedente del canon por estaciones (este reparto fue el utilizado también por el *GIF* en los estudios realizados en las principales líneas de Alta Velocidad –*AV*-).
- Se considera que las únicas líneas en las que se puede obtener una cierta rentabilidad, y por ello aspirar a financiar parte de la inversión (amortización y gastos financieros) son Madrid-Levante y Madrid-Figueras. En el resto de las líneas únicamente se aspira a cubrir los gastos operativos, debido a su menor rentabilidad.

En la Figura 2 se representa esquemáticamente el flujo económico general de bienes y servicios en el sector ferroviario español de acuerdo con el modelo establecido en la LSF.



*La definición de un surco consiste en asignar a un tramo de una línea un horario determinado, de tal forma que el operador al que se le asigne dicho surco tendrá el derecho de hacer circular su tren en dicho tramo, según el horario acordado (consumiendo la correspondiente capacidad de transporte de la infraestructura ferroviaria). Es una forma de gestionar la capacidad de la infraestructura ferroviaria.*

Fuente: Fernández y García (2005)

**Figura 2. Esquema del flujo de bienes y servicios en el sector ferroviario**

## 2.4. APLICACIONES DEL CANON FERROVIARIO

Se describe la evolución en materia de liberalización del transporte ferroviario en general y tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria en particular en algunos países de la UE y Suiza.

### 2.4.1. Introducción

Como punto de partida para luchar contra la pérdida de competitividad del ferrocarril en Europa y potenciar su recuperación se tomó la reestructuración de las empresas ferroviarias estatales (Directiva 91/440/CE modificada por las 2001/12/CE y 2004/51/CE), separando la gestión de la infraestructura de la prestación de los servicios de transporte. Esta medida es un paso previo a la introducción de la competencia en el mercado del transporte ferroviario, puesto que una vez encomendada la gestión de la red a un organismo independiente se facilita la entrada al mercado de nuevos operadores. La contraprestación económica exigible a los operadores por el uso de la infraestructura,

también conocida como “canon” o “carga”, aparece entonces como el siguiente aspecto a definir de cara a la liberalización del transporte ferroviario.

Pero el establecimiento de cargas por el uso de la infraestructura ferroviaria es una empresa complicada y controvertida, debido a lo numeroso y variado de los objetivos que se persiguen: promoción de un uso eficiente de la infraestructura, recuperación de costes (a distinto nivel según los objetivos financieros), mejora de las condiciones de competencia entre operadores y entre modos, etc. (ECMT, 1998).

La *UE* ha ido emitiendo una serie de Libros Blancos (CE, 1998 y CE, 2001a) y Directivas (91/440/CE y 2001/14/CE) en los que se proponen criterios generales sobre la aplicación del canon, con objeto de armonizar su aplicación en todos los países miembros. Sin embargo, las metodologías adoptadas difieren en gran medida de unos países a otros. Así por ejemplo, el Reino Unido y Alemania han establecido un enfoque muy comercial, de cara a recuperar la totalidad de los costes (Nash y Matthews, 2002a), mientras que países del norte de Europa como Suecia han elegido un sistema muy cercano al coste marginal social, que trata de potenciar la eficiencia del sistema de transporte frente a la recuperación de costes. Este abanico de metodologías refleja claras diferencias entre las políticas nacionales en relación con el transporte público (financiación) y la intervención del Estado en el sector transporte (regulación del mercado).

Esta diversidad pone en peligro la efectividad del sistema ferroviario europeo, ya que impide la transparencia del sistema de tarificación en su conjunto, supone un nuevo problema de interoperabilidad y produce distorsiones en la competencia.

#### **2.4.2. Experiencias de tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa**

En este apartado se describen, analizan y comparan los sistemas de tarificación implantados en varios países de la *UE* y en Suiza. La inclusión de Suiza se justifica por el hecho de que es país de paso para gran parte de los tráficos entre el norte de Europa e

Italia, y porque cuenta con un sistema ferroviario muy avanzado en lo que a apertura del mercado y tarificación se refiere.

#### **2.4.2.1. Alemania**

La adaptación de Alemania al nuevo modelo ferroviario europeo comienza en 1993 con la reforma de la Constitución que establece las bases para permitir el proceso. Las consecuencias de esta reforma fueron la creación de la Oficina Federal de Ferrocarriles y la prevista transformación de la empresa ferroviaria estatal en cuatro sociedades anónimas públicas con capital social en acciones propiedad en su totalidad del Gobierno Federal. A cada una de estas sociedades se le asigna una misión específica: servicio de transporte de viajeros de larga distancia, regionales y mercancías, encomendándose a la cuarta la gestión de la infraestructura. Todas ellas quedan integradas en un holding: *Deutsche Bahn AG (DB AG)*. *DB AG* quedó formalmente establecido en 1999, e integrado finalmente por cinco sociedades anónimas (las cuatro mencionadas más una dedicada a estaciones).

El gestor de infraestructura alemán (*DB Netz*), integrado con identidad jurídica propia en el mencionado holding, es el encargado de la asignación de surcos y de la fijación y cobro del canon. La Oficina Federal de Ferrocarriles es el organismo regulador, ejerciendo funciones de arbitraje en la resolución de las demandas que puedan surgir por discriminación en el acceso de la infraestructura, además de fijar las condiciones para el acceso a la red y supervisar las tarifas, el control del tráfico y la seguridad (Corzo, 2004). En 1994, *DB Netz* fue uno de los primeros gestores que publicó un sistema de canon de acceso, llevándose a cabo su primera actualización en 1995.

El sistema de tarificación alemán es de cobertura total de costes (tarificación según costes medios), lo que le diferencia de sus vecinos, Suiza o los Países Bajos. Alemania es el único país que incluye los costes de amortización de la infraestructura ferroviaria, a través de un inventario permanente (CE, 1999a). Esta cobertura afecta a la totalidad de la red, y por lo tanto hay compensación de costes entre líneas. En la práctica, el grado de cobertura es del orden de un 65 %, ya que el Estado se hace cargo del 35 % del coste total de la infraestructura (en concreto, esta parte financia la mayor parte de los costes de inversión) (Pittman, 2003). Otro importante objetivo es la gestión de la demanda, lo

que se ha traducido unos niveles tarifarios más elevados en los tramos del ferrocarril más congestionados (Esteras y de la Cueva, 2000).

En 1998, Alemania abordó la segunda modificación de su sistema de canon, con la creación de un canon por acceso a la infraestructura denominado *Train Path Pricing System (TPS)*, un canon por uso de las estaciones que se abona a *DB Estaciones y Servicios*, y un canon por uso de terminales de mercancías que se abona a *DB Cargo* (sociedades anónimas integradas en el holding *DB AG*). También se estableció un canon por uso de apartaderos y servicios relativos a la formación de trenes y un canon para el acceso a líneas principales y a instalaciones necesarias para el tráfico internacional.

El *TPS* consistía en una tarifa dual, con una parte fija independiente de la utilización de la infraestructura (su precio dependía de la capacidad que se planeaba utilizar), y una variable (basada en el uso real de la infraestructura) que intentaba fomentar que su utilización fuera más eficiente. De esta forma se pretendía contar con una tarifa fija para financiar los gastos fijos y dejar la parte variable a precios muy bajos para incrementar la demanda (Pittman, 2003).

En Alemania, desde 1996 los servicios regionales son contratados por los gobiernos regionales, existiendo libertad de acceso tanto para viajeros como para mercancías. En este ámbito actúan pequeños operadores ferroviarios, que criticaron el sistema de tarificación, ya que la tarifa fija les suponía importantes pérdidas y favorecía a los grandes operadores (y especialmente a la misma *DB AG*). Como alternativa, se les pasó a cobrar una tarifa simple denominada *VarioPreis* ligada al número de tren-km adquiridos (eso sí, con unas tarifas un poco más elevadas que las de la parte variable de la tarifa dual *TPS*). A pesar del cambio, estos pequeños operadores siguieron considerando elevado el precio establecido para esta nueva tarifa (Lamas, 2002).

Finalmente, recogiendo las quejas de los pequeños operadores, el *TPS* fue modificado por tercera vez en 2001 reduciéndolo a una sola opción: tarifa única basada por completo en el uso de la infraestructura (tarifa simple), aunque el sistema sigue aspirando a la cobertura total de costes, por lo que las cargas se establecen por encima de los costes marginales (Pittman, 2003). Para ello, se tienen en cuenta aspectos como la situación del mercado de transporte o la sensibilidad de cada servicio de transporte al

incremento de los costes de explotación debido a las cargas por el uso de la infraestructura.

Según la propia *DB AG*, la filosofía del *TPS* es la siguiente: por un lado trata de reflejar en su totalidad la estructura de los costes asociados a los productos ofrecidos (costes de mantenimiento, operación e inversión en la red); por otro lado, trata de tener en cuenta también determinados factores de la demanda (como la elasticidad según el tipo de servicio ferroviario y la evolución de la demanda de transporte, de cara a ofrecer precios competitivos dependiendo del servicio ferroviario) por último también tiene en cuenta condicionantes derivados de cada tipo de infraestructura. El *TPS* vigente en 2006 incluye las cargas por el uso de las instalaciones del gestor de infraestructura *DB Netz AG*. Por el uso de estaciones y otros servicios adicionales se paga aparte a *DB Estaciones y Servicios*; la energía de tracción también se paga aparte. Con el pago de las cargas recogidas en el *TPS* se tiene derecho a siguientes servicios (*DB Netz*, 2006):

- Gestión administrativa del proceso de solicitud de surco.
- Utilización de los surcos asignados y de las instalaciones para el suministro de energía de tracción.
- Gestión del sistema de control de tráfico de cara a permitir la circulación del tren.
- Suministro de información asociada a la circulación solicitada (situación del tren, información de servicios auxiliares, etc.).

La carga total a pagar se fija en tres pasos:

- 1) Establecimiento del precio básico: para ello *DB Netz AG* ha dividido la red en 12 categorías distintas. Estas 12 categorías están organizadas en tres grupos:
  - *Long-distance routes*: incluye 7 categorías de rutas (Fplus y F1-F6) de mejores a peores prestaciones en cuanto a equipamiento técnico y velocidad. El precio unitario es mucho mayor en las líneas de mejores prestaciones (variando de 7,90 a 1,82 EUR/tren-km).
  - *Feeder routes*: incluye dos tipos de rutas (Z1 y Z2) de menores prestaciones que las anteriores. Su precio básico es del mismo orden que el asignado a las rutas de menores prestaciones del grupo F (2,29-2,21 EUR/tren-km).

- *Urban rapid transit routes* (S1-S3): aplicable a los servicios de transporte de cercanías en las grandes ciudades. Precio similar a las rutas anteriores (de 2,51 a 1,55 EUR/tren-km).
- Por ultimo, los precios básicos mencionados (destinados básicamente a recuperar costes de mantenimiento y renovación) se incrementan en un 20% cuando las líneas soportan un nivel de trafico elevado (y existen rutas alternativas), de cara a gestionar la demanda y así mejorar la eficiencia de la red.

2) Aplicación del *Train path product*: consiste en un coeficiente multiplicativo que afecta al precio básico anteriormente calculado. Trata de reflejar el coste asociado a la calidad del surco asignado (en función de su ajuste a lo demandado por el cliente, prioridad sobre otros tráficos, rapidez de la conexión ofrecida, etc.), así como de tener en cuenta la disposición a pagar por parte de los operadores de transporte. Los coeficientes varían entre 0,65 y 1,80 para los trenes de viajeros y entre 0,50 y 1,65 para los trenes de mercancías. El coeficiente disminuye para trenes de cercanías y trenes colectores.

3) Aplicación de *Surcharges* (incrementos de precio):

- *Regional factors* (coeficiente multiplicativo aplicable al precio básico para los trenes regionales): puesto que los gobiernos regionales reciben mucho dinero para financiar el transporte regional (7,1 billones EUR en 2006), *DB Netz AG* utiliza estos factores (que varían de 1,05 a 1,91 según la línea) para incrementar la recuperación de costes en líneas cuya explotación es deficitaria.
- *Payload factor* (coeficiente aditivo aplicable a los trenes de mercancías): trata de reflejar el incremento de costes (de deterioro en la infraestructura y de capacidad consumida) que producen los trenes de mercancías muy pesados (0,90 EUR/tren-km para trenes de más de 3.000 t).
- Por último, también se aplican otros incrementos de precio por circulaciones especiales (trenes de vapor, trenes con cargas fuera de gálibo) y trenes basculantes.

Por ultimo, se establece un *Incentive System* de cara a disminuir los fallos del sistema ferroviario, consistente en una carga de 0,10 EUR/minuto de retraso causado. Esta carga puede ser imputada tanto a *DB Netz AG* (por errores en la preparación de horarios, retraso en obras de construcción, limitaciones de velocidad, fallos de la vía, en el

sistema de control de tráfico, de la catenaria, etc.) como al operador de transporte (por fallos del tren, incumplimiento del horario, exceso de tiempo de parada en estaciones o realización de paradas no asignadas, etc.), según quien sea el responsable (*DB Netz*, 2006).

En 2006, y después de algunas reestructuraciones, *DB AG* se compone de tres *UN*: *Passenger Transport*, *Transport and Logistics* e *Infrastructure and Services*. El *Passenger Transport Group Division* se encarga del transporte de viajeros de larga distancia, en el ámbito regional y urbano, para lo cual ha creado las unidades de negocio homónimas. La *UN Transport and Logistics* ofrece servicios de transporte de mercancías (tanto puramente ferroviario como intermodal) y de logística. Por último, la *UN Infrastructure and Services* se encarga de las estaciones, de la infraestructura (a través del gestor de infraestructura *DB Netz AG*), del suministro de energía y de toda una serie de servicios (servicios auxiliares, telecomunicaciones, gestión de cargas, mantenimiento de vehículos, etc.) (*DB*, 2006). En la Tabla 4 se presenta de forma esquemática el sistema de tarificación en Alemania en la actualidad.

En la actualidad, el proceso de liberalización del ferrocarril se encuentra bastante avanzado. Desde 1999, el transporte interior de mercancías está abierto a la competencia, y desde 1994, el transporte de viajeros<sup>5</sup>. Los servicios regionales se adjudican mediante concursos a operadores nacionales (tanto públicos como privados) y extranjeros. Respecto a los servicios de viajeros de larga distancia, el grado de apertura del mercado es menor: tan sólo se da en servicios nocturnos; los servicios rentables siguen siendo monopolio de *DB AG* (Corzo, 2004; *DB*, 2006). Aparte de *DB AG* y las compañías de transporte en las que participa (unas 20), en 2005 operaban en la red ferroviaria alemana unas 300 compañías privadas, realizando un tráfico anual de 110,0 millones de tren-km. Los operadores privados de transporte ferroviario de viajeros en Alemania, que explotan principalmente líneas regionales, captaron el 4% en términos de p-km y el 13% en tren-km (*DB*, 2006). Estando así las cosas, en el 2004, el 93% de los ingresos *DB Netz* provenían de *DB AG* y otras compañías con participación estatal, y el resto de los operadores privados.

---

<sup>5</sup> En Alemania siempre ha existido un cierto número de pequeñas compañías ferroviarias privadas, y desde la apertura del mercado este número está aumentando continuamente (Nash y Matthews, 2002).

Principio de tarificación		Costes medios <sup>6</sup>
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
Precio básico	Tren-km	Depende de las características de la línea (equipamiento y nivel de tráfico)
Producto por surco	Coefficiente multiplicativo	Se aplican sobre el precio base y varían entre 0,50 y 1,80 dependiendo de la calidad del surco (prioridad en el proceso de asignación de surcos y conexiones más rápidas y directas) y tipo de tráfico (pasajeros/mercancías)
Sobre precio	Coefficiente multiplicativo	Varía de 1,05 a 1,91 para servicios regionales Varía entre 1,20 y 2,45 para el uso de tracción vapor, cargas fuera de gálibo
Sobre precio	Coefficiente aditivo	Se aplican a trenes con peso total o peso por eje fuera de lo normal y trenes basculantes. Hasta un máximo de 1,33 por tren-km
Electricidad	1º) Mediante tasas de consumo estimadas 2º) Mediante contadores a bordo	En proceso de transición
Estaciones de viajeros	Por parada comercial en vía de andén	Varía en función de la longitud del tren (como aproximación al número de viajeros) y en función de la importancia de la estación
Estaciones de clasificación y mercancías	Según número de vías y tiempo durante el cual se utilizan	Los servicios asociados a estas instalaciones (grúas de contenedores, maniobras, etc.) se cobran en función de su uso

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *DB Netz* (2006), Peter (2003) y aportados por el Dr. Jaensch, *DB Netz*

**Tabla 4. Sistema de tarificación en Alemania**

<sup>6</sup> Como ya se ha comentado, aunque en la literatura especializada sobre tarificación de infraestructuras ferroviarias se hable de sistemas de tarificación según el coste total, o que tarifican según los costes medios, no hay que interpretarlo según su definición estricta, sino que aspiran a la recuperación total de costes y en consecuencia, la carga media que imputan a los operadores tiende a fijarse más o menos cercana a los costes medios.

#### 2.4.2.2. Dinamarca

El 1 de enero de 1997 los ferrocarriles nacionales daneses *Banedanmark (DBS)* se dividieron en dos entidades: *DBS*, que continuó explotando los servicios de transporte, y el gestor de infraestructura *Banestyrelsen*, que se creó a partir de la antigua división de Infraestructura de la empresa nacional. *Banestyrelsen*, que sigue el modelo sueco, es responsable del mantenimiento y desarrollo de la infraestructura, además del control de tráfico, adjudicación de capacidad y cobro del canon.

El Ministerio de Transportes estableció un procedimiento no discriminatorio para la adjudicación de capacidad de la infraestructura y normas para la fijación del canon. El organismo regulador depende del Ministerio de Transportes.

La red ferroviaria danesa está abierta a los operadores de mercancías desde 1999. En cuanto a los servicios de viajeros, los de larga distancia están abiertos a la competencia desde el año 2000 por medio de licitación; el transporte regional está en manos de compañías privadas desde 1988. En el transporte internacional, el libre acceso está sujeto a acuerdos internacionales (Corzo, 2004 y Suárez, 2003).

En 2004 (Evans, 2004), cuatro nuevos operadores de mercancías obtuvieron la licencia para circular en la red danesa. Al mismo tiempo se produjo la venta de las actividades de tráfico de mercancías de los ferrocarriles estatales daneses a *Railion*, la operadora de mercancías de *DB AG*, que ya había adquirido también esta actividad al operador nacional neerlandés.

Las cargas por el uso de vía y los subsidios medioambientales para el transporte de mercancías por ferrocarril se establecieron en el Consolidated Act número 1189 (*Banestyrelsen*, 2004). Frente a la recuperación de costes como objetivo prioritario, los principales objetivos del sistema de tarificación danés son el trasvase de tráfico desde la carretera, potenciar el transporte intermodal y la gestión de la demanda para optimizar el uso de las líneas congestionadas.

Principio de tarificación		Coste marginal social <sup>7</sup>
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
Cargas suplementarias	Tren-km	En toda la red, excepto en dos líneas (Korsor-Nyborg y Öresund – frontera con Suecia)
Puentes	Por travesía	Gran Belt: trenes de viajeros y mercancías pagan aproximadamente lo mismo. Öresund: trenes de mercancías pagan un 36% más
Carga por capacidad	Tren	Sólo se aplica en tres líneas (aeropuerto de Copenhague – Kastrup, Hvidovre Fjern – Hoje Taastrup y Vojens – Vamdrup) y en periodo diurno. Igual para trenes de viajeros y de mercancías excepto en la segunda línea, donde los trenes de mercancías pagan el doble
Subvenciones medioambientales	<i>TKB</i>	Sólo para trenes de mercancías con origen/destino en una estación danesa. No puede exceder el 50% (sin IVA) por el resto de las cargas

*Nota. TKB (Tonelada Kilómetro Bruta): unidad de transporte que se refiere a una tonelada de peso total (tara + carga) que se mueve un kilómetro.*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Banestyrelsen* (2004) y CE (1999a)

**Tabla 5. Sistema de tarificación en Dinamarca**

El sistema se basa en una tarifa simple (-Tabla 5-, existe una pequeña carga de acceso por año y km para trenes de mercancías), y trata de recuperar el coste marginal ocasionado por el uso de la infraestructura ferroviaria.

### 2.4.2.3. España

En España existen antecedentes sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria y de sus servicios asociados, así pues *RENFE* aplicaba desde 1992 una primera

---

<sup>7</sup> Al igual que antes, no hay que tomar esta denominación al pie de la letra. En la literatura especializada se refiere a sistemas de tarificación que imputan los costes internos más relacionados con la circulación del tren y que además toman en consideración algunos costes externos (a través de cargas específicas, subvenciones, etc.).

aproximación al canon, a través del pago de algunos servicios que las *UN* prestadoras de servicios daban a las *UN* operadoras de transporte, para lo que se establecieron unos precios internos. Así por ejemplo, las *UN* operadoras pagaban por el control del tráfico ferroviario, los servicios que recibían en estaciones y por el consumo de energía a las *UN* prestadoras de servicios. Otro antecedente es el pago que las *UN* operadoras de transporte realizaron al *GIF* durante 2004, que en total alcanzó el 58% de los costes de la infraestructura, excluyendo los gastos financieros del inmovilizado (*RENFE*, 2005).

De todos modos, ha sido la política común de transportes de la *UE* la principal promotora de la implantación de la tarificación de la infraestructura ferroviaria en España, como herramienta básica para alcanzar la liberalización de este sector del transporte. La transposición de esta política de transportes a la legislación española se ha llevado a cabo a través de la emisión los siguientes documentos legales básicos: la Ley 52/2002, la Orden Ministerial FOM/1587/2003 y la Ley 39/2003 del Sector Ferroviario y la Orden Ministerial FOM/898/2005<sup>8</sup>.

#### **2.4.2.3.1. ORDEN FOM/1587/2003**

En España, el marco tarifario por la utilización de la infraestructura ferroviaria se conoce como canon. La ORDEN FOM/1587/2003 (*OM* 2003, -Ministerio de Fomento, 2003a-) definió el canon como la “contraprestación que recibirá el administrador de la infraestructura por la utilización de sus instalaciones y la prestación de sus servicios.”

La emisión de esta orden coincidió con la puesta en servicio en octubre de 2003 de la línea de *AV* Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa, entre Madrid y Lérida. Este canon se establecía de cara a garantizar la rentabilidad de la explotación de los servicios a los operadores, así como la recuperación de los costes generados por la puesta a disposición de esta infraestructura (costes corrientes de explotación de la misma; también pretendía recuperar en torno al 25-30% de la inversión) (Fernández y García, 2005). Se estructuraba en torno a dos grandes apartados:

---

<sup>8</sup> Las órdenes ministeriales son documentos en los que se fijan las cuantías del canon propuesto en las respectivas leyes

## Canon por utilización de las infraestructuras ferroviarias

El canon por utilización de la infraestructura ferroviaria se componía de las siguientes tarifas:

### *Asignación de capacidad y supervisión de la circulación de los trenes (Tarifa A)*

Esta tarifa se identificaba con lo que según el modelo de otros países se denomina “carga de acceso”. Trataba de traspasar al operador el coste de la elaboración del plan y de los programas de explotación de la línea (confección de la malla de circulaciones, los costes de emisión de la documentación necesaria y supervisión de la circulación), emisión del documento de “declaración de red” y asignación de capacidad. Se cobraba una vez asignado el correspondiente surco, independientemente de su utilización efectiva por parte del operador. Esta componente del canon establecía dos precios fijos (6,59 y 8,29 EUR), según que la longitud del recorrido fuera superior o inferior a 10 km.

### *Reserva de capacidad (Tarifa B)*

Repercutía costes fijos de mantenimiento y costes de explotación de la infraestructura. Su cuantía se establecía teniendo en cuenta la capacidad consumida por el surco reservado por el operador en relación con la capacidad real que ofrecía el trayecto que se solicitaba.

La tarifa por reserva de capacidad se obtenía multiplicando la tarifa unitaria (1,10 EUR por km de surco equivalente reservado) por la longitud del surco reservado y por el coeficiente que determinaba los surcos equivalentes consumidos por el tren (*CSeq*). Finalmente se aplicaban los factores de reducción y aumento.

#### a) Cálculo del coeficiente de surco equivalente

El cálculo de *CSeq* se obtenía en función de la relación entre la velocidad del tren y la velocidad nominal asignada al segmento de infraestructura solicitado, según la Fórmula 4.

$$CSeq = 1 + 0,25 * [(540/Vt) - (540/Vn)] \quad (4)$$

Donde  $V_t$  era la velocidad de circulación del tren (en km/h) y  $V_n$  la velocidad nominal (en km/h) asignada en el plan de explotación al segmento de infraestructura solicitado en la franja horaria en la que se fuera a circular.

Esta tarifa unitaria trataba de reflejar en el cobro por reserva de capacidad la diferencia entre la velocidad ofrecida por la infraestructura y la que podía alcanzar el tren del operador. Por lo tanto, para optimizar el uso de la infraestructura, el gestor penalizaba la circulación de trenes lentos.

b) Factor de reducción:

- 0,90 cuando no se podían asignar los surcos cadenciados solicitados por causas imputables al *GIF*
- Cuando por necesidad del Plan de explotación, el gestor debía establecer tiempos comerciales superiores a los solicitados por el interesado, el factor de reducción era igual al incremento de tiempo impuesto por el gestor.

c) Factor de aumento. Penalizaba los siguientes aspectos:

- Solicitud de surcos no cadenciados (1,05)
- La capacidad de frenada del tren (a través de la deceleración de servicio desde la velocidad máxima). Con este factor se tenía en cuenta que, a mayor distancia de frenado del tren, mayor tiempo de permanencia en el trayecto solicitado. Por lo tanto, este factor aumentaba (de 1,03 a 1,23) al ir disminuyendo la capacidad de frenado del tren.

#### *Circulación de trenes o vehículos aislados (Tarifa C)*

Trataba de recuperar los costes variables de la explotación de la infraestructura relacionados con la circulación de cada tren. Los valores que adoptaba eran los siguientes:

- Por cada 1.000 toneladas ficticias-km ( $T_f$ -km) circuladas<sup>9</sup>: 0,57 EUR.

---

<sup>9</sup> Las  $T_f$  se determinan conforme a la fórmula prevista en la Ficha UIC 714 R (UIC, 1989).

$T_f = S_v * (T_v + 1,4 * T_{L_v}) + S_m * (T_m * K_m + 1,4 * T_{L_m})$

(5)

Donde:

$S_v$  y  $S_m$  = Coeficiente que varía en función de la velocidad media de circulación:

- Por cada 1.000 toneladas dinámicas-km circuladas<sup>10</sup>. La tarifa por este concepto aumentaba (desde 0,15 a 0,33 EUR) al acercarse el esfuerzo dinámico asociado a cada tren al máximo admitido por la vía del tramo por el que se iba a circular.

Velocidad (km/h)	Sv, Sm
v ≤ 60	1,00
60 < v ≤ 80	1,05
80 < v ≤ 100	1,15
100 < v ≤ 130	1,25
130 < v ≤ 160	1,35
160 < v ≤ 200	1,40
200 < v ≤ 250	1,45
v > 250	1,50

Tv = Peso remolcado en toneladas (coches de viajeros)

Tm = Peso remolcado en toneladas (vagones de mercancías)

TLv = Peso en toneladas de la locomotora (trenes de viajeros)

TLm = Peso en toneladas de la locomotora (trenes de mercancías)

Km = Coeficiente de ponderación de mercancías, que tiene en cuenta el aumento del deterioro de la vía con la carga por eje de los vagones. Adopta los siguientes valores:

Mercancías		
Km	Peso por eje ≥ 20 t	Peso por eje ≥ 22,5 t
1,15	≤ 50% del nº total de ejes	
1,30	> 50% del nº total de ejes	> 25% del nº total de ejes
1,45	> 75% del nº total de ejes	> 50% del nº total de ejes

Nota: debido a la prevista utilización de trenes con tracción distribuida y trenes con ejes guiados en las líneas de AV (los trenes con tracción distribuida suelen tener una carga máxima por eje inferior a los trenes con locomotora; por otro lado, en los trenes con ejes guiados –TALGO- los ejes se mantienen en todo momento perpendiculares a la vía, incluso en las curvas. Dichos factores hacen que sean menos agresivos a la vía), para la aplicación de esta Ficha UIC al canon español se incluyó el coeficiente Kv:

Viajeros		
Kv	Característica	Observaciones
1,2	tracción distribuida ≥ 50% ejes	afecta al peso total del tren
0,9	0,9 si ejes guiados	afecta a los coches

Teniendo en cuenta lo anterior, la Fórmula 5 de cálculo de las Tf para el caso español quedaría como sigue:

$$Tf = Sv * (Tv * Kv + 1,4 * TLv) + Sm * (Tm * Km + 1,4 * TLm) \quad (6)$$

<sup>10</sup> Las toneladas dinámicas las calcula el propio gestor, en función de una serie de mediciones. Se han instalado medidores de esfuerzo dinámico en la línea de AV Madrid-Barcelona. Las mediciones se realizan durante las pruebas de homologación del tren, tomando como valor de referencia el correspondiente a la velocidad máxima y circulación en recta y en horizontal.

La carga dinámica es el efecto que produce la carga estática del tren cuando éste se encuentra en movimiento. La carga estática es la suma del peso que gravita sobre todos sus ejes. La carga dinámica tiene en cuenta que la carga estática de las ruedas de un tren en movimiento puede sufrir una considerable variación debido a factores como el desigual reparto del peso de un eje entre ambas ruedas como consecuencia de la fuerza centrífuga no compensada en las curvas, impactos producidos debidos a defectos en la geometría de la vía, ruedas y suspensiones, y a la rapidez de reacción de sistema de amortiguación. De este modo, la carga dinámica puede ser muy superior a la estática, llegando incluso a duplicarla (Losada, 2001).

- Por pantógrafo-km en captación: 0,05 EUR. Esta tarifa tenía que ver con el coste de mantenimiento de la catenaria.

#### *Tráfico producido sobre la infraestructura ferroviaria (Tarifa D)*

Esta tarifa repercutía costes de carácter financiero, amortización del inmovilizado y, en su caso, los necesarios para garantizar el desarrollo razonable de las infraestructuras ferroviarias. Se aplicaba a cada circulación en función del número de plazas ofrecidas, la velocidad comercial del tren y el tiempo medio de viaje. La tarifa aumentaba (de 0,10 a 1,49 EUR) con la duración del viaje y la velocidad comercial del tren. Su imputación estaba inspirada en los “Precios de Ramsey” (PR), que consisten en cobrar por encima de los costes marginales a aquellos servicios de transporte menos sensibles al precio del canon.

#### *Suministro de energía eléctrica de tracción (Tarifa E)*

Esta tarifa recuperaba los costes de la energía eléctrica suministrada a los trenes<sup>11</sup> más los generados por la gestión de dicho suministro. Su valor era de 71,05 EUR por cada MWh de energía suministrada.

---

Para la determinación de las cargas dinámicas se han venido usando diferentes coeficientes de mayoración que se aplican a los esfuerzos verticales estáticos en los carriles (Losada, 2001). Estos coeficientes tienen en consideración los aspectos de los que dependen las acciones dinámicas que se producen sobre los carriles al paso de los trenes: velocidad, calidad de la vía y de la suspensión del material móvil y el reparto del peso entre masas suspendidas y no suspendidas. En un caso general puede adoptarse la siguiente aproximación:

$$Q_d \approx 1,40 Q_e$$

Donde:

Q<sub>d</sub>: Carga dinámica por rueda

Q<sub>e</sub>: Carga estática por rueda

Nota: 1,40 es el valor del coeficiente para una vía de buena calidad (fallos de nivelación menores de 4 mm en cuerdas de 10 m)

<sup>11</sup> La energía consumida por un tren depende la potencia que demanda en cada momento, que a su vez es función de la velocidad a la que circula y del esfuerzo de tracción que está realizando (Oliveros et al, 1980):

$$P = 0,002725 * V * F \text{ (kW)}$$

Donde:

V es la velocidad en km/h

F el esfuerzo de tracción en kg

Multiplicando la potencia por el tiempo durante el cual se ha consumido se obtiene el gasto de energía.

La potencia demandada varía a lo largo del recorrido (en función de la velocidad, resistencias al avance, etc.). El consumo energético se determina a partir de mediciones de contadores instalados en el propio vehículo o de tasas de consumo estimadas según bases de datos. El sistema ferroviario español se encuentra en fase de transición de tarificación según consumo estimado a tarificación según consumo real<sup>12</sup>.

Para los vehículos que no disponían de contadores, se asignaba un consumo estimado y se le aplica un coeficiente de aumento del 1,05.

El consumo medido o estimado se incrementaba con el coeficiente de pérdidas entre el punto de compra de la energía por parte del gestor y el punto de suministro. Este coeficiente de pérdidas se establecía en el 10 %.

#### *Estacionamiento y utilización de andenes en las estaciones (Tarifa F)*

Pretendía reflejar la escasez de espacio en las estaciones, por lo que se estableció teniendo en cuenta el grado de saturación de las distintas estaciones (tarifa más elevada en las estaciones más importantes). Se imputaba en función del tiempo, variando de 13,17 EUR (primeros cuarenta minutos en una estación de segundo orden) a 1.200,00 EUR (24 horas en una estación de primer orden). No estaban sujetas a esta tarifa las paradas intermedias de un trayecto comercial, si tenían una duración inferior a cinco

---

<sup>12</sup> Para ello, desde el año 2003 se está desarrollando un proyecto de facturación del gasto de energía eléctrica dirigido por la Dirección de Servicios Energéticos de la UN de Tracción con la colaboración de Tifsa. El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de imputación de costes de energía eléctrica que incluya el consumo y los gastos de energía en la transformación y transporte en la red propia por medio de un sistema de medición directa en los vehículos motores. El sistema incorpora discriminación horaria (para tener en cuenta la variación del precio de la energía según la hora de consumo) y geográfica (en función de la tensión de alimentación de las subestaciones). En total se consideran seis periodos horarios y 250 puntos de suministro a las subestaciones, con lo cual se obtienen 1.500 precios.

La instalación de los equipos de medición en los vehículos motores (unos mil en 2003) se prolongará durante varios años, durante los cuales se irá probando la fiabilidad del sistema y se confeccionará una base de datos para asignar consumos a vehículos que todavía no tengan contadores y para casos de fallo de los mismos.

A partir de la información procedente de los vehículos, en un puesto central se utilizan unos algoritmos de reparto utilizando un mapa de subestaciones para asignar cada consumo a la subestación correspondiente. A continuación, utilizando una matriz de precios, se obtiene la factura (Morales, 2003).

minutos, ni aquellas motivadas por las necesidades de explotación del gestor de la infraestructura.

#### *Paso por cambiadores de ancho (Tarifa G)*

Esta tarifa imputaba a los operadores los costes totales de explotación de los cambiadores de ancho de vía. Adoptaba los siguientes valores:

- 200 EUR por cada paso de un tren por el cambiador
- 150 EUR cuando el interesado aporte el soporte de medios humanos requeridos para la operación según las especificaciones técnicas del fabricante del material.

#### *Emisión de acreditaciones necesarias para facilitar el acceso no ocasional de vehículos y personal a las instalaciones ferroviarias (Tarifa H)*

Para sufragar el gasto que suponía la emisión de las acreditaciones y el control de las mismas.

#### *Prestación de instalaciones de infraestructura a las empresas de telecomunicaciones para la transmisión de señal con sus propios equipos (Tarifa I)*

Repercutía sobre los clientes el pago de los costes totales de explotación de estas instalaciones, incluidos los de carácter financiero y amortización. Las facilidades ofrecidas a las empresas de telecomunicaciones consistían en la red de fibra óptica y la posibilidad de instalar antenas de radio.

#### Canon por utilización de los andenes y terminales ferroviarios

- La primera tarifa contemplada (Tarifa A) se refería a la de utilización de las estaciones por parte de los viajeros. Esta tasa por cada viajero subido o bajado aumentaba con la duración y la longitud del viaje (desde 0,08 a 0,76 EUR).
- También se fijaban las tarifas de los aparcamientos públicos de vehículos gestionados por el *GIF* (Tarifa B).

- Otro aspecto sujeto a tarifas era la utilización de oficinas, locales y terrenos sin edificar (Tarifa C). Las tarifas, cuantificadas por metro cuadrado y mes, eran más altas en Zaragoza que en Guadalajara y Calatayud.
- El resto de tarifas que se incluían en este apartado eran las de prestación de servicios que precisaran de autorización para el uso del dominio público ferroviario (Tarifa D), explotación de expendedores automáticos (Tarifa E), instalación de equipos terminales de autoservicios bancarios (Tarifa F) e instalación de elementos publicitarios (Tarifa G).

#### 2.4.2.3.2. **ORDEN FOM/898/2005**

La ORDEN FOM/898/2005 (OM 2005, -Ministerio de Fomento, 2005b-) derogó la anterior OM 2003, siendo el sistema de tarificación vigente en España. Se articula en torno a dos cánones genéricos:

##### Canon por utilización de las líneas ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General

- Canon de acceso (Modalidad A): el derecho de utilización de la red se paga según el volumen de tráfico previsto. Se paga una sola vez, al inicio de cada año por el que se solicita capacidad. Repercute los costes que para el gestor suponen los procesos de gestión administrativa vinculados a la relación de éste con los operadores (mantenimiento de medios personales y materiales, publicación de la declaración de red, elaboración de planes de explotación, asignación de capacidad y supervisión de la circulación de trenes). Se trata de un canon semifijo, ya que la cantidad a pagar varía mucho (de 60.000 a 1.410.000 EUR) según los cinco niveles de tráfico establecidos.
- Canon de reserva de capacidad (Modalidad B): por la puesta a disposición del surco solicitado. Este canon es función de la longitud reservada, el tipo de línea, hora del día (valle, punta y normal), tipo de servicio de transporte (viajeros o mercancías) y velocidad del tren. El precio aumenta con las prestaciones ofrecidas por la infraestructura, siendo muy superior en las líneas de AV que en la red convencional. Algo similar pasa con el tipo de servicio, siendo muy superiores los precios para los trenes de AV y más reducidos para el resto, sobre todo en el caso de los trenes de

mercancías. Así pues, varía desde los 0,00 EUR/tren-km para un tren de mercancías en hora normal o valle a los 3,40 EUR/tren-km de un tren de *AV* circulando en hora punta por una línea de altas prestaciones. Repercute los costes fijos de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura.

- Canon de circulación (Modalidad C): varía según los mismos aspectos que en el punto anterior (excepto el periodo horario). Varía desde los 0,06 EUR/tren-km para los trenes convencionales de viajeros y de mercancías hasta los 2,00 EUR/tren-km de los trenes de *AV* que utilicen las líneas de más altas prestaciones. Repercute los costes variables de mantenimiento, explotación y gestión.
  
- Canon por tráfico (Modalidad D): en función del valor económico del servicio de transporte ferroviario prestado en términos de la capacidad ofertada. Su precio aumenta (de 0,65 a 1,25 EUR/100 plazas-km) con la calidad de la infraestructura y el nivel de congestión. Sólo se aplica en las líneas de *AV*. Repercute los costes de carácter financiero, de amortización del inmovilizado y, en su caso, los asociados al desarrollo razonable de la infraestructura (mejoras de capacidad, seguridad, fiabilidad, etc.).

#### Canon por la utilización de las estaciones y otras instalaciones ferroviarias

- Canon por la utilización de estaciones por parte de los viajeros (Modalidad A): se imputa por cada viajero, y su cuantía aumenta (desde 0,02 a 0,77 EUR/viajero) con la distancia recorrida y la categoría de la estación.
  
- Canon por estacionamiento y utilización de andenes (Modalidad B): se cobra por tiempo a partir de los 15 minutos de utilización de las vías de andén. Trata de reflejar los costes relacionados con la congestión en las estaciones. Este canon es elevado para las principales estaciones de *AV* e intermedio para las convencionales de importancia media, no aplicándose en estaciones poco importantes, paradas intermedias, periodos valle ni en los andenes reservados para el uso exclusivo de los trenes regionales y de cercanías. Su precio varía de 1,00 a 4,00 EUR/5 minutos de estacionamiento, en función de la importancia de la estación y del tiempo total de estacionamiento.

Principio de tarificación		Costes medios
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
<b>Parte fija</b>		
Carga de acceso	Por año	Precios escalonados según tren-km y actividad realizada (tipo de servicio). Repercute costes administrativos
<b>Parte variable</b>		
Reserva de capacidad	Tren-km	Según el tipo de línea, tipo de servicio, hora y tipo de tren. Repercute costes fijos de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura
Circulación	Tren-km	Su precio varía igual que el canon por capacidad. Repercute los costes variables de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura
Tráfico	Plazas-km	Sólo se aplica a servicios de viajeros con velocidad punta superior a 260 km/h. Repercute costes financieros, amortización y de renovación y mejora
Estaciones	Por viajero	Su cuantía varía según la distancia recorrida y la categoría de la estación
Vía de andén	Por tiempo	Sólo se aplica a estaciones origen/destino. Se cobra a partir de 15 minutos. Su precio varía con la importancia de la estación. No se imputa durante la noche ni en los andenes exclusivos de trenes de cercanías y regionales. Refleja costes de congestión
Cambiador de ancho	Por paso	
Vías de apartado	Por tiempo	Según tipo de línea. Sólo se imputa en líneas de AV
Prestación de servicios en estaciones	Por superficie	Precio varía según tipo de suelo

Fuente: Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla 6. Sistema de tarificación en España**

- Canon por uso de los cambiadores de ancho (Modalidad C): 100,00 EUR por paso de tren.

- Canon por utilización de vías de apartado (Modalidad D): según el tiempo de ocupación y tipo de línea (desde 14,45 EUR/tren estacionado entre 1 y 6 horas hasta 36 EUR por día completo). Sólo se aplica en las líneas de *AV*.
- Canon por la prestación de servicios en las estaciones (Modalidad E): se aplica por el uso del dominio público ferroviario. Su precio varía en función de la superficie y tipo de terreno ocupado (urbanizado o no urbanizado).
- Se menciona que la energía eléctrica consumida se cobrará por un canon independiente, sin especificar nada más.

El análisis de la tarificación de la infraestructura ferroviaria en España se ha prolongado en el Anexo I.

#### **2.4.2.4. Francia**

En Francia la *Réseau Ferré de France (RFF)*, propietaria y gestora de la red ferroviaria, es la encargada de calcular el canon, antes de proponerlo para su aprobación al Estado. *RFF* se crea en 1997, año en el que se aprueba también el Decreto sobre el sistema de tarificación por el que establece que sea *RFF* quien cobre el canon por la utilización de la red.

Según la propia *RFF* (*RFF*, 2003), el sistema de tarificación francés tiene en cuenta aspectos como la necesidad de optimizar el uso de la red ferroviaria, la armonización de las condiciones de competencia intermodal y el trasvase de tráfico desde la carretera. Por último, trata de facilitar el acceso a operadores ferroviarios de una forma no discriminatoria y transparente. En la práctica, el operador ferroviario estatal (*SNCF*), es una de las compañías ferroviarias europeas que más se han opuesto a los cambios asociados a la política liberalizadora de la *UE*. En marzo de 2003 se aprobó en Francia el decreto que transpone el primer paquete ferroviario europeo. En la actualidad, *SNCF* ejerce sus actividades en el marco de la competencia pero, hoy por hoy, no existen nuevos operadores realizando tráfico en la red francesa (Del Val, 2004a). Durante 2004, *Europorte* (una subsidiaria de *Channel Tunnel - Eurotunnel*) consiguió la primera

licencia para operar con mercancías en régimen de tráfico internacional a través de Francia; otra compañía, *CFTA*, subsidiaria de *Connex*, también lo ha logrado recientemente, aunque todavía ninguna de ellas está operando (Evans, 2004).

Los servicios ofrecidos a los operadores se cobran por medio de las siguientes cargas (*RFF*, 2003):

#### **2.4.2.4.1. Cargas por los servicios mínimos**

- Carga por acceso a la red: se obtiene como producto de la longitud de red solicitada en la que se ha garantizado el acceso por el precio unitario (en EUR/km y mes). Debido a la congestión existente, las cuatro categorías de líneas que se venían utilizando (líneas peri urbanas, principales líneas interurbanas, líneas de *AV* y otras líneas) se han dividido a su vez en 12 subcategorías, según el tráfico existente y la velocidad de circulación. El precio unitario depende del tipo de línea (de hecho, en las líneas interurbanas con tráfico medio y en las “otras líneas” no se aplica la carga de acceso). Posteriormente se aplica un coeficiente de modulación que depende de la duración del contrato y la cantidad de surcos reservados. Según el Grupo de Infraestructuras de la Comisión Europea (CE, 1999a), esta carga cubre los intereses y ayuda a financiar la mejora de la red ferroviaria.
  
- Carga por reserva de capacidad en vía y de paradas en estaciones. La primera es el producto de la longitud de surco reservada por la carga fija unitaria (en EUR/km según la categoría de la línea de cada segmento de la red). Se imputa la totalidad del segmento aunque sólo se solicite una parte. Esta carga varía en función de si se trata de un tren de viajeros o de mercancías, existiendo un coeficiente de modulación (con una reducción del 60%) del derecho de reserva de surcos para mercancías que tiene en cuenta que normalmente demandan surcos con una mayor flexibilidad y en franjas horarias de menor demanda. La carga de acceso también varía en función de la hora de circulación del tren (valle, punta o llano). Por último, el precio unitario del surco depende (sólo en las líneas intercity de medio y alto tráfico para velocidades de 220 km/h) de la velocidad del material móvil (en concreto, si puede circular a más de 220 o no). La carga de reserva por parada comercial en estaciones intermedias para trenes de viajeros se calcula como el número de paradas por el precio unitario, en euros por parada. Esta carga

solamente se aplica en las líneas peri urbanas congestionadas, y debe ser abonada se utilice o no.

Principio de tarificación		Costes medios
Canon	Parámetro imposición	Observaciones
<b>Parte fija</b>		
Carga de acceso	Por km y mes	Depende del tipo de línea (nivel de tráfico y velocidad de circulación), duración del contrato y cantidad de surcos reservados
<b>Parte variable</b>		
Reserva de capacidad (línea)	Km de surco reservado	Según el tipo de línea, viajeros/mercancías, hora y, en algunos casos, velocidad de circulación
Reserva de capacidad (estaciones)	Por parada comercial	En estaciones intermedias en líneas periurbanas. Uso estaciones terminales se paga aparte.
Circulación	Tren-km	Un 70% menor para los trenes de mercancías
Terminales intermodales	Por mes	El precio unitario depende de la terminal
Estaciones de clasificación	Nº de vías utilizadas/mes	
Estacionamiento prolongado	Tiempo (a partir de una hora)	Para trenes de mercancías en algunas vías
Estación "Futuroscope"	Por mes	Es una carga fija a pagar por el uso de esta estación, para amortizar su construcción
Electricidad de tracción	Tren-km	Según tarifas de consumo estimadas. Esta carga cubre además parte costes de mantenimiento de las instalaciones de electrificación
Transporte de electricidad	Tren-km	Cubre las pérdidas aguas arriba de la red propiedad de <i>RFF</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *RFF* (2003) y CE (1999a)

**Tabla 7. Sistema de tarificación en Francia**

- Carga por circulación: es igual al producto de la distancia viajada por el tren en las secciones elementales por el precio unitario (EUR/tren km). Refleja los costes por la gestión de la circulación. El precio unitario varía según el tipo de tráfico, siendo un 70% menor para mercancías que para viajeros. Según el Grupo de Tarificación de

Infraestructuras de la Comisión Europea (CE, 1999a), esta carga trata de recuperar, además de los costes de gestión del tráfico ferroviario, los de mantenimiento de la infraestructura.

#### **2.4.2.4.2. Cargas por servicios adicionales**

- Terminales intermodales: se cobra en euros por mes de uso, dependiendo el precio de la terminal en cuestión.
- Estaciones de clasificación: se cobra en euros por mes de uso. El precio es igual al producto del número de vías solicitadas por el precio unitario.
- Estacionamiento prolongado (más de una hora): para los trenes de mercancías en algunas vías.
- Uso de las vías de la estación de “Futuroscope”: carga fija mensual para amortizar la inversión de su construcción.
- Energía de tracción: por el suministro de energía de tracción, *RFF* cobra una carga igual al producto de la distancia viajada por un precio unitario (en EUR/tren-km). Esta carga cubre además una parte del coste del mantenimiento de la red de transporte y distribución perteneciente a *RFF* (subestaciones y líneas de contacto).
- Transporte de energía: por el transporte de energía, *RFF* cobra una carga igual al producto de la distancia viajada por un precio unitario (EUR/km-tren). Cubre los gastos de transporte de energía aguas arriba de la red de *RFF* (líneas de conexión, el coste de las pérdidas en el transporte en la red de *RFF* y la contribución al Servicio Público de Electricidad) (*RFF*, 2003).

#### **2.4.2.5. Italia**

El Gobierno estableció las cargas de acceso por medio de la aprobación en el Parlamento, en julio de 2000, del Plan de Transporte Nacional. La competencia en la red ferroviaria comenzó en el 2001 en el tráfico de mercancías. Aún así, la operadora de

mercancías de titularidad estatal (*Trenitalia Cargo*), ha perdido tan sólo el 1% de su tráfico a manos de las nuevas compañías. Todos los servicios de pasajeros (desde la *AV* a los locales) van a ser abiertos a la competencia, comenzando por los servicios regionales. Como parte de este programa de liberalización, el gobierno ha transferido responsabilidades a los gobiernos regionales en relación a los servicios locales y regionales de pasajeros (Knutton, 2002).

Las consecuencias de este programa de apertura han sido que los ferrocarriles privados han incrementado su actividad, principalmente el operador *Ferrovía Nord Milan*. Además, unas 30 empresas han obtenido licencias, aunque todavía no han logrado sus certificados de seguridad. La mayoría de estas licencias se han solicitado para servicios de pasajeros regionales, pero la compañía *Rail Traction Company (RTC)* ha logrado un contrato en la ruta de Brenner, de cara a ofertar transporte de mercancías entre Italia y Alemania (Evans, 2004).

#### **2.4.2.5.1. Servicios ofertados**

Los servicios ofertados por el gestor de infraestructura *Rete Ferroviaria Italiana (RFI, 2004)* a los operadores son:

##### Paquete de acceso mínimo:

- Tratamiento de la solicitud de capacidad
- Utilización de la capacidad asignada
- Utilización de los desvíos y ramales
- Control de tráfico
- Utilización del sistema de alimentación eléctrica
- Cualquier otro tipo de información necesaria para la realización y gestión del servicio relativo a la capacidad concedida

##### Servicios obligatorios:

- Acceso y utilización de las instalaciones de abastecimiento de combustible
- Acceso y utilización de las estaciones de viajeros, edificios y andenes
- Acceso y utilización de las terminales de mercancías

- Acceso y utilización de las áreas de formación de trenes
- Acceso y utilización a los talleres de mantenimiento y depósitos de material móvil
- Servicio de maniobras
- Control del transporte de mercancías peligrosas
- Asistencia técnica en la circulación de trenes especiales
- Prestación de servicio ferroviario/marítimo a Sicilia y Sardeña

Servicios complementarios:

- Suministro de la corriente de tracción
- Precalentamiento y climatización de los trenes de pasajeros
- Suministro de combustible
- Suministro de agua
- Acceso a la red de telecomunicaciones GSM-R para el servicio tren-tierra

Servicios auxiliares:

- Suministro de información adicional no relacionada con la programación y circulación del tren
- Estudios de realización de horarios
- Apertura y habilitación de estructuras y líneas cerradas.

**2.4.2.5.2. Sistema de tarificación**

Para establecer el régimen de cargas la red ha sido dividida en ocho nodos (zonas situadas en torno a las grandes ciudades o principales nudos ferroviarios), la red básica (donde el volumen de tráfico es más elevado) en 39 segmentos y red secundaria (resto de la red), en la cual la densidad de tráfico es menor.

El sistema de tarificación en Italia utiliza una tarifa dual que se compone de tres elementos (dos cargas de acceso y una parte variable):

- Una carga fija por el acceso a determinadas secciones de la red principal, que dependiendo de las líneas varía entre los 0 EUR/tren-km (red secundaria) hasta los 64,56 EUR/tren-km (red básica).

- Una carga fija por acceso a los nodos, que se paga por el tiempo de permanencia, a razón de 1 EUR por minuto.
- Cargas por el uso: las cargas se incrementan en función de la velocidad (en términos de agresión a la vía y de capacidad consumida), peso del tren, densidad de tráfico en la línea y la franja horaria (Peter, 2003 y Knutton, 2002).

Principio de tarificación		Costes medios
Canon	Parámetro imposición	Observaciones
<b>Parte fija</b>		
Acceso a líneas	Tren-km	Según el nivel de tráfico
Acceso a nodos	Minuto	Existen ocho nodos que se corresponden con las principales áreas metropolitanas y nudos ferroviarios
<b>Parte variable</b>		
Circulación	?	Según congestión, velocidad y peso del tren
Carga suplementaria: principales estaciones de viajeros	?	
Carga suplementaria: electricidad de tracción	?	
Descuento: trenes locales	?	Varía en función según la congestión y calidad de la infraestructura
Descuento:	Tren-km	Doble para los trenes de mercancías que para los de viajeros de larga distancia. Muy pequeño para los trenes locales

*Nota. ?: desconocido*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Peter (2003) y Knutton (2002)

### **Tabla 8. Sistema de tarificación en Italia**

Existen dos tipos de descuentos:

- Para servicios de menos de 120 km de longitud. La cuantía del descuento es distinta en cada una de las tres bandas horarias en las que se divide el día, correspondiendo la menor a la hora punta (06:00-09:00 h). También se tiene en cuenta el equipamiento de

la línea: los mayores descuentos se aplican cuando se circula por las líneas de menores prestaciones.

- Por volumen de tráfico: 0,612 EUR por tren-km para trenes de mercancías, 0,312 EUR por tren-km para trenes de viajeros larga distancia y 0,032 EUR por tren-km para trenes de corta distancia.

El Estado se hace cargo de los costes de inversión, mantenimiento y renovación, por lo que las tarifas establecidas tan sólo pagan los costes de explotación de la red ferroviaria. Las cargas medias se sitúan en torno a 2,3 EUR/tren-km para las líneas convencionales y 12 EUR/tren-km para las de *AV*, debido a la mayor calidad de la infraestructura que utilizan (Knutton, 2002). El sistema pretende alcanzar un índice de cobertura lo más cercano posible a los costes medios (contando con la subvención estatal, que se sitúa en torno al 60 % del coste de la infraestructura) (ECMT, 2005a). La ECMT (2001) apunta que el sistema de cargas recauda aproximadamente los costes directamente imputables al tráfico realizado (estimados en un 35% del los costes generales).

#### **2.4.2.6. Reino Unido**

Debido a la complejidad del proceso de liberalización del sector ferroviario en el Reino Unido, se ha dividido en tres épocas: privatización y gestión de *Railtrack*, proceso de negociación y gestión de *Network Rail*.

##### **2.4.2.6.1. Primera época: privatización y gestión de *Railtrack***

El Reino Unido constituye un caso único en Europa, al acometerse la privatización tanto de la gestión de la infraestructura como de la prestación de los servicios. La experiencia de este país, a pesar de los errores cometidos durante el proceso, proporciona datos reales que pueden ser de gran ayuda de cara al camino a recorrer por otros países.

La reforma del sistema ferroviario del Reino Unido se inició en 1992. Al año siguiente se inicia la reestructuración de *British Railways (BR)*, empresa ferroviaria estatal, y entre 1995 y 1997 se procede a la privatización de las empresas en las que se dividió *BR* (Lamas, 2002).

Para llevar a cabo la privatización, en 1993 se constituyó una división autónoma de *BR* que en adelante actuaría como organismo propietario y gestor de la infraestructura: *Railtrack*. Su venta se llevó a cabo en 1996 por 2.2900 millones de euros mediante oferta en bolsa. La propiedad y gestión de la infraestructura quedaba así en manos de un monopolio privado.

La operación de los servicios de viajeros se repartió entre 25 compañías concesionarias y el transporte de mercancías se puso en manos de los operadores privados, esta vez con libertad de acceso. En realidad el acceso a los servicios de viajeros era muy limitado, debido a las decisiones del Regulador Ferroviario (*ORR*) (había servicios en los que no estaba permitido el acceso de nuevos operadores) y a la falta de capacidad de la red (Corzo, 2004).

Respecto al transporte de mercancías, se constituyeron dos grandes compañías que se distribuyeron el mercado. Por un lado *Freightliners Ltd*, una compañía de tráfico intermodal y por otro *EWS (English Welsh and Scottish Railway Ltd)*, de mercancía convencional. Con el paso del tiempo, *Freightliner* se ha ido desplazando hacia el negocio del transporte general, entrando en competencia con *EWS*, justo en un momento en que ésta última ha abierto sus puertas a los tráficos combinados. Aparte de estos grandes operadores, otros operadores de menor entidad han irrumpido en el mercado (Evans, 2004).

En el sistema británico, el canon lo establece *ORR* encargándose de su cobro el gestor de infraestructura, excepto las sanciones y penalizaciones, que son competencia de la Autoridad Estratégica Ferroviaria (*SRA*), organismo creado en el año 2000, y que asume todas las funciones de regulación en materia ferroviaria. Las reglas para la determinación del canon son propuestas por *SRA*, y deben ser aprobadas por *ORR* (Corzo, 2004).

*ORR* es un organismo público encargado desde el año 1993 de la regulación y supervisión del gestor de la infraestructura. Entre sus cometidos está la autorización de la estructura de las cargas, la expedición de licencias y la aprobación de los contratos de acceso ("*Track Access Agreement*") que se establecen entre el operador y el gestor, y

mediante los cuales se adjudica la capacidad. También actúa como organismo de apelación y garante de las condiciones de competencia en el mercado (Corzo, 2004).

Durante la década de los noventa el sistema de tarificación tenía una base importante en la negociación entre el gestor y el operador, lo que provocó que la tarificación fuera más compleja y radicalmente distinta al resto de modelos utilizados en Europa. Ante la imposibilidad de que los ingresos vía tarifas cubrieran todos los costes (construcción, mantenimiento y explotación) y un cierto superávit para repartir dividendos a los accionistas de *Railtrack*, fueron necesarias subvenciones a los servicios de transporte ferroviario (en concreto, a los de viajeros, para que los operadores pudieran pagar los elevados cánones de acceso).

La privatización de la infraestructura ferroviaria en el Reino Unido ha conllevado problemas<sup>13</sup>, ya que al ser *Railtrack* una empresa privada obligada a obtener beneficios, no tenía incentivo para realizar inversiones en mantenimiento y mejora de la infraestructura, ya que éstas suponían una disminución de sus beneficios.

Este escenario se da por finalizado en diciembre de 2001, cuando el Gobierno interviene *Railtrack*, que es sustituida por una empresa sin ánimo de lucro denominada *Network Rail*.

Las cargas de acceso en la época de *Railtrack* tenían la siguiente estructura (Nash y Matthews, 2002a y *ORR*, 1998):

- Servicios de viajeros adjudicados por concesión: se establecía una tarifa dual en su mayor parte fija (91% como valor medio). La parte variable era muy pequeña, en torno al 9% (aunque variaba desde el 1 al 18% en función del acuerdo al que se llegara con la compañía operadora durante el proceso de negociación). La parte variable se repartía entre cargas por uso de la vía (tratando de reflejar los costes de mantenimiento y renovación extra causados por un tren adicional, que suponían el 3%) y el consumo de electricidad de tracción (un 6% aproximadamente).

---

<sup>13</sup> La disminución de la seguridad en la red ha sido el más importante de todos ellos, reflejándose en los accidentes de Paddinton (1997), Ladbroke (1999) y Hartfield (2000).

- Servicios de viajeros no adjudicados por concesión: las cargas de acceso se fijaban en función los costes variables (uso de la vía y corriente de tracción), más un plus por congestión que reflejaba el coste adicional del nuevo tren en circulación (principalmente consumo de capacidad). Esta carga de capacidad era negociada entre ambas partes de cara a repartir los riesgos asociados a la nueva circulación (retrasos y cancelaciones).
- Trenes de mercancías: originalmente las cargas estaban basadas en los *PR*, estableciéndose por medio de un proceso de negociación según la disposición a pagar. Sin embargo, tras la consolidación de *EWS* como principal operador de mercancías, se negociaba un contrato a largo plazo, cuyas tarifas se basaban en una parte fija muy elevada y una pequeña parte variable. La parte fija se basaba en los costes marginales a largo plazo; la parte variable era independiente del tramo por el que se circulase.

Resumiendo, la parte fija se establecía de cara a recaudar las necesidades financieras de *Railtrack* y la parte variable para recuperar los costes marginales, imputados según el tráfico (Lamas, 2002). De todas formas, la poca importancia relativa de la parte variable no reflejaba todos los costes marginales (*ORR*, 1998).

Debido a su planteamiento, las cargas eran muy elevadas, tanto que arruinaban a los operadores de mercancías (que no recibían ningún tipo de subvención) lo que les hacía perder competitividad en sus mercados (Burkhardt, 2002). Así pues, los ingresos medios procedentes de las cargas del tráfico de viajeros suponían el 90 % del total en el año 2000, alcanzando los 7,13 EUR/tren-km, es decir, siete veces más que en Suecia (1,04 EUR/tren-km) y tres veces más que los propuestos en España, estimados en 2,45 EUR/tren-km para la red de *AV* (Esteras y de la Cueva, 2000). Para hacer frente a este canon tan elevado, los servicios de viajeros recibían una subvención. Por otro lado, *Railtrack* estuvo recibiendo fondos para sus necesidades de financiación directamente de la *SRA* a modo de subvención (Nash y Matthews, 2002a).

En cuanto a la apertura de mercado, el transporte de viajeros está abierto a la competencia mediante concursos públicos internacionales, en los cuales se adjudica la concesión correspondiente. El transporte de mercancías está totalmente liberalizado.

Todos los servicios de transporte por ferrocarril son efectuados por empresas privadas en su totalidad (Corzo, 2004).

#### **2.4.2.6.2. Segunda época: proceso de negociación**

El sistema de tarificación descrito en los anteriores párrafos fue modificado según el proceso de negociación llevado a cabo entre *Railtrack* y la Oficina del Regulador Ferroviario (*ORR*) (*Railtrack*, 2001; *ORR*, 2000 y 2001).

En cuanto al sistema de tarificación (Nash et al, 2003), las recomendaciones del regulador al final del proceso en el año 2001 fueron:

- Incrementar la parte variable del canon para reflejar la totalidad de los costes de mantenimiento y conservación y el 50% de los costes de congestión. No se proponía cargar la totalidad de los costes de congestión para evitar que los operadores redujeran el número de servicios.
- Establecer un canon único para todos los operadores. Este canon consiste en una tarifa dual para las concesiones de viajeros. Para los tráficos de mercancías y viajeros con libre acceso se basa en una tarifa simple.
- Creación de una carga basada en el incremento de tráfico para cubrir los gastos de renovación y mejora de la red.

Respecto a los tráficos de mercancías, el regulador llegó a la conclusión de que el canon debía reflejar únicamente los costes variables asociados a este tipo de tráfico. Según esto, los operadores de mercancías no debían pagar costes fijos ni comunes. Para hacer posible esta medida, la *SRA* pagaba estos costes a *Railtrack* (Nash et al, 2003 y *ORR* 2001), y el canon para los trenes de mercancías debía contener únicamente las siguientes cargas:

- Cargas por el uso
- Cargas por la electricidad de tracción
- Cargas por el retraso atribuido en el régimen de operación al tráfico de mercancías

- Carga por capacidad: que refleje la mayor flexibilidad (respecto a los tráficos de pasajeros) de los tráficos de mercancías

La cuantía y reparto de las cargas quedó como sigue:

- Carga para trenes de mercancías de carbón/mineral de hierro desde 2002: 3,36 libras/1000 t-milla
- Carga para resto de trenes de mercancías desde 2002: 2,85 libras/1000 t-milla

De las cargas anteriores, entre el 85 y el 90% correspondía a carga por el uso, asignándose el resto a capacidad y electricidad de tracción.

#### **2.4.2.6.3. Tercera época: gestión de Network Rail**

##### La desaparición de Railtrack

En 2002, la compañía *Network Rail* sustituyó a la desaparecida *Railtrack*, encargándose a partir de entonces del mantenimiento y desarrollo de la red. *Network Rail* tiene además otras funciones, como el control y la seguridad del tráfico, la adjudicación de capacidad y el cobro de las cargas por el uso de la infraestructura.

Un plan de 500 millones de libras financiado por el Gobierno (300 millones de libras para los accionistas) y por créditos de la City (200 millones) preparó el camino para que *Railtrack* fuera adquirida directamente por *Network Rail Limited*, la empresa sin ánimo de lucro que sustituyó a *Railtrack*.

Así pues, *Network Rail* es un híbrido de empresa público-privada puesta en marcha por el Gobierno, de quien recibe préstamos. Responde ante un Comité de 100 miembros, en el que están representados accionistas, operadoras y grupos de viajeros y aunque este Comité sólo se reúne tres veces al año y tiene poder limitado, sí que cuenta con el poder de rechazar directores. Las operaciones de cada día son dirigidas por los directores, que es una de las razones por las que la Oficina Nacional de Estadística considera *Network Rail* una empresa privada, además de porque la garantía que el Gobierno ha dado para sus préstamos es denominada como para “riesgos imprevistos”. Por otra parte, y en

línea con las prácticas del sector privado, los directivos son recompensados por cumplir con unos indicadores determinados dentro de los objetivos propuestos.

En 2003 *Network Rail* hizo público su primer plan de negocio desde que tomara la responsabilidad de la red ferroviaria británica. En él ponía de manifiesto la precariedad en la que se le traspasaba la infraestructura y la congestión existente en la misma, todo ello consecuencia directa de la falta de inversión en renovación y mantenimiento sufrida durante años. También presentó su plan de transformación de la gestión de la red y mejora del servicio, para concluir con su objetivo de reducir costes sin dejar de lado la seguridad.

Desde el 2003, *Network Rail* ha ido introduciendo una serie de iniciativas de cara a mejorar la eficiencia y el rendimiento. Estas iniciativas tienen que ver con la gestión del mantenimiento de la infraestructura: internalizar parte del negocio para conocer de primera mano los costes y así estar en mejores condiciones de negociar el resto del mantenimiento con las empresas constructoras y tener un mayor control sobre las actividades de mantenimiento. También se acordó llevar a cabo una revisión mensual de cada unidad de negocio de *Network Rail*, de cara a controlar los costes y la eficiencia obtenida. De cara a los próximos diez años, se pretende seguir mejorando en costes, eficiencia y rendimiento (*Network Rail*, 2003).

Una vez incorporadas todas las conclusiones del proceso de negociación entre el regulador ferroviario y el gestor de la infraestructura, el sistema de tarificación quedó establecido según se describe a continuación.

#### Cargas para los servicios de viajeros adjudicados por concesión

El sistema aplicado a los servicios de pasajeros adjudicados por concesión se compone de las siguientes cargas (ORR, 2003):

##### *Carga fija*

Esta carga sólo puede modificarse si se produce una redistribución de concesiones o durante el periodo de control, que tiene lugar cada año. La carga fija puede incluir costes de financiación de la mejora de la infraestructura si el periodo de ejecución de la

mejora es más largo que el del contrato de la concesión. También los costes adicionales de señalización y control de tráfico (por mantener una línea abierta durante la noche, por ejemplo) pueden ser incluidos en esta carga.

#### *Carga variable por el uso*

Trata de recuperar los costes de mantenimiento y renovación de la red asociados a la circulación de un tren adicional. Se imputa en función del indicador tren-milla, variando el precio en función del tipo de vehículo (peso, masas no suspendidas, velocidad máxima y número de ejes).

#### *Carga por la electricidad de tracción*

El consumo de electricidad de tracción se imputa a los operadores en función de tasas de consumo estimadas para cada tipo de tren<sup>14</sup>. Para automotores:

$$\text{Coste estimado (carga)} = \text{tarifa} * \text{tasa de consumo (kWh)} * \text{tren-milla}$$

-Para trenes traccionados por locomotoras:

$$\text{Coste estimado (carga)} = \text{tarifa} * \text{tasa de consumo (Wh)} * \text{tonelada brutas-milla}$$

#### *Carga por capacidad*

Trata de recuperar el coste asociado a la congestión que supone la circulación de un tren adicional (aumento del tiempo requerido para recuperar la normalidad en la circulación tras una incidencia y aumento de la probabilidad de que se produzcan retrasos). Estas cargas dependen de la banda horaria y de la línea. Se aplican a todo tipo de servicios (viajeros, mercancías, etc.), siendo establecidas de antemano por el Regulador excepto en algunos casos donde se negocian entre el gestor y el operador. Antes del proceso de revisión periódica la carga por capacidad iba incluida en la parte fija.

---

<sup>14</sup> Esta carga también recupera los costes de mantenimiento y renovación de las instalaciones de electrificación (ORR, 1999).

### *Otras cargas*

- Carga por costes incrementales: asociada a financiación de mejoras de la red y costes extra de operación.
- Carga de seguridad ferroviaria: se imputa a través de la carga fija.
- Carga por el cambio de ley: tiene que ver con los ajustes derivados de cambios legislativos.
- Beneficios extra de *Network Rail*: en el caso de que el gestor obtenga beneficios extra, un 25% se devuelve a los operadores.

### Servicios de viajeros no adjudicados por concesión

Se incluyen aquí los trenes charter y operadores en régimen de acceso libre. El sistema de tarificación aplicado (ORR, 2003) consiste en una tarifa simple que incluye las siguientes cargas:

- Carga variable por el uso
- Carga por electricidad de tracción
- Carga por capacidad.

### Cargas para los servicios de mercancías

El nuevo sistema de cargas establecido por *ORR* (2004) para estos tráficos trata de evitar que las cargas para los trenes de mercancías sean muy elevadas, como ocurría durante la época de *Railtrack*. Otro objetivo que persigue es el uso eficiente de la capacidad de la infraestructura ferroviaria. Se compone de las siguientes cargas:

- Carga variable por el uso: trata de recuperar los costes marginales de mantenimiento y renovación. Se imputa según el número de millas, variando el precio en función del tipo de vagón, mercancía transportada y tipo de locomotora. Los aspectos relativos al material móvil que se tienen en cuenta a la hora de calcular esta carga son: peso, masa no suspendida, velocidad media de operación, velocidad máxima, número de ejes y tipo de suspensión.
- Carga por el uso de electricidad de tracción: igual que los servicios de viajeros.

Principio de tarificación		Costes medios
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
<b>Parte fija</b>		
Carga fija	No procede	Sólo para servicios de viajeros asignados por concesión. Recupera costes de inversión (intereses, mejoras y modernizaciones de gran entidad, etc.) y de administración y gestión del tráfico
<b>Parte variable</b>		
Carga variable por el uso	Tren-milla	Varía en función del tipo de vehículo. En los trenes de mercancías varía además según el tipo de mercancía. Recupera costes de mantenimiento y renovación de la infraestructura.
Electricidad de tracción	kWh estimados*tren-milla	Automotores.
	Wh estimados*TB-milla	Trenes remolcados por locomotoras.
Carga por electrificación	?	Recupera costes de mantenimiento y conservación del sistema de electrificación
Carga por capacidad	Según la capacidad consumida	Según el aumento en el riesgo de retrasos y en el tiempo de normalización en el tráfico tras una incidencia
	Penalizaciones	Según quién es el responsable de retrasos o cancelaciones de servicios (gestor/operador)
	Descuentos	Para los trenes de mercancías, por su mayor flexibilidad en la asignación de surcos
Costes incrementales	?	Para financiar mejoras de la infraestructura que no sean de gran entidad. También puede cubrir costes adicionales de operación
Estaciones	?	Según contrato de acceso con el propietario
Depósitos y talleres	?	Según contrato de acceso con el propietario

*Nota 1. TB: peso total del tren en toneladas*

*Nota 2. ?: desconocido*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de McMahon (2005), ORR (2004), ORR (2003) y ORR (1999)

**Tabla 9. Sistema de tarificación en el Reino Unido**

- Carga por capacidad: trata de recuperar el incremento en los costes de congestión que supone la circulación de un tren de mercancías. Incluye descuentos que tienen en cuenta la mayor flexibilidad de programación de surcos para trenes de mercancías.
- Costes incrementales: tras el proceso de revisión, el regulador llegó a la conclusión de que los tráficos de mercancías no debían pagar los costes fijos o comunes de la red existente. Sin embargo, en aquellos casos en los que la red es mejorada para facilitar el tráfico de mercancías se pretende recuperar la inversión a través de estas cargas. Esta carga no trata de financiar grandes obras de mejora o modernización, para lo cual se fija un límite anual de recaudación.
- Financiación de mejoras específicas a petición del operador: esta carga se aplica cuando la mejora a realizar es de mayor entidad y supera el límite establecido para la anterior.
- La utilización de las estaciones de viajeros o los depósitos y talleres de material móvil se regula a través de contratos de acceso con el propietario, que puede ser *Network Rail* o un operador de transporte.
- En el año 2005 se crea una carga específica para recuperar los costes de mantenimiento y conservación del sistema de electrificación (McMahon, 2005).

#### **2.4.2.7. Suecia**

Los ferrocarriles suecos fueron los primeros en abordar la separación de la gestión de la infraestructura y la prestación de servicios de transporte en 1988, lo que dio lugar a la creación del gestor de infraestructura *Banverket (BV)* y el operador estatal *Statens Järnvägar (SJ)*; estas dos compañías son de propiedad pública, pero con orientación comercial y competitiva. Junto con esta medida se establece ya en dicho año un sistema de tarificación por el uso de la misma, consistente en una tarifa dual basada en una carga fija y una serie de cargas variables dependientes del tráfico.

Las reformas llevadas a cabo en 1988 tenían tres objetivos:

- Acercar las condiciones de prestación del transporte ferroviario a las del transporte por carretera
- Dar soporte financiero al ferrocarril para que pudiera captar una mayor cuota de mercado y así aprovechar su mejor comportamiento en cuanto a seguridad y comportamiento medioambiental
- Transferir la responsabilidad de la explotación de líneas secundarias de débil tráfico a las autoridades regionales.

Puesto que las cargas establecidas no alcanzaban a cubrir ni siquiera la totalidad de los costes de mantenimiento, se establecieron subvenciones, que se daban directamente a *BV* teniendo en cuenta una estimación de los ingresos de los operadores vía cargas. Aparte de esto, se daba una subvención adicional para inversiones en mejora de la red. Por último, se subvencionaba a las autoridades regionales para que pudieran hacerse cargo de los servicios en la red transferida y algunos servicios interregionales que de otra forma habrían desaparecido.

Poco a poco, el mercado se ha ido abriendo a la competencia. En cuanto a los servicios de viajeros, la competencia apareció en 1989 en algunos servicios regionales. Durante los noventa nuevos operadores compitieron por servicios no rentables (obviamente subvencionados), de tal forma que hoy en día *SJ* no es el principal operador en los servicios en el ámbito regional. En cuanto a las mercancías, durante los años noventa fueron apareciendo pequeños operadores, al principio actuando como subcontratas de *SJ* en los extremos de la red y después a lo largo de toda ella (Nilsson, 2002b).

En 1999, el Parlamento modificó el sistema primitivo, estableciendo una tarificación en base al coste marginal social, incluyendo costes marginales por contaminación y accidentes, con los que se intenta incentivar un uso más eficiente de las infraestructuras de transporte. A este canon basado en costes de carácter variable, se le añaden costes fijos para contribuir a la financiación de infraestructuras como la conexión Öresund.

El canon introducido con Ley de Transportes de 1999 se caracteriza porque se reducen las cargas por utilización de la infraestructura ferroviaria al suprimir la parte fija. Con

ello se pretendía equiparar los sistemas de tarificación de ferrocarril y carretera para corregir las distorsiones en la competencia intermodal. Estas nuevas cargas son las mismas para toda la red y material móvil. El sistema sueco tiene la peculiaridad de que no existen cargas fijas de control de tráfico (Lamas, 2002 y Nilsson, 2002b).

En lo referente al transporte ferroviario de viajeros, *SJ* sigue siendo el operador dominante, con un 90% de tráficos. Los servicios deficitarios que se consideran rentables socialmente son sacados a concurso por las Autoridades Regionales de Transporte y adjudicados articulando la subvención correspondiente, existiendo libre acceso al transporte de mercancías en la red ferroviaria estatal. El resultado es un creciente número de compañías privadas compartiendo la vía con las compañías públicas (Nash y Matthews, 2002a). En el 2004 hay 20 compañías privadas operando en el transporte de mercancías (Evans, 2004). Respecto al transporte de viajeros, en 2002 sólo los servicios de larga distancia (explotados por *SJ*) funcionan en régimen de monopolio, estando el acceso todavía restringido en la mayoría de estos servicios (Nilsson, 2002b). En los últimos cinco años los tráficos de pasajeros han aumentado un 30% (del Val, 2004a).

En cuanto al transporte internacional, las empresas ferroviarias de otros Estados miembros de la *UE* y Suiza tienen derecho de acceso para realizar transporte internacional de mercancías, si cumplen las condiciones establecidas en la normativa comunitaria (Directiva 2001/12/CE) (Corzo, 2004).

En enero de 2001 *SJ* se dividió en seis sociedades anónimas estatales e independientes: *SJ AB*, operador de servicios de viajeros, *SJ Green Cargo AB*, operadora de mercancías y *AB Swedecarrier*, que es un holding que engloba el patrimonio, se hace cargo de las operaciones de mantenimiento más importantes, etc.

El sistema de tarificación que rige en este país es aprobado por el Ministerio de Transportes y el marco de financiación se fija con un procedimiento que debe ser aprobado por el Parlamento. El cobro del canon está delegado a *Banverket*, y funciones como la regulación, supervisión de la seguridad y concesión de licencias y permisos están asignadas al Inspector Ferroviario, un organismo financiado por el Ministerio de Transportes (Nilsson, 2002b).

Para la adjudicación de la capacidad, existe la denominada Autoridad de Tráfico Ferroviario, que fija los horarios en los que operarán las empresas ferroviarias autorizadas; también tiene capacidad de arbitraje frente a reclamaciones por cuestiones de asignación de capacidad o derechos de acceso. Tanto el Inspector Ferroviario como la Autoridad de Tráfico Ferroviario son independientes de *Banverket*, aunque dependen de él administrativamente hablando (Corzo, 2004).

Suecia adopta un sistema de financiación de la infraestructura que se basa en el bienestar social y en la internalización de costes externos (cargas basadas en el coste marginal social a corto plazo). Como forma de armonización de las condiciones de competencia intermodal, utiliza la misma metodología de cálculo para el ferrocarril y la carretera. A continuación se describen los costes incluidos (Nilsson, 2002b).

- Costes marginales de mantenimiento y conservación: los costes a partir de los cuales se fijan las tarifas de mantenimiento y conservación se basan en un estudio de la influencia del tráfico ferroviario en los costes de mantenimiento de la infraestructura llevado a cabo en las redes sueca y finesa. La idea de este estudio ha sido relacionar los costes de mantenimiento con el tráfico (medido en toneladas brutas-km, *-TKB-*) y con una serie de características de la infraestructura (longitud de vía, número de desvíos, túneles, puentes, etc.). Se basa en una aproximación “up-stream” en la que se utilizaron los datos de 160 tramos de vía. Los datos analizados no incluían costes comunes a varios tramos de vía ni los costes administrativos. Debido a que no se había definido cómo medir la carga de tráfico en estaciones, tampoco se consideran en el estudio. Los resultados iniciales indicaron que el gasto en las vías varía linealmente con el tráfico y que la elasticidad era de tan sólo 0,2 (un 10% de incremento del tráfico sólo se traduce en un 2% de aumento de los costes). Una versión mejorada del anterior estudio reveló una pequeña curvatura en la relación y una elasticidad de 0,17. Por lo tanto, se comprobó que el coste marginal de mantenimiento y conservación causado por el tráfico ferroviario es pequeño. El sistema de tarificación sueco no trata de cubrir los costes de renovación de la infraestructura (costes marginales a largo plazo).
  
- Información: todos los trenes de pasajeros pagan un canon por la información suministrada a los viajeros.

- Maniobras: el canon por coche o vagón maniobrado para la formación de trenes en las principales estaciones trata de ajustarse al coste marginal de este servicio, pero los datos de costes de estas instalaciones y en particular, del número de vagones o coches maniobrados es incompleto y, a veces, incorrecto.

Principio de tarificación		Coste marginal social
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
Carga por vía	<i>TKB</i>	Recupera costes mantenimiento y conservación vía
Enlace de Öresund (viajeros)	<i>TKB</i>	Se paga en toda la red. Para financiar esta infraestructura. Ascende al doble que la carga por vía
Enlace de Öresund (mercancías)	Por travesía	Para financiar esta infraestructura.
Información a pasajeros	En función de la cantidad básica de información	Recupera costes del tratamiento de la información, elaboración de paneles con horarios, etc.
Estaciones de clasificación	Por vagón o coche maniobrado	
Accidentes	<i>TKB</i>	Trenes mercancías pagan la mitad
Carga por diesel	Por litro de combustible	Por el mayor coste ambiental que este tipo de tracción supone. Varía con la potencia

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Banverket* (2000 y 2002), Nilsson (2002b) y CE (1999a)

**Tabla 10. Sistema de tarificación en Suecia**

- Externalidades: la primitiva carga por accidentes instaurada en 1988 imputaba por una metodología “*top-down*” el coste total externo de los accidentes (por tren-km). En 1997 esta carga se redujo considerablemente al considerarse que los accidentes no eran generalmente imputables al ferrocarril, puesto que se producían por invasiones ilegales de la vía por peatones o automóviles. También cambió el parámetro de imputación (por *TKB*). El problema del sistema de imputación de los accidentes es que está basado más en los costes medios que los marginales. La tarifa por diesel se paga por encima del precio del combustible consumido, de cara a internalizar los costes externos que este tipo de tracción produce (el 10% del número de tren-km en Suecia son realizados con

tracción diesel). Según *BV* esta carga debería multiplicarse por 5 ó 10 para internalizar el coste realmente producido, pero no se hace porque perjudicaría a los operadores regionales, que utilizan principalmente este tipo de tracción.

- Congestión: Suecia no tiene en cuenta en su sistema de tarificación la escasez de capacidad. Esto puede explicarse por el hecho de que en la red sueca no hay graves problemas de congestión. De incluir este coste, Nilsson (2002c) propone aplicar cargas basadas en el coste marginal, y sólo en las líneas congestionadas.

Como conclusión, el estudio realizado en las redes sueca y finesa determinó que las cargas eran más bajas de lo que deberían para promover un uso eficiente de la infraestructura. En concreto, la carga por mantenimiento sólo cubría un 20% de los costes de mantenimiento que se habían considerado en el análisis (Nilsson, 2002b).

Los ingresos vía canon en 2001 procedían en un 65% del transporte de viajeros (Lamas, 2002). Dado el bajo nivel de recaudación alcanzado por el sistema de tarificación en Suecia, la subvención de los costes de explotación, mantenimiento y financiación de la infraestructura ferroviaria es muy importante (del Val, 2004b).

#### **2.4.2.8. Suiza**

Desde que se hizo efectiva la Reforma Ferroviaria el 1 de enero de 1999 los operadores ferroviarios nacionales y extranjeros pueden utilizar la red ferroviaria por medio de la solicitud de acceso y cumpliendo una serie de condiciones. Existe una única agencia de venta de surcos y un sistema de tarificación común para los tres gestores de infraestructura existentes *SBB (Swiss National Railway) Infrastruktur*, *BLS (Lötschbergbah) Infrastruktur* y *RM (Regionalverkehr Mittelland) Infrastruktur*. Esta agencia se conoce con el nombre de *One-Stop Shop (OSS)* y ofrece los siguientes servicios básicos:

- Utilización de un surco ferroviario con una calidad acordada previamente, incluyendo los servicios de operación del tren
- Abastecimiento energía de la catenaria

- El desarrollo seguro y según lo programado de las operaciones en la línea, estaciones y nudos ferroviarios, incluyendo los sistemas de telecomunicaciones necesarios para la gestión de las mismas
- Provisión de una vía de andén para los trenes de viajeros en las estaciones con parada comercial, según los requerimientos del tráfico y las facilidades de acceso de los viajeros a las instalaciones de la estación
- El uso de la vía por trenes de mercancías que no se fraccionen durante el recorrido.

El precio de estos servicios básicos se compone del precio mínimo y el margen de contribución:

#### **2.4.2.8.1. Precio mínimo**

Aplicable a todos los tráficos. Refleja el coste marginal estándar. Es fijado por la *Oficina Federal de Transporte (FOT)*, entidad dependiente del Departamento Federal de Medioambiente, Transporte, Energía y Comunicaciones en función de las indicaciones de los gestores de infraestructura (*SBB*, 2003a y *ECMT*, 2001). El precio mínimo incluye los siguientes costes:

- Costes de mantenimiento relacionados con el tráfico
- Los costes comunes de personal (administración, control de tráfico, etc.) se imputan repartiéndolos entre todos los operadores en función del número de tren-km
- Costes de electricidad de tracción en función de mediciones, imputando también una carga a los vehículos con tracción diesel

- Los costes específicos de personal y mantenimiento de los nudos ferroviarios<sup>15</sup>, si el tren comienza, termina o realiza una parada comercial en uno de ellos.

La subvención del canon de mantenimiento para los trenes intermodales de mercancías y del canon de utilización de las estaciones de clasificación deja clara la apuesta de potenciar el transporte de mercancías para transferir tráfico desde la carretera. Además, el gobierno está expresamente autorizado a variar este canon para promocionar el transporte ferroviario (*SBB*, 2003a). Otros objetivos del sistema de tarificación suizo son la disminución de los costes externos del transporte ferroviario y el aumento de la eficiencia del ferrocarril.

#### **2.4.2.8.2. Margen de contribución**

Se fija en función de si el tráfico requiere concesión o no (los trenes de viajeros necesitan concesión; los de mercancías y especiales de viajeros, no). Estas cargas ayudan a la financiación de mejoras en la red (Nash et al, 2005).

El margen de contribución para los servicios de viajeros con concesión es fijado para cada caso por la autoridad que concede la concesión de acuerdo con la Ley LCF (*Swiss Railways Act*) en función del beneficio que obtienen los operadores por la utilización de la infraestructura. Se sitúa en torno al 4% del beneficio obtenido para los trenes de larga distancia y en el 14% para los trenes regionales (Nash et al, 2005).

Para el resto de trenes, el gestor de infraestructura es el responsable de fijar el margen de contribución y las cargas por servicios adicionales (o suplementarios) atendiendo a los principios de no discriminación y transparencia según figura en la Ley LCF. (*SBB/RM/BLS*, 2003a; *SBB/RM/BLS* b y ECMT, 2001).

---

<sup>15</sup> Consideran nudos ferroviarios aquellas estaciones con más de 15 cambios, con elevada densidad de tráfico o aquellas de las que parten ramales. También están incluidas las estaciones que cumplen por lo menos dos de las siguientes condiciones: ser conexión con otra línea de diferente ancho o tipo de operación, estación intermodal o estación a control remoto.

Principio de tarificación		coste marginal social
Canon	Parámetro de imposición	Observaciones
Mantenimiento	<i>TKB</i>	Tráficos de transporte combinado subvencionado en un 60%
Energía	kWh	Según contadores a bordo. Tarifa nocturna es un 36% más barata. Los trenes diesel pagan una carga por <i>TKB</i>
Operación de trenes	Tren-km	Cubre costes de personal de administración y control de tráfico ferroviario
Nudos ferroviarios	Por parada comercial	Por inicio, final de viaje, o parada intermedia. Se paga más en los nudos más importantes. Recuperan costes de personal y mantenimiento asociados a estas instalaciones
Margen de contribución: tráfico de viajeros con concesión	% beneficios	Lo fija la <i>Oficina Federal de Transporte (OFT)</i> para cada caso. Datos medios: 4% trenes de larga distancia 14% trenes regionales
Margen de contribución: tráfico de mercancías (red <i>SBB</i> y <i>RM</i> )	TKN	Subvencionado
Margen de contribución: tráfico de mercancías (red <i>BLS</i> )	<i>TKB</i>	Subvencionado
Margen de contribución: tráfico de viajeros sin concesión	Nº de asientos y km ofrecidos	Lo fija el gestor de la infraestructura
Ruido	Eje-km	Por la incorporación de mejoras tecnológicas reconocidas por la <i>OFT</i> que reduzcan la emisión de ruido
Opciones de surco		Según prioridad en el proceso de asignación de surcos y periodo horario en el que se solicita el surco
Estaciones	Por maniobra	
	Estacionamiento: tiempo	El precio aumenta con la importancia de la estación
Estaciones de mercancías	Por vagón o coche clasificado. Por número y tiempo de utilización de vías. Por maniobra aislada	Subvencionado (soportado al 50% entre la <i>OFT</i> y el gestor de infraestructura)

*Nota. TKN (Tonelada-Kilómetro Neta): transporte de una tonelada de carga a lo largo de un kilómetro.*  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *SBB/BLS/RM*, 2003 a y b

**Tabla 11. Componentes del precio mínimo del canon ferroviario suizo**

Además, el margen de contribución incluye otros servicios que causan costes adicionales:

- El transporte de mercancías peligrosas: cubre los costes asociados a los servicios de rescate en el caso de accidentes
- Control de tráfico en el corredor SIM (Frutigen-Hohtenn) en el que se utilizan surcos por debajo de la velocidad estándar
- Suplementos para trenes porta-coches.

#### **2.4.2.8.3. Servicios suplementarios**

Existen tarifas por la realización de maniobras, estacionamiento de trenes en estaciones, provisión de agua y electricidad, uso de las líneas fuera de su horario habitual, uso de básculas, grúas, etc.

Los efectos del proceso de desregulación han sido importantes en Suiza. El sector del transporte de mercancías por ferrocarril es muy competitivo. En el año 2003, *BLS Cargo*, el competidor más importante de *SBB Cargo* alcanzó una cuota de mercado del 12% (en *TKB*) (IBM, 2004).

### **2.4.3. Principios de tarificación**

Para entender mejor los principios de tarificación en los que se basan las experiencias de tarificación de la infraestructura ferroviaria analizadas, se describen a continuación los modelos teóricos en los que se fundamentan:

#### **2.4.3.1. Tarificación en función de los costes marginales**

Considerando la infraestructura existente (para una capacidad de tráfico dada), los costes marginales son la porción de los costes variables que están directamente relacionados con la circulación de un tren adicional (CE, 1999e). Se corresponden con

parte de los costes de mantenimiento y explotación de la infraestructura. Su formulación en la teoría económica es la que sigue:

$$CM = \frac{\Delta CV}{\Delta Q}$$

*Donde:*

*CM es el coste marginal*

*CV son los costes variables*

*Q es la producción (en este caso, el tráfico realizado)*

Por otro lado, la teoría económica señala que para asegurar una asignación de recursos y un proceso productivo eficiente<sup>16</sup>, los precios deben estar basados en el coste marginal asociado al uso de la red de infraestructuras existente (ya que la capacidad de la infraestructura a corto plazo es indivisible y fija). En este caso los precios deben reflejar los costes marginales sociales a corto plazo, que incluyen costes internos y externos. A partir de ahí, la Comisión Europea (CE, 2000) propone la tarificación según los costes marginales sociales a corto plazo incluyendo los siguientes aspectos:

- Mantenimiento y renovación de la infraestructura
- Costes de operación
- Costes de congestión
- Coste de oportunidad por el uso de la capacidad
- Accidentes
- Ruido
- Contaminación atmosférica
- Cambio climático<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup>El término “eficiente” o “eficiencia” se utiliza para hacer referencia a una situación en la que los costes totales se reducen al mínimo para un determinado nivel de beneficios. Ello implica que se tienen en cuenta todas las consecuencias de las decisiones en materia de transporte y que no es posible mejora alguna en la asignación de recursos o en las opciones de transporte.

<sup>17</sup> Nótese que esta propuesta de la Comisión Europea (CE, 2000) incluye el cambio climático dentro de los costes marginales a corto plazo, cuando en realidad es un coste a largo plazo.

El establecimiento de los precios según el coste marginal a largo plazo incluiría el coste de los cambios que pudieran producirse en la red de forma planificada, como determinadas mejoras de capacidad, seguridad, etc. La dificultad de establecer los precios según el coste marginal a largo plazo estriba en la asignación de costes que todavía no se han producido. En concreto, habría que relacionar los plazos de actuación con el periodo de actividad de los diversos operadores, lo cual es complicado. Este hecho, además de introducir incertidumbre en el sistema puede provocar desconfianza entre los usuarios. Además, a largo plazo, todos los costes (incluso los de inversión y del capital) llegan a ser variables, al converger los costes marginales con los costes medios.

#### **2.4.3.2. Tarificación en función del coste medio**

También conocido como modelo basado en el “equilibrio presupuestario” o “criterio de equidad”, trata de recuperar la totalidad del coste asociado a la infraestructura. Para ello se imputa a los usuarios el coste medio, que se obtiene dividiendo el coste total por una medida de producción (por ejemplo, los vehículos-km). Por lo tanto, este sistema refleja el coste total de la oferta de infraestructura viaria por unidad de tráfico. Su formulación es la que sigue:

$$CT_{medio} = \frac{CT}{Q} = \frac{CF}{Q} + \frac{CV}{Q} = CF_{medio} + CV_{medio}$$

*Donde:*

*CT son los costes totales*

*CF son los costes fijos*

*CV son los costes variables*

*Q es la producción*

Frente a la simplicidad, transparencia y potencial de recuperación de costes de este modelo, su implementación es muy difícil de llevar a cabo en la infraestructura ferroviaria. Esto es así por la dificultad en la estimación de los costes de inversión (sobre todo, cuando se trata de conocer el valor actual de infraestructuras existentes) y por lo elevado que resultaría el canon si incluyera todos los costes fijos.

### 2.4.3.3. Tarificación en función de los “Precios de Ramsey”

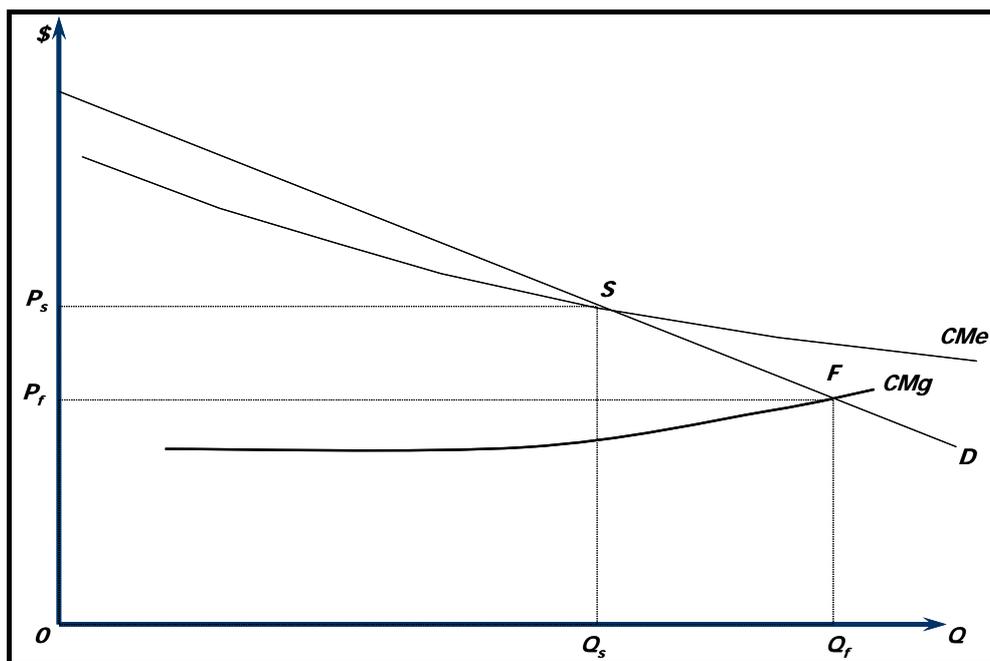
Una forma de establecer las tarifas en un entorno multiproducto como es el de las empresas gestoras de infraestructuras de transporte, que ofrecen diversidad de servicios a los operadores con una serie de “costes comunes”, es la aplicación de los “Precios de Ramsey” (*PR*).

El objetivo de los *PR* consiste en lograr unos precios que garanticen la sostenibilidad del gestor con beneficios nulos (incluyendo un retorno razonable) y la menor distorsión en el bienestar social cuando los precios óptimos (según el coste medio de cada producto) no son implementables. Los *PR* constituyen entonces un sub-óptimo (SIRESE, 2003).

Descripción de la Regla de Ramsey:

- Para una empresa multiproducto, existen múltiples combinaciones de precios que logran beneficios nulos (ingresos totales = costes totales)
- Los *PR* son aquellos que logran el beneficio nulo y al mismo tiempo producen la menor pérdida de bienestar social
- En este caso el bienestar social es igual a la suma del excedente del consumidor más los beneficios de la empresa. Como estos últimos son cero, el bienestar social es igual al excedente del consumidor.

Partiendo de estos principios, las tarifas a establecer serán aquellas que cubran los costes medios asociados a la totalidad de la producción (los precios serán algo mayores, y la demanda algo menor) y garanticen el mayor bienestar social (que la suma de los excedentes del consumidor sea máxima).



Nota. \$, P: precio. Q: producción. CMe: costes medios. CMg: costes marginales  
Fuente: SIRESE, 2003

**Figura 3. Establecimiento de tarifas en un entorno multiproducto**

Aparte de la posibilidad de recuperar la totalidad de los costes, este modelo permite también recuperar costes en un amplio rango desde los costes marginales (punto F) hasta los costes medios (punto S), mediante el establecimiento de distintas tarifas según el sector del mercado. Para ello, la tarificación por encima de los costes marginales debe depender de la sensibilidad de la demanda a los cambios en el precio (es decir, su elasticidad).

Esta es la filosofía de la aplicación de los *PR* al caso de estudio: la puesta a disposición de la infraestructura ferroviaria ofrece servicios en diferentes mercados (*AV*, larga distancia, cercanías, mercancías, etc.), lo que puede utilizarse para establecer distintos precios por su uso. Así pues, para incrementar la recuperación de costes, el canon debe elevarse para aquellos servicios cuya demanda sea menos sensible al precio (demanda inelástica), y seguir tarificando al coste marginal tráficos más sensibles al canon, como los trenes de mercancías<sup>18</sup> (CE, 1998).

<sup>18</sup> Hay que tener en cuenta que los Precios de Ramsey no son siempre implementables: en el caso de demanda perfectamente inelástica (no responde a cambios en los precios), que suele indicar además la inexistencia de sustitutos. Un ejemplo claro es la demanda de transporte público en las grandes ciudades o

En la práctica, este sistema ha sustituido a otros basados en la tarifa dual en Alemania y Reino Unido.

#### **2.4.3.4. Tarificación en función del valor de mercado**

Según Spulber y Yoo (1997), el análisis económico indica que la mejor forma de promover la eficiencia es que el acceso a las redes esté basado en los valores de mercado. El sistema tarifario basado en el mercado tiende a situar los bienes a su mayor y mejor uso; además de dar las indicaciones necesarias a las partes implicadas en lo referente a la inversión en tecnología, por ejemplo, para aumentar la capacidad.

De este modo, critica que los gestores continúen basando las tarifas de acceso en el coste de los inputs de la red (coste marginal de la provisión del servicio de puesta a disposición de la infraestructura). Considera que esta aproximación es deficiente, proponiendo la competencia para conducir los precios de mercado de productos y costes de producción.

##### **2.4.3.4.1. *El acceso a la red en función del valor de mercado***

La construcción de la infraestructura requiere de los propietarios una inversión inicial en instalaciones fijas. Como otros activos a largo plazo, las instalaciones productivas de la red no varían directamente con la producción a corto plazo. Sin embargo, la operación de las instalaciones de la red sí que requiere a menudo de inputs (mano de obra, reposición y mantenimiento, etc.) que dependen de la producción a corto plazo.

Estos inputs son usados para crear una serie de servicios que ofrecer a los operadores; además, el uso produce el desgaste de la red física. Los cálculos de depreciación basados en principios contables no tienen en cuenta el valor de los servicios prestados por las instalaciones. De ahí que, según este modelo, la depreciación tradicional no refleja adecuadamente la vida económica de los bienes.

---

de sectores de la población con bajo nivel de ingresos. En este caso, es el regulador quien debe decir si aplica los PR (SIRESE, 2003).

El término “acceso a la red” se refiere al uso de los servicios de la red, los cuales son los outputs de la misma. Por lo tanto, significa la oportunidad de beneficiarse de los servicios generados por su uso. Si se tiene en cuenta que el uso de los elementos de la red por una nueva compañía reduce la capacidad de oferta del propietario, el precio de acceso adecuado dependerá de lo que la compañía propietaria hubiera podido obtener usando dichos servicios para sí misma o vendiéndolos a una tercera compañía. Según lo anterior, la medida adecuada del valor del acceso a la red es el valor del servicio prestado por la misma, que es determinado por el valor del output final de la red en el mercado.

#### **2.4.3.4.2. *Precio del acceso a la red***

En la posición de equilibrio y una vez garantizada la competencia, los precios de mercado son el mejor reflejo del valor. En esta situación, los precios son determinados por el equilibrio entre el coste marginal que supone ofrecer el bien y el beneficio marginal que obtienen los demandantes consumiéndolo.

Los precios regulados basados en costes tienden a no reflejar adecuadamente ni el valor de un bien o servicio ni los costes de producción. Esto es debido a fallos en el proceso de estimación e imputación de costes, e incluso a la implicación de los reguladores en el suministro de los productos finales.

Como resultado, es común que los sistemas de regulación de precios causen ineficiencias. Por ejemplo, la regulación que establece los precios de acceso por debajo de las tarifas de mercado requiere de subvenciones. Así mismo, como el acceso a la red es un input utilizado por el operador en la producción de otros servicios, su tarificación por debajo de las tarifas marcadas por el mercado puede causar ineficiencias.

#### **2.4.3.4.3. *Eficiencia en la tarificación***

En definitiva (Spulber y Yoo, 1997), el establecimiento de los precios debe representar la suma del coste directo incremental (coste marginal) del suministro del input más el coste de oportunidad asociado a la puesta a disposición del input a un determinado

operador. La metodología analítica para el establecimiento de este sistema se conoce como la Regla de Tarificación de Componente Eficiente, y queda definida de la siguiente forma:

*Precio de acceso = coste marginal para el propietario asociado a la provisión del acceso + coste de oportunidad del propietario al proveer el input a un determinado operador*

#### **2.4.3.5. Resumen**

La tarificación en función del coste marginal a corto plazo tiene como ventajas que relaciona de una forma más directa las cargas con el uso, da lugar a unas cargas asumibles por los operadores y es de más fácil aplicación, por lo que proporciona buenos incentivos para potenciar el uso eficiente de la infraestructura. Así pues, el Libro Blanco sobre Tarificación (CE, 1998) y la Directiva 2001/14/CE se refieren al coste marginal social a corto plazo como base para el sistema de tarificación de infraestructuras. La principal desventaja de este sistema es que recupera una parte muy pequeña de los costes que supone la puesta a disposición de la infraestructura, y por lo tanto requiere de los presupuestos generales del Estado para financiar este déficit. La Conferencia Europea de Ministros de Transporte propuso en 2003 (ECMT, 2003) subvencionar la diferencia (entre los costes marginales y los totales) al operador para que así pudiera pagar la carga completa y el gestor cubriera todos los gastos. De esta forma se pretendía que el operador fuera conocedor del coste real que entraña el uso de la infraestructura. Este planteamiento se ve muy difícil de llevar a la práctica, ya que supondría la transferencia de importantes fondos públicos a operadores de transporte (públicos y privados), que además puede dar lugar a la utilización fraudulenta de los mismos. En la práctica los costes no cubiertos por el sistema son soportados directamente por el Estado.

En cuanto a la tarificación según los costes medios, tiene la ventaja de que permite recuperar la totalidad de los costes. Sin embargo, debido a lo elevado de la inversión inicial que implica el establecimiento de la red de transporte, no parece factible imputar a los usuarios la amortización de la misma, al menos en su totalidad (CE, 1998). En la práctica se está tarificando a un nivel entre los costes marginales y los costes medios,

como aproximación a la recuperación del coste total de la infraestructura. De esta forma se está alcanzando un nivel de cobertura mayor que en los sistemas de coste marginal, a través del establecimiento de la tarifa dual. Este sistema presenta dos inconvenientes: por un lado, la existencia de cargas fijas lo aleja del coste real generado por el uso de la infraestructura, y por otro las cargas fijas pueden suponer una barrera de entrada en el mercado, por lo que deben ser reducidas en comparación con la parte variable de la tarifa.

La aplicación de los *PR* a la tarificación de infraestructuras es un buen método para recuperar costes entre los marginales y los totales. Con este método, pueden imputarse parte de los costes fijos a los operadores de los servicios ferroviarios más rentables, mientras que a aquellos servicios menos rentables económicamente hablando, pero de gran interés social se les seguiría tarificando a coste marginal. Otra de las ventajas de este método es que, partiendo de un nivel mínimo de demanda inelástica, permite ayudar a la financiación de mejoras en la infraestructura.

Para terminar, la tarificación según el valor de mercado es una metodología de difícil implementación en las redes de transporte, puesto que requiere de continuas subastas para adaptar los precios de acceso a las variaciones del mercado, lo que además de requerir de un sistema transparente y perfecto de información a los operadores, podría penalizar el sistema de contratación (al reducir su duración y aumentar su incertidumbre). Otro de sus inconvenientes es que una aproximación puramente comercial a la tarificación de las infraestructuras de transporte podría no conducir los precios en la dirección adecuada, debido a la existencia de economías de escala, externalidades y servicios de transporte subvencionados debido a su interés social (ECMT, 2000a). Sin embargo, una aproximación a este sistema puede ser adecuada en situaciones de competencia por el mercado (principalmente, servicios rentables de viajeros en situaciones de falta de capacidad), a través de concursos para la obtención de la concesión durante un periodo mínimo de unos cinco años.

#### **2.4.3.6. Aplicación de los modelos teóricos a la tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa**

A pesar de la complejidad de la situación actual, puede decirse que la tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa se ha implementado según dos puntos de vista, condicionados fundamentalmente por el nivel de recuperación de costes que se quiere alcanzar:

##### **2.4.3.6.1. *Coste marginal social***

En este caso las cargas establecidas pretenden recuperar los costes más directamente vinculados con la circulación del tren (operación y control del tráfico ferroviario, mantenimiento, etc.) y algunos costes sociales (contaminación, accidentes, congestión, etc.). Por lo tanto, quedan fuera importantes partidas de costes como los de inversión (construcción, mejoras) y renovación (costes marginales a largo plazo o costes incrementales).

Este sistema se ha puesto en práctica mediante la “tarifa simple”, basada en cargas variables relacionadas directamente en el tráfico realizado.

Cuando se utiliza este modelo, la aportación estatal a la financiación de la infraestructura ferroviaria es muy importante, ya que ha de cubrir la diferencia entre el coste marginal y el coste total (por ejemplo, Suecia, el país que tiene implantado un canon más cercano al coste marginal social a corto plazo, alcanza a cubrir tan sólo el 5 % del coste de la infraestructura). Por lo tanto, este sistema ha sido adoptado en aquellos países en los que la recuperación de costes no es el objetivo prioritario de la tarificación, sino que suele ser el trasvase de tráficos desde la carretera y la internalización de los costes externos (Dinamarca, Suecia y Suiza).

Otro aspecto a tener en cuenta es que, cuando la tarificación por el uso de la infraestructura se basa en el coste marginal social, englobando a varios medios de transporte, es posible asignar la diferencia de los costes externos del medio más contaminante, para financiar inversiones en infraestructura para el medio menos

contaminante (“financiación cruzada”), tal y como está ocurriendo en Suiza (el pago por el uso de la carretera financia la mejora de la infraestructura ferroviaria).

#### 2.4.3.6.2. *Coste medio*

Esta aproximación consiste en tarificar por encima del coste marginal, de cara a recuperar todos los costes variables y algunos fijos; en la práctica, se están imputando parte de los costes de inversión (intereses, financiación de mejoras de la infraestructura o de infraestructuras concretas) dependiendo del país, y los costes fijos de gestión del tráfico y de mantenimiento y renovación. En ninguno de los casos se llega a recuperar la totalidad de los costes, pero sí que debido al mayor nivel de tarificación, la aportación presupuestaria del Estado es menor. De hecho, este modelo se aplica en aquellos países en los que existen mayores restricciones presupuestarias en lo relativo a la financiación de la infraestructura ferroviaria y cuando el gestor de infraestructura se ve obligado a operar bajo un enfoque más comercial.

La implementación de este modelo teórico se ha llevado a cabo utilizando dos sistemas: la “tarifa dual” y los *PR*. Estos sistemas están avalados por la política de transportes de la *UE* que, en la Directiva 2001/14/CE, admite la elevación del canon para recuperar costes fijos si el mercado puede soportarlos y los ingresos así obtenidos se destinan al aumento de la eficiencia del sistema de transporte.

- Teóricamente, las tarifas duales consisten en una parte variable igual al coste marginal social a corto plazo y otra fija para recuperar la diferencia entre el coste marginal social y el coste total de la infraestructura (Nash y Matthews, 2002a). Aproximaciones a este concepto teórico se aplican en el Reino Unido (concesiones de viajeros), Francia, Italia y España. En algunos casos la parte fija de la tarifa (normalmente llamada “carga o canon de acceso”) se ve modulada con parámetros no relacionados con el deterioro que se produce por el uso de la infraestructura (duración del contrato, nivel de tráfico, etc.) (Nash et al, 2005). En los últimos años se ha producido un proceso de eliminación de la parte fija de las tarifas (en el Reino Unido, para los tráficos de mercancías y viajeros sin concesión, y en Alemania), adaptando los sistemas a los *PR*. Para que este sistema garantice un uso eficiente de la infraestructura, la parte fija de la tarifa no debe ser muy grande en relación al total de la tarifa a pagar,

ya que en ese caso se perjudicaría a los pequeños operadores, al tener que pagar esta carga fija independientemente del volumen de tráfico a realizar.

- La tarificación según los *PR* consiste en utilizar una tarifa simple, pero fijando alguna de las cargas por encima de los costes marginales (Alemania, Reino Unido para servicios de mercancías y viajeros sin concesión). Para que este sistema potencie un uso eficiente de la infraestructura ferroviaria, los incrementos de precio sobre los costes marginales han de fijarse en función de la elasticidad y del beneficio que los operadores obtienen por el uso de la infraestructura. De esta forma se están alcanzando índices de cobertura de hasta el 65 % en Alemania.

Tanto la aproximación según el coste marginal social, como la de costes medios se enfrentan a similares problemas de sistematización. En primer lugar, pese a utilizar nomenclatura de la teoría económica clásica, dichos conceptos nunca se verifican en la práctica (“se trata de recuperar una parte o algunos” de los costes marginales sociales, o el sistema “trata de” tarificar según los costes medios, etc.). En segundo lugar, cuando se refieren a determinados costes (“costes marginales sociales”, “costes fijos”, etc.), no existen estudios unificados que los cuantifiquen de una forma aceptable.

#### **2.4.4. Relación entre costes y el canon por el uso de la infraestructura**

A continuación se relacionan los costes que entraña la puesta a disposición y uso de la infraestructura ferroviaria con los diferentes cánones utilizados para recuperarlos.

##### **2.4.4.1. Costes de mantenimiento y renovación**

Los costes de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria son la base de todo sistema de tarificación. Tanto los sistemas de coste marginal social como los de costes medios tratan de imputarlos a los operadores.

Según Pittman (2003), tan sólo el 10% del coste de la infraestructura varía directamente con el tráfico. Otros estudios arrojan conclusiones aún más radicales: según estudios llevados a cabo en Suecia, sólo el 10% de los costes de mantenimiento son costes

marginales, lo cual quiere decir que la proporción de costes marginales en la totalidad de los costes medios es todavía menor; el estudio de costes marginales de mantenimiento y conservación llevado a cabo por *Railtrack* en 1999 dio como resultado que la proporción de los costes que varían directamente con el uso se situaba en torno al 10-15% (CE, 1999a). Por lo tanto, queda claro, que los costes generados directamente por la circulación de un tren (costes marginales) son una parte muy pequeña (en torno al 10%) respecto al coste total de la puesta a disposición del operador de la infraestructura ferroviaria.

Los costes de mantenimiento varían con las características del tren (peso total, peso por eje, importancia de las masas no suspendidas, tipo de suspensión y velocidad) y de la vía (características geométricas, resistencia, antigüedad, etc.).

Según los sistemas de tarificación analizados, la carga estipulada para recuperar estos costes es la que más heterogeneidad presenta en cuanto a parámetros de imputación: tren-km, tren-milla, *TKB*, Tf-km y toneladas dinámicas-km. Además, los precios impuestos según dichas unidades pueden verse modulados por una gran variedad de condiciones relacionadas con la agresión que se produce en la vía (según el tipo de tren, tipo de tráfico, peso, etc.), tipo de tráfico (viajeros o mercancías), e incluso con características de la infraestructura (congestión) o el tipo de mercancía (en el Reino Unido). Por lo general, estas cargas no varían según las características de la vía (excepción: Alemania).

Las cargas relacionadas con los costes de mantenimiento (normalmente conocidas como “cargas por circulación” o “cargas por el uso”) adolecen de una falta de transparencia, ya que muchos casos (Dinamarca, Francia, Alemania, Italia y España) tratan de recuperar también otros costes, como los de control del tráfico ferroviario, e incluso los de congestión, como ocurre en Italia. Por último, cabe decir que tan solo en el Reino Unido la carga por circulación (también en Alemania, a través del precio básico) incluye los costes de renovación (operaciones de mantenimiento de mayor envergadura que las ordinarias y que se realizan y a mayor plazo –costes marginales a largo plazo-) de la infraestructura ferroviaria.

#### **2.4.4.2. Costes de gestión y control del tráfico**

Se incluyen aquí los costes administrativos y de planificación del tráfico ferroviario (elaboración del programa de explotación de la infraestructura) y los costes generados por el control del tráfico. La provisión de este servicio lleva asociados unos costes de personal e instalaciones (sistema de señalización, control de tráfico y comunicaciones) que únicamente cambian cuando han de adaptarse a grandes variaciones en el tráfico o en la propia infraestructura (duplicación de vía, modernización del sistema de control de tráfico, etc.). Por lo tanto, puede decirse que estos costes son prácticamente fijos. Son el “coste común” por excelencia de la explotación de la infraestructura ferroviaria, por ser un activo necesario para todos los tipos de tráfico.

Por lo general, los países que utilizan una tarifa dual, recuperan estos costes a través de la parte fija de la tarifa (Francia, Italia, España y Reino Unido). Hay una cierta diversidad en la aplicación de estas cargas fijas, ya que su precio puede verse afectado, dependiendo del país, por la duración del contrato, longitud de vía que se reserva, características de la infraestructura y tipo de tráfico (en Italia incluso depende del tiempo de permanencia en determinadas áreas). De nuevo hay problemas de transparencia puesto que, en muchos casos, a través de estas cargas se recuperan también costes de carácter financiero. En cuanto a la recuperación de costes de gestión y control del tráfico a partir de cargas variables (el parámetro más utilizado es el indicador tren-km), pocos países los hacen a través de cargas específicas (tan sólo Suiza), mientras que el resto utilizan cargas que recuperan también costes de mantenimiento (Dinamarca, España, Francia y Alemania). Por último, la recaudación obtenida a través de las cargas relacionadas con los costes de congestión suele ir destinada a cubrir los costes de planificación y gestión del tráfico ferroviario.

#### **2.4.4.3. Utilización de servicios e instalaciones auxiliares**

Puesto que la infraestructura ferroviaria no está formada sólo por vías, sino que incluye una serie de instalaciones (estaciones de clasificación, de mercancías, suministro de gas-oil, grúas, etc.) y servicios auxiliares (redes de comunicaciones, suministro de electricidad de tracción, sistemas de información, etc.), los sistemas de tarificación suelen incluir una serie de cargas por el uso de estos elementos. Se describe a

continuación el tratamiento de los dos más importantes: el suministro de la electricidad de tracción, y el uso de las instalaciones asociadas a los trenes de mercancías.

Costes del suministro de electricidad de tracción: la tarificación de este tipo de servicio se realiza desde dos puntos de vista bien distintos: mientras que en algunos países se tarifica según el consumo real medido a través de contadores instalados en el material móvil (Suiza y en proceso de implementación en España y Alemania), en otros países se cobra en función de tarifas de consumo estimadas para cada tipo de tren (Francia y Reino Unido). Otros puntos de desacuerdo son: la posibilidad de discriminar precios según la hora de consumo (solamente es posible en Suiza), la imputación de los costes de mantenimiento de las instalaciones de electrificación (a través de una carga específica en España y en el Reino Unido y por medio de las cargas generales de consumo de electricidad en Francia) y la imputación al operador de las pérdidas de electricidad que se producen aguas arriba del punto de suministro.

Cargas por el uso de estaciones de mercancías y estaciones de clasificación: por lo general, estas cargas están basadas en los costes medios asociados a estas instalaciones (Nash et al, 2005). Los costes asociados a este tipo de instalaciones son los de mantenimiento y personal de operación, aunque también puede haber una componente relacionada con la escasez de capacidad. Los costes se imputan a los operadores según el número de vías y tiempo de ocupación. El precio suele aumentar con la importancia de la estación. Los servicios asociados a este tipo de instalaciones (maniobras, grúas porta-contenedores, etc.) se cobran en función del número de veces que se utilizan.

#### **2.4.4.4. Costes de inversión**

La recuperación de los costes de inversión presenta la mayor disparidad de todos los costes analizados. Así pues, mientras que hay países en los cuales el Gobierno soporta la totalidad de estos costes (Suecia), existen otros que tratan de recuperar una cierta parte (Alemania), existiendo una gran variedad de grados de subvención intermedios dependiendo del país que se analice.

La amortización del patrimonio que integra la infraestructura ferroviaria tan sólo se contempla en Alemania (a través de un “inventario permanente”). Por lo general, las

cargas asociadas a los costes de inversión tratan de recuperar los intereses y la financiación de mejoras en la red o de proyectos específicos. A continuación se describe cómo se imputan estos costes:

A través de la parte fija de la tarifa: en Francia y Reino Unido (intereses y mejora de la red).

A través de la parte variable de la tarifa: en el Reino Unido existen cargas por costes incrementales (para financiar mejoras de la infraestructura que no sean de gran entidad); en Suiza y España existen cargas relacionadas con el beneficio que obtiene el operador que cubren costes de inversión. En Alemania, los incrementos en las tarifas sobre los costes marginales (a través de los coeficientes multiplicativos), ayudan a recuperar los costes financieros.

Financiación de infraestructuras concretas. En Dinamarca, la financiación de infraestructuras concretas como el enlace de Öresund y el Gran Belt se paga a modo de peaje, por travesía. En cambio, en Suecia, los trenes de mercancías pagan la financiación del enlace de Öresund por travesía, mientras que los trenes de viajeros circulando en toda la red contribuyen a su financiación (por *TKB*). La financiación del enlace de Öresund es el paradigma de la falta de interoperabilidad entre los sistemas de tarificación de dos países vecinos (además de la falta de interoperabilidad en el sistema de señalización). En España, la financiación de los cambiadores de ancho se basa en su utilización (por paso). En Francia, la financiación de la estación Futuroscope se basa en una carga fija por mes de utilización.

#### **2.4.4.5. Costes de congestión**

La adopción de cargas relacionadas con la escasez de capacidad y su importancia relativa dentro del sistema de tarificación depende del nivel de utilización de la infraestructura ferroviaria. Así pues, en aquellos países en los que la red presenta problemas de congestión (Francia, Alemania, Italia, Suiza y el Reino Unido), estas cargas adquieren una enorme importancia, mientras que en aquellos países cuyas redes están menos congestionadas (países del norte de Europa), no aparecen, o sólo lo hacen en líneas aisladas.

Hay falta de transparencia en cuanto al destino de la recaudación obtenida a través de este tipo de cargas: por lo general va destinada a cubrir los costes administrativos y de gestión del tráfico ferroviario, e incluso en algunos casos se destina a financiar mejoras en la red. En general se observa un cierto acercamiento en la gestión de los costes de escasez de capacidad mediante el tratamiento por separado de las líneas y estaciones, por lo que a continuación se analizan por separado.

#### **2.4.4.5.1. Cargas por costes de congestión en las líneas de la red:**

Carga por capacidad: es una carga variable que trata de reflejar los costes relacionados con la escasez de capacidad en las líneas de la red. Estos costes tienen que ver con la congestión (la circulación de un tren adicional en una línea congestionada aumenta el riesgo de que se produzcan retrasos y el tiempo de recuperación frente a un incidente) y con el coste de oportunidad (puede ocurrir que varios operadores deseen utilizar el mismo surco, sin embargo, su asignación a uno de ellos supone que el resto de los operadores tendrán que utilizar otros surcos de los que van a obtener un menor beneficio). La asignación de surcos es uno de los aspectos más conflictivos en el canon. Esta dificultad aumenta con el grado de congestión, recurriéndose a múltiples mecanismos para imputar el coste del consumo de capacidad y con ello gestionar la demanda existente. Normalmente, el precio de los surcos se refleja en la carga por capacidad, que varía con los condicionantes de cada tramo (nivel de congestión y características técnicas de la infraestructura, como velocidad máxima y capacidad) y del propio operador (prioridad en el proceso de asignación de surcos, tipo de tráfico y aptitud para utilizar al máximo la capacidad ofrecida por la infraestructura).

Carga fija: en algunos países (Francia, Italia), la parte fija de la tarifa varía según el nivel de congestión existente en la línea en la que se desea operar, y por lo tanto, también refleja costes de congestión.

Por último, en Italia, la carga por circulación también varía con el grado de congestión de la línea.

#### **2.4.4.5.2. Cargas por costes de congestión en las estaciones:**

Estas cargas reflejan la escasez de capacidad en las estaciones. No está claro cuál es el destino de la recaudación obtenida a través de ellas: unas veces parece ser los costes de gestión del tráfico ferroviario en la red y otras la recuperación de costes asociados a estas instalaciones (mantenimiento, servicios específicos de las estaciones, etc.). Existen tres tipos de cargas para recuperar estos costes:

- Estación inicio o término de viaje, ya que el tren tendrá que ocupar alguna de sus vías hasta el siguiente turno.
- Carga por vía de andén: para los trenes de viajeros normalmente se cobra por el uso de la vía de andén, dependiendo el precio de la importancia de la estación. En algunos casos (Alemania, España), el precio varía dependiendo del número de viajeros que suben o bajan.
- Carga por el uso de vías secundarias: la utilización de vías que no intervienen en la circulación (para operaciones de carga y descarga o estacionamiento de trenes) se paga en función del tiempo durante el cual se utilizan.

#### **2.4.4.6. Costes externos**

Pocos países tienen en cuenta los costes externos del transporte en su sistema de tarificación y, cuando lo hacen, su tratamiento difiere en gran medida. En general puede decirse que hay dos aproximaciones, las cuales se describen a continuación:

- Subvenciones y descuentos: este tipo de cargas se aplican a los trenes de mercancías y tienen como objetivo potenciar estos tráficos para conseguir la transferencia de mercancías desde la carretera (donde este tipo de tráfico produce mayores costes externos) y así disminuir los costes externos globales del sistema de transporte del país en cuestión. Se utilizan en Dinamarca (según los *TKB*), Francia (tren-km), Italia (tren-km), Suiza (*TKB*, *TKN* y utilización de estaciones de mercancías).

- Cargas por los costes externos producidos por el transporte ferroviario. Los costes externos producidos por el ferrocarril solamente son tenidos en cuenta en dos países: Suecia y Suiza. Las externalidades consideradas son la contaminación atmosférica asociada a la tracción diesel (por litro de combustible en Suecia y por *TKB* en Suiza), el ruido (por eje-km en Suiza) y los accidentes<sup>19</sup> (por *TKB* en Suecia).

En resumen, puede decirse que, además de variar el enfoque del tratamiento de los costes externos, las externalidades consideradas varían entre los países y lo mismo sucede con las unidades de imputación.

#### **2.4.5. Nivel de recuperación de costes**

Como era de esperar, el nivel de recuperación de costes es mayor en aquellos países que tarifican por encima de los costes marginales, es decir, los que utilizan tarifas duales o un acercamiento a los *PR*. Así pues, el índice de cobertura varía desde el 5% al 65% del coste total de la puesta a disposición de los operadores de la infraestructura ferroviaria<sup>20</sup>, según el país del que se trate. De todas formas, las cifras que se manejan han de ser tomadas con precaución, ya que las definiciones de costes suelen variar de unos gestores a otros.

Los estudios llevados a cabo en Suecia y Finlandia sugieren que los ingresos de los sistemas de tarificación basados en los costes marginales recaudan menos del 20% de la totalidad de los costes de mantenimiento y renovación; es decir, que recuperan aproximadamente los costes marginales de mantenimiento<sup>21</sup>.

En cuanto a los países que aplican el sistema de costes medios, la diferencia estriba en que tienden a recuperar la totalidad de los costes asociados a la gestión del tráfico

---

<sup>19</sup> Normalmente, las compañías ferroviarias se responsabilizan de los costes (al menos, de los monetarios) de los accidentes que les son imputables. De todos modos, estos costes en el caso del ferrocarril son muy pequeños (Nash et al, 2005)

<sup>20</sup> El coste total incluye los costes de operación, mantenimiento, renovación, intereses y depreciación (Nash et al, 2005).

<sup>21</sup> Según estudios econométricos llevados a cabo en el ámbito europeo, el coste marginal de mantenimiento y renovación de la infraestructura ferroviaria se sitúa entre el 10 y el 20% de los costes medios (Nash et al, 2005).

ferroviario (administrativos y de control de tráfico) y al mantenimiento de la infraestructura, tanto los fijos como los variables. A partir de ahí pueden incluir algún coste financiero, pero normalmente el nivel de recaudación de estos costes es muy bajo. De ahí que el índice de cobertura en estos casos no sobrepase el 65%, y la subvención estatal siga estando presente, sobre todo para cubrir los costes de inversión.

País	Principio de tarificación	Nivel de recuperación de costes (%)
Suecia	Coste marginal social	5
Países Bajos	Coste marginal	12
Portugal	Coste marginal	20
Bélgica	Se desconoce	20
Dinamarca	Coste marginal social	25
Suiza	Coste marginal social	26
Austria	Coste marginal	27
Italia	Coste medio	40
España	Coste medio	50
Reino Unido	Coste medio	50
Francia	Coste medio	60
Alemania	Coste medio	65

*Nota 1. Coste marginal indica que no se imputa ningún coste externo, ni siquiera el de congestión.*

*Nota 2. El índice de España es una aproximación realizada a partir del único dato disponible: 58% de cobertura, excluyendo los intereses que soporta el gestor de infraestructura.*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ECMT (2005a) excepto Dinamarca (de ECMT, 2001) y España (RENFE, 2005)

### **Tabla 12. Nivel de recuperación respecto a los costes totales**

Se presentan a continuación dos Tablas (13 y 14) con el canon a pagar por un tren convencional de pasajeros y por un tren de mercancías en diversos países europeos. Para homogeneizar los datos se consideran valores medios y no se ha tenido en cuenta el canon por el uso de las terminales por parte de los viajeros ni de las vías de las estaciones.

En cuanto a servicios ferroviarios de viajeros se refiere (Tabla 13), el canon en Europa oscila entre el medio euro y los cinco euros por tren-km aproximadamente, lo que da una idea de la gran diferencia en cuanto al nivel de tarificación según el país considerado. En este escenario, España tiene el nivel de tarificación más bajo, lo que

puede explicarse por una tarificación cruzada muy acusada entre trenes de *AV* y trenes convencionales a través de los PR, que imputa la mayoría de los costes a los primeros<sup>22</sup>.

PAIS	Viajeros (EUR/tren-km)
<b>España</b>	<b>0,57</b>
<b>Países Bajos</b>	1,10
<b>Portugal</b>	1,60
<b>Suecia</b>	1,60
<b>Austria</b>	1,72
<b>Dinamarca</b>	1,87
<b>Bélgica</b>	1,95
<b>Suiza</b>	2,20
<b>Italia</b>	2,41
<b>Francia</b>	4,40
<b>Reino Unido</b>	4,41
<b>Alemania</b>	5,05

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ECMT (2005a) y Ministerio de Fomento (2005b)

**Tabla 13. Comparación del canon en algunos países europeos (viajeros)**

Teniendo en cuenta que se han ordenado los países por índice de cobertura (Tabla 12), se aprecia una concordancia casi total (con la excepción de España) entre el nivel de recuperación de costes y el nivel de tarificación. Es decir, que tal y como era de esperar, los países que aspiran a una mayor recuperación de costes imponen cargas más elevadas.

Según los resultados obtenidos (Tabla 14), el canon a pagar por los trenes de mercancías en Europa también es muy variable. Esto se debe principalmente a la congestión de las distintas redes y al grado de imputación de costes a este tipo de tráfico. En España el canon es muy bajo, debido a que la red ferroviaria está muy poco congestionada, a que no se tiene en cuenta el peso de los trenes de mercancías en el canon que se les aplica y a la mencionada financiación cruzada entre servicios ferroviarios. En líneas generales se aprecia una menor concordancia con el índice de cobertura en los respectivos países que en el caso de los trenes de viajeros.

---

<sup>22</sup> En España los trenes que circulan por la red convencional no llegan a pagar ni los costes de gestión y control del tráfico ferroviario (dividiendo los costes de gestión y control del tráfico ferroviario, que ascendieron a 169,4 millones de euros entre los 184,21 millones de tren-km gestionados -ADIF, 2006 y RENFE, 2006a-, se obtiene un coste unitario de 0,92 EUR/tren-km).

<b>PAIS</b>	<b>Mercancías (EUR/tren-km)</b>
<b>España</b>	<b>0,18</b>
<b>Suecia</b>	0,45
<b>Países Bajos</b>	0,68
<b>Francia</b>	1,10
<b>Bélgica</b>	1,61
<b>Portugal</b>	1,90
<b>Italia</b>	2,08
<b>Reino Unido</b>	2,23
<b>Suiza</b>	2,54
<b>Dinamarca</b>	2,80
<b>Austria</b>	3,16
<b>Alemania</b>	3,83

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ECMT (2005a) y Ministerio de Fomento (2005b)

**Tabla 14. Comparación del en algunos países europeos (mercancías)**

En cuanto al nivel de tarificación, se aprecia bastante concordancia con el nivel de recuperación de costes de cada uno de los sistemas, es decir, que los países que tratan de tarificar según los costes medios imponen un canon más elevado a los operadores. También es de resaltar que los países que más altas cargas imponen son los que cuentan con las redes más congestionadas, aprovechando la elevada demanda y disposición a pagar por parte de los operadores.

#### **2.4.6. Objetivos de la tarificación**

La diversidad en los sistemas de tarificación que se están analizando es consecuencia directa de la gran variedad de objetivos que se persiguen. Se mencionan a continuación los principales objetivos que se pretenden alcanzar (Calvo y de Oña, 2004):

##### 1º. Recuperación de costes

La recuperación de costes es un objetivo común en todos los sistemas de tarificación, pero su importancia es mucho mayor en los países que han adoptado el sistema de costes medios.

##### 2º. Aumento de la eficiencia del sistema ferroviario

Aspecto importante en los sistemas adoptados en el Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, Suiza y España. Se basa en gestionar la demanda para potenciar el aprovechamiento de la capacidad que ofrece la infraestructura.

### 3°. Trasvase de tráfico de la carretera al ferrocarril.

Este objetivo fue una de las razones que motivó la modificación de los sistemas de tarificación de Alemania y el Reino Unido, donde se eliminó la parte fija de las tarifas (en el Reino Unido, sólo para los tráfico de mercancías y viajeros sin concesión). La medida más clara de apoyo a este objetivo es el establecimiento de subvenciones o descuentos a los trenes de mercancías (Dinamarca, Francia, Italia, Suiza).

### 4°. Internalización o reducción de costes externos

Son pocos los países que han establecido medidas en su sistema de tarificación para reducir las afecciones al medioambiente o internalizar los costes externos. Se materializan en subvenciones (Dinamarca), reducciones en el canon por la disminución de costes externos (ruido, en Suiza), y en penalizaciones por su producción (contaminación atmosférica en Suecia y Suiza y accidentes en Suecia).

### 5°. Armonización de las condiciones de competencia intermodal carretera-ferrocarril

Este objetivo se ha tenido presente en el desarrollo del sistema de tarificación en Francia. En Suecia el sistema de tarificación de la infraestructura ferroviaria es similar al utilizado para la carretera, y en Suiza ambos medios de transporte soportan cargas por costes externos.

## **2.4.7. Tratamiento de la infraestructura y del material móvil**

La relación entre la infraestructura, el material móvil y los servicios que sobre ella se prestan también tiene su reflejo en los sistemas de tarificación.

### **2.4.7.1. Infraestructura**

El tratamiento más complicado tiene lugar en aquellos países cuya red ferroviaria se encuentra más congestionada (Francia y Alemania). El Reino Unido es un caso extremo,

ya que el acceso de nuevos trenes a líneas congestionadas está muy restringido, imponiéndose cargas adicionales. Es de destacar el caso de Italia, donde la circulación en zonas de tráfico intenso se paga por tiempo de permanencia en las mismas. En los países del norte de Europa, donde la congestión es mucho menor, la red se trata de una forma unitaria y la discriminación temporal (a través de periodos horarios) tiene mucha menor importancia (Calvo y de Oña, 2004).

PAIS	TRATAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA	
	DIVISIÓN DE LA RED	DISCRIMINACIÓN TEMPORAL
<b>Alemania</b>	Líneas según prestaciones (velocidad), importancia en la red y tráfico. Doce categorías	No
<b>Dinamarca</b>	Tratamiento unitario excepto alguna línea principal y de cercanías. Excepción: Öresund y Gran Belt	Líneas de cercanías, cargas a circulaciones diurnas
<b>España</b>	Líneas según prestaciones y tráfico. Cuatro categorías	Sí
<b>Francia</b>	Líneas según prestaciones (velocidad)	Sí
<b>Italia</b>	Líneas principales: en secciones, según prestaciones y tráfico. En torno a grandes ciudades y nudos ferroviarios: en nodos	Sí
<b>Reino Unido</b>	Líneas congestionadas/no congestionadas	Acceso restringido en líneas congestionadas
<b>Suecia</b>	No. Puento de Öresund aparte	No
<b>Suiza</b>	Sí	Sí

*Nota. Datos de: Alemania (Peter, 2003); Dinamarca (Peter, 2003 y Banestyrelsen, 2004), España (OM (2005)); Francia (Peter, 2003 y RFF, 2003); Italia (Peter, 2003); Reino Unido (Nash y Matthews, 2002a y ECMT, 2001); Suecia (Peter, 2003 y Banverket, 2000) y Suiza (Peter, 2003 y SBB/BLS/RM, 2003).*

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15. Tratamiento de la infraestructura**

#### 2.4.7.2. Material móvil

En líneas generales, puede decirse que existe un acercamiento en el tratamiento del material móvil: por un lado, los trenes se clasifican en función del desgaste que ocasionan en la infraestructura (costes de mantenimiento y renovación) y por otro lado,

según el tipo de servicio que prestan (viajeros o mercancías, aspecto más relacionado con los costes de congestión y externalidades del transporte). Aún así, hay ciertos matices diferenciados que conviene resaltar (Calvo y de Oña, 2004):

PAIS	MATERIAL MÓVIL	TIPO DE TRÁFICO
<b>Alemania</b>	Penalizaciones para gálibos especiales, trenes o ejes muy pesados y trenes pendulares	Viajeros/mercancías Servicios regionales de viajeros (capacidad)
<b>Dinamarca</b>	Tratamiento unitario, excepto en Öresund (mercancías, pagan 36% más)	Tratamiento unitario, excepto en una línea de cercanías (mercantes, doble por capacidad). Mercantes subvención medioambiental del 50%
<b>España</b>	Según velocidad y plazas-km	Viajeros/mercancías.
<b>Francia</b>	Mercancías (70% descuento)	Viajeros/mercancías/circulaciones en vacío. Según velocidad tren en líneas intercity de medio y alto tráfico (capacidad)
<b>Italia</b>	Según velocidad y peso del tren	Descuento por volumen tráfico; por orden importancia: mercancías/viajeros larga distancia/viajeros corta distancia
<b>Reino Unido</b>	Peso, masas no suspendidas, velocidad máxima y número de ejes	Viajeros/mercancías (descuentos por flexibilidad)
<b>Suecia</b>	No	Viajeros/mercancías
<b>Suiza</b>	Viajeros/mercancías (transporte combinado subvencionado en un 60%)	Viajeros (suplemento del 4-14% sobre beneficios)/mercancías (subvencionado) Trenes viajeros: pagan por uso de estaciones. Trenes mercancías: subvencionado al 100%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Alemania (Peter, 2003); Dinamarca (Peter, 2003 y Banestyrelsen, 2004), España (Ministerio de Fomento, 2005b); Francia (Peter, 2003 y RFF, 2003); Italia (Peter, 2003); Reino Unido (Nash y Matthews, 2002a y ECMT, 2001); Suecia (Peter, 2003 y Banverket, 2000) y Suiza (Peter, 2003 y SBB/BLS/RM, 2003).

**Tabla 16. Tratamiento del material móvil**

- En general, puede decirse que los trenes de mercancías imprimen un mayor desgaste en las vías que los trenes de viajeros (con la excepción de los trenes de *AV*). Sin embargo, en la Tabla 16 se observa que las cargas por el mantenimiento de la vía para los trenes de mercancías se encuentran

subvencionadas en algunos casos (Suiza, Francia), o son iguales que para los trenes de viajeros (Dinamarca, Suecia) lo que puede entenderse como una medida de apoyo al transporte de mercancías por ferrocarril.

- La clasificación de los trenes según el tipo de servicio que realizan tiene que ver principalmente con el consumo de capacidad que generan. Según esta lógica, en situaciones de congestión, cada tipo de tráfico paga proporcionalmente a la capacidad que consume. También se tiene en cuenta la flexibilidad de programación de horarios de la mayoría de los trenes de mercancías. Por último, en Dinamarca y Suiza hay importantes subvenciones a los tráfico de mercancías, orientadas de nuevo al trasvase de tráfico desde la carretera.

#### **2.4.8. La complejidad de la diversidad**

La gran variedad en la estructura y costes imputados según los sistemas de tarificación nacionales no contribuye en absoluto a potenciar el transporte ferroviario internacional. La complejidad derivada de esta diversidad hace que sea difícil para un operador de transporte tener una idea rápida y clara del precio que tendrá que pagar cuando pretenda circular a través de varios países (Tabla 17). Además, el distinto nivel de tarificación puede provocar que, frente a dos rutas alternativas, una sea más cara que otra, dando lugar a distorsiones en las condiciones de competencia entre países (Calvo y de Oña, 2005).

Según Nash et al (2005), la aplicación del sistema de costes medios puede perjudicar al tráfico internacional, puesto que si el gestor de cada país tarifica por encima de los costes marginales en el tramo de dicha ruta que cae dentro de su administración, puede resultar que el canon total a pagar por la ruta completa sea inasumible para el operador. También señala que la implantación de cargas fijas en rutas internacionales de transporte de mercancías puede suponer una barrera adicional de entrada para los operadores, sector que ya soporta una dura competencia del transporte por carretera, marítimo y fluvial. Por último propone que, al menos en las principales rutas internacionales, se negocie un sistema común entre los gestores, basado en una tarifa simple.

Tal y como se recogía en la Directiva 2001/14/CE, la falta de coordinación entre los sistemas de tarificación nacionales es una de las causas que hace menos atractivo el ferrocarril para los operadores de transporte. Esta situación puede verse ilustrada con el hecho de que mientras que el crecimiento anual del transporte en la Europa de los 15 ha sido del 1,7% para viajeros y del 2,7% para mercancías desde los inicios del proceso de liberalización (1991), la cuota de mercado del ferrocarril apenas ha cambiado, encontrándose en el 7,8% para mercancías y 6,4% para viajeros, lo cual quiere decir que ha captado una parte muy pequeña del incremento de demanda. La mayor parte de este crecimiento de la demanda de transporte ha sido captada por la carretera, que alcanza cuotas del 45% en el transporte de mercancías y del 80,8% en el transporte de pasajeros (Calvo y de Oña, 2005).

Por lo tanto, puede decirse que el proceso de apertura del mercado ferroviario (cuyo principal objetivo era potenciar la entrada de nuevos operadores para aumentar la competitividad de este medio de transporte) no ha conseguido incrementar, a nivel europeo, el protagonismo del ferrocarril. Según Nietvelt et al (2003), ésto es así porque la competencia en el transporte ferroviario se encuentra en la mayoría de los países (con la excepción del Reino Unido y, hasta cierto punto, Suecia, Suiza y Alemania) en “fase embrionaria”. De todas formas, sí que se están viendo efectos positivos a nivel nacional (Nietvelt et al, 2003 y Evans, 2004):

- En el Reino Unido, desde la apertura del mercado de transporte de mercancías, la cuota de mercado del ferrocarril ha crecido un 4% (del 7% al comienzo del proceso hasta el 11% en el 2002), y las toneladas transportadas han aumentado en un 45%.
- En Alemania, el transporte ferroviario de mercancías ha crecido un 14%, y un 30% en el transporte de viajeros desde 1997 (del Val, 2004a).
- En Suecia, la cuota de participación del ferrocarril en el transporte de viajeros ha aumentado un 32% entre 1991 y 2001 (IBM, 2004).

Evaluar los efectos del proceso de desregulación a nivel internacional es todavía más difícil, pero lo que está claro es que son muy pocos los operadores privados que han entrado en este sector del mercado (Calvo y de Oña, 2005):

- Respecto al transporte de viajeros, los dos principales servicios internacionales (*Thalys* y *Eurostar*) son gestionados por sociedades integradas por las compañías nacionales de los países implicados (con la excepción del Reino Unido, donde se trata de una compañía privada). En ambos casos se han alcanzado buenos resultados: desde su implantación, los trenes *Thalys* han conseguido doblar la cuota de mercado del ferrocarril en el corredor París-Bruselas (Rodríguez, 2003), y los *Eurostar* ganaron la partida al avión y doblaron el número de pasajeros entre Londres y París/Bruselas al poco de su puesta en marcha (*Eurostar*, 2004). El resto de servicios internacionales son provistos en base a acuerdos entre las compañías implicadas.
- Respecto al transporte internacional de mercancías, el operador más importante, *Railion*, es también público. Este gigante ferroviario es consecuencia de la absorción por parte del operador nacional alemán *DB Cargo*, de los operadores nacionales de mercancías de los Países Bajos (*NS Cargo*) y Dinamarca (*DBS Cargo*). Aparte de esto, *Railion* ha establecido alianzas con un operador suizo (*BLS*), lo que ha permitido el establecimiento de nuevos servicios internacionales. Estas agrupaciones están obteniendo buenos resultados (Evans, 2004). No obstante, también es posible encontrar algunos operadores privados (muchos de ellos ya operaban antes del proceso de apertura) haciendo circular sus trenes a través de todo el continente. Estos operadores se agrupan en la *International Union of Private Wagon (UIP)*, que engloba a 800 empresas agrupadas en 15 asociaciones. Normalmente, estas empresas operan con trenes formados por vagones propios (poseen 180.000 unidades) y tracción suministrada por los operadores estatales. Transportan la mitad de las toneladas-kilómetro en Europa Occidental y el 95% de las mercancías peligrosas (Fernández, 2004). De entre ellas, una de las más importantes es *Transfesa* (primera de España y tercera de Europa).

Como conclusión puede decirse que, a nivel nacional, los efectos del proceso de apertura del mercado (en lo que a nuevos operadores se refiere) difieren en gran medida según el país considerado. De todos modos, puede afirmarse que en aquellos países en los que la competencia ha sido más efectiva, el ferrocarril ha incrementado sus tráficos. En el ámbito internacional la entrada de nuevos operadores ha sido mucho más limitada, reduciéndose casi exclusivamente a fusiones y acuerdos entre las compañías nacionales.

#### **2.4.9. Resumen**

El análisis comparativo realizado revela la gran diversidad existente entre los sistemas de tarificación adoptados en los países analizados, por lo que la pretendida armonización de las cargas por el uso de la infraestructura ferroviaria en Europa está lejos de conseguirse.

El objetivo básico, como es la recuperación de costes, es ya germen de una serie de divergencias respecto a planteamientos y resultados. Así pues, los países que pretenden alcanzar un mayor índice de cobertura, adoptan un sistema que les permita aspirar a la recaudación de los costes medios, a través de una tarifa dual (compuesta por una parte fija y otra variable) o una tarifa simple (compuesta únicamente por cargas variables) con cargas por encima de los costes marginales. Normalmente, en las tarifas duales la parte fija trata de recuperar los costes fijos, y la parte variable, los costes relacionados directamente con el tráfico, aunque hay algunas excepciones, como en España y Francia, donde algunas cargas variables recuperan parte de los costes fijos. Por otro lado, los países en los que la recuperación de costes no es el objetivo prioritario, utilizan un sistema que trata de recuperar el coste marginal, por medio de una tarifa simple. De estos dos modelos, el segundo estaría más en concordancia con lo propuesto por la Directiva 2001/14/CE (*“el canon [...] será equivalente al coste generado directamente por la explotación del tren”*), aunque el primero también es aceptado (*“se permitirán incrementos sobre los costes marginales cuando el mercado pueda soportarlo y se potencie la eficiencia del sistema ferroviario”*).

En cuanto al resto de objetivos propuestos por la política de transportes de la UE, la promoción del transporte ferroviario figura claramente en todos los países, a través del

incremento de la eficiencia del sistema ferroviario y las políticas de trasvase de tráfico desde la carretera. Mucha menos prioridad han asignado en general los países a la armonización de las condiciones de competencia entre los distintos modos de transporte y a la internalización de los costes externos.

Existe una gran diversidad en la forma de imputación de costes en cuanto a los tipos de cánones y parámetros de imposición utilizados (16). Este aspecto complica el cálculo del canon total a pagar en el caso de los trenes internacionales. La arbitrariedad en la agregación de costes es causa de la falta de transparencia de la mayoría de los sistemas analizados; este problema se aprecia sobre todo en la imputación de los costes por la gestión del tráfico ferroviario y por el mantenimiento de la infraestructura. Por último, faltan estudios de costes sistematizados y unificados, lo que da lugar a estimaciones poco ajustadas a la realidad y a que muchas veces, dependiendo del país considerado, bajo la misma nomenclatura se engloben distintos costes.

El nivel de las cargas es mucho mayor en los países que han adoptado el sistema de costes medios que en los de costes marginales. Respecto a los países con sistema de costes medios, se ha dado un proceso de reducción e incluso eliminación de la parte fija de las tarifas, lo que ha transformado su sistema de tarificación en un sistema basado en tarifa simple con un nivel de cargas por encima de los costes marginales. De esta forma se gana en transparencia y también en la no discriminación de los pequeños operadores, al verse liberados de las cargas fijas.

La financiación estatal de la infraestructura ferroviaria está presente en todos los casos, aunque la aportación es mucho mayor en los países con sistema de costes marginales (donde tiene que cubrir todos los costes fijos) que en aquellos que han adoptado el sistema de costes medios (donde cubre parte de los costes de inversión)

Otro aspecto diferenciador es la división o no de la red y el grado de división alcanzado. La división de la red se realiza desde dos enfoques distintos: el espacial (para gestionar la capacidad de la red, sus líneas se dividen en tramos) y el temporal (el día se divide en franjas horarias); combinando estos dos elementos se obtienen los surcos. El grado de división de la red tiene que ver con el nivel de congestión existente: cuanto mayor congestión hay, más detallada es la división. Esto es determinante de cara al

establecimiento del canon capacidad (precio de los surcos): su cálculo e imputación se desprenden principalmente de este hecho. Por lo tanto, el canon por capacidad adquiere su mayor relevancia y complejidad en los países con las redes más saturadas (Reino Unido, Francia y Alemania).

En cuanto al tratamiento del material móvil, es bastante homogéneo, diferenciándose según su agresividad a la vía y su aptitud para aprovechar la capacidad que la infraestructura ofrece. En lo que respecta al tratamiento de los distintos tráficos que utilizan la red, hay que decir que los de mercancías son objeto de algún tipo de subvención o descuento en la mayoría de los países analizados.

Las consecuencias del proceso de liberalización del mercado ferroviario han sido distintas en el ámbito nacional que en el internacional. A nivel nacional existen países en los que ha entrado un número significativo de operadores y existe un cierto nivel de competencia en el mercado (Reino Unido, Alemania, Suecia y Suiza), mientras que en el resto de países los efectos se han notado mucho menos. En los países en los que la competencia se ha implantado con mayor fuerza se han obtenido crecimientos de tráficos. A nivel internacional, los “nuevos” operadores suelen tener carácter público, ya que están basados en fusiones de operadores estatales o acuerdos bilaterales. También hay un importante sector del mercado del transporte de mercancías en manos de operadores privados, pero no ha crecido significativamente con el proceso de desregulación. La gran variedad (en cuanto a estructura y costes) de los sistemas de tarificación adoptados en los distintos países no ha ayudado al escaso éxito del proceso de liberalización a nivel internacional, sino que más bien ha supuesto una barrera de entrada. Por lo tanto, puede concluirse afirmando que falta mucho por hacer para conseguir un sistema armonizado de tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa (Calvo y de Oña, 2005).

<b>País</b>	<b>Coste</b>	<b>Inversión</b>	<b>Administrativos y de gestión del tráfico</b>	<b>Congestión</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Servicios e instalaciones auxiliares</b>	<b>Externos</b>
<b>Alemania</b>		Precio base* (tren-km)	Precio base (tren-km) Sobre precio (coeficiente multiplicativo)	Producto por surco (coef. multiplicativo) Vía de andén (por parada)	Precio base (tren-km) Sobre precio (coeficiente aditivo)	Estaciones viajeros: parada Estaciones de clasificación y mercancías (por nº vías y tiempo)	-
<b>Dinamarca</b>		Enlaces de Öresund y Gran Belt (por travesía)	Carga suplementaria* (tren-km)	Sólo en tres líneas. Carga por capacidad (por tren)	Carga suplementaria* (tren-km)	?	Subvenciones para trenes mercancías (TKB)
<b>España</b>		Carga por tráfico (plazas-km) Cambiadores de ancho (por paso)	Carga de acceso (tren-km) Capacidad (tren-km) Circulación (tren-km)	Capacidad (tren-km) Vía de andén (por tiempo) Vías secundarias (por tiempo)	Capacidad (tren-km) Circulación (tren-km)	Electricidad tracción: (MWh); mantenimiento instalaciones (pantógrafo-km). Información a pasajeros (por pasajero)	-
<b>Francia</b>		Carga de acceso (por km y mes) Estación Futuroscope(mes)	Carga de acceso (por km y mes) Carga por circulación (tren-km)	Carga acceso (por km y mes) Reserva de capacidad (por km de surco) Vía andén (por parada) Vías secundarias (por tiempo)	Carga por circulación (tren-km)	Electricidad tracción: (tren-km); incluye mantenimiento instalaciones y pérdidas. Estaciones intermodales (por mes); Est. clasificación (por número vías y mes)	-
<b>Italia</b>		-	Acceso a líneas (tren-km) Acceso a nodos (min)	Acceso a secciones (km) Acceso a nodos (min) Carga por circulación (?) Estaciones ppales. (?)	Carga por circulación (?)	?	-
<b>Reino Unido</b>		Carga fija Carga variable por el uso (tren-milla) Carga por costes incrementales	Carga fija	Acceso restringido (cargas adicionales). Descuentos (flexibilidad) Penalizaciones (incidencias)	Carga variable por el uso (tren milla)	Electricidad tracción: (tren-milla); mantenimiento instalaciones (?) Estaciones: según contrato de acceso	-
<b>Suecia</b>		Enlace de Öresund (TKB en toda la red, por travesía)	-	-	Carga por vía (TKB)	Información a pasajeros (por paquete básico) Estaciones (?)	Accidentes (TKB) Diesel (por litro)
<b>Suiza</b>		Margen de contribución (% beneficios, plazas-km, TKN, TKB)	Operación de trenes (tren-km)	Opciones de surco (según prioridad) Estaciones y nudos ferroviarios (parada) Vías sec. (por tiempo)	Mantenimiento (TKB)	Electricidad tracción: (kWh). Estaciones y nudos ferroviarios (por parada) Estaciones de clasificación (por nº vías y tiempo)	Diesel (TKB) Bonificaciones por reducción ruido (eje-km)

\* Relación coste-carga no confirmada. - Coste no incluido en el sistema de tarificación. ? Se desconoce la carga y/o parámetro de imputación. Fuente: Calvo y de Oña (2005)

**Tabla 17. Costes, cánones y variables de imputación por el uso de la infraestructura ferroviaria en Europa**

## 2.5. CONCLUSIONES - JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL

### **2.5.1. La tarificación de las infraestructuras como herramienta para el transporte sostenible**

El mejor aprovechamiento de un sistema de transporte se logra asignando a cada modo los tráficos para los que resulta más eficiente. Para realizar esta asignación de funciones dentro del marco liberalizado del sector transporte al que se pretende llegar en la *UE*, puede utilizarse la gestión de la demanda a través del cobro a los transportistas de los costes que su actividad supone. De esta forma, son los propios agentes implicados en el transporte los que encomendarán su actividad al modo más adecuado.

Para que el anterior trasvase de tráficos pueda llevarse a cabo es necesaria (además de otras actuaciones de mejora del marco legal y de las infraestructuras de transporte), una tarificación que refleje, por medio de unos principios y metodología similares, los costes de cada medio de transporte.

Teniendo en cuenta lo anterior, se va a desarrollar un sistema de cobro por el uso de la infraestructura ferroviaria que, teniendo en cuenta la naturaleza de los costes de la carretera (que, a grandes rasgos, siguen la línea de los de la infraestructura ferroviaria), pueda también ser aplicado, en su estructura básica, al transporte por carretera.

Como se ha visto, la gran mayoría de los sistemas de cobro por el uso de las infraestructuras de transporte en Europa apenas tienen en cuenta las externalidades negativas del transporte, por lo que se propone un sistema de tarificación que, considerando los costes internos y externos del sistema (coste social), trate de incentivar un uso eficiente de las redes como pieza básica para la consecución de un sistema de transporte sostenible.

### **2.5.2. El desarrollo de un canon ferroviario desde el punto de vista del coste social puede ayudar a justificar la inversión en ferrocarriles**

En los últimos años se están realizando numerosos proyectos de construcción o mejora de líneas ferroviarias, y muchos otros están en proyecto. Los Estados están dedicando una parte muy importante de sus recursos a dichos proyectos. Pero a veces no queda claro el beneficio que van a producir a la sociedad, sino que se justifican en base a meras promesas electorales, compromisos políticos entre diversas Administraciones Públicas o razones difícilmente justificables (llevar la *AV* a todas las capitales de provincia, o que toda la población quede a menos de “x” kilómetros de una estación de *AV*, sin tener en cuenta aspectos fundamentales como la demanda, o la existencia de otros medios de transporte).

Por otro lado, en muchas situaciones y en comparación con otros medios de transporte, el ferrocarril produce menos costes externos. Si en el canon a desarrollar se tiene en cuenta dicho ahorro en costes externos, la cantidad resultante puede servir para justificar, en mayor o menor proporción, la inversión en la red ferroviaria.

### **2.5.3. El canon como herramienta para optimizar el uso de las redes ferroviarias**

Uno de los aspectos que garantizan el óptimo aprovechamiento de una red ferroviaria utilizada conjuntamente por distintos operadores y servicios de transporte es un sistema de tarificación por el uso adaptado a las características de la infraestructura y de los trenes que por ella circulan. El diseño de este sistema de tarificación se complica con la heterogeneidad de la red (líneas nuevas y antiguas) y de los servicios de transporte (viajeros de larga distancia, corto recorrido, mercancías, etc.).

Por lo tanto, y puesto que la mayor parte de la red ferroviaria europea presenta dichas variantes, se pretende desarrollar una metodología que, en su estructura básica, sea aplicable a cualquier red ferroviaria (podría calificarse como de sistema de tarificación “interoperable”) a través de una fácil adaptación a los condicionantes de cada país

(situación del mercado de transporte, apoyo financiero del gobierno al transporte ferroviario, sensibilidad social respecto a las externalidades del transporte, etc.).

Además, un sistema de tarificación “interoperable” (frente a la grandes diferencias existentes entre los sistemas de tarificación vigentes en Europa) contribuye a simplificar las gestiones en el transporte internacional y con ello potenciar el transporte ferroviario entre los distintos países de la *UE*.

Por último, un sistema de tarificación basado en unos principios básicos aplicables tanto al transporte ferroviario y carretero, y que considere tanto los costes internos como externos de ambos modos de transporte puede ayudar a justificar las decisiones de “financiación cruzada” de infraestructuras que la *UE* propone para financiar algunos proyectos ferroviarios prioritarios.

#### **2.5.4. Un sistema de tarificación eficiente para potenciar la competitividad del ferrocarril**

La liberalización del mercado de transporte por ferrocarril se ha tomado en la *UE* como uno de los pilares básicos para aumentar la competitividad de este modo de transporte. El establecimiento de tarifas por el uso es un paso intermedio del proceso liberalizador; posterior a la separación de la operación de los servicios de transporte de la gestión de la infraestructura ferroviaria, y previo a la entrada de nuevos operadores en el mercado. Como se ha visto, los sistemas de tarificación vigentes en Europa tienen una serie de defectos que no ayudan a este proceso, entre los cuales cabe destacar:

- La existencia de cargas de acceso fijas en algunos sistemas supone una barrera de entrada a pequeños operadores de transporte. Por lo tanto se va a desarrollar un canon que se base tan solo en cargas variables.
- No hay una relación clara entre los costes y las cargas que los recuperan, por lo que se va a desarrollar un sistema transparente, en el que cada carga recupere costes de la misma naturaleza. Esto contribuye a la aceptación de los precios por parte de los clientes y con ello, a la entrada de nuevos operadores en el mercado.

- Se va a desarrollar una carga por el uso de la vía que refleje mejor el deterioro que los trenes producen que las vigentes en la actualidad (que utilizan parámetros como el tren-km, o la TKB). Para ello se tendrán en cuenta otros aspectos que influyen en gran medida en las acciones que los trenes producen sobre la vía, como la velocidad o el peso máximo por eje. De esta forma se podrán imputar los costes de mantenimiento y renovación a los operadores de transporte de una forma más ajustada a la realidad.

### **2.5.5. Título de la Tesis Doctoral**

Por todo lo anterior, se considera pertinente el desarrollo de un sistema de tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria que sirva como documento base para la mejora de los existentes, y el título de la Tesis Doctoral no es otro que:

*“PROPUESTA DE SISTEMA DE TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA”*

Al título anterior podría añadirse una coletilla que dijera “bajo el punto de vista del coste social”, por la novedad de incluir los más importantes costes externos del transporte. Como complemento al título principal, se considera adecuado reseñar el caso de aplicación de la metodología propuesta, por lo que cabe añadir la siguiente frase, a modo de subtítulo:

*“Aplicación a la red ferroviaria Española”*

### **3. METODOLOGÍA PARA LA TARIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo del sistema de tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria se va a realizar por fases. En primer lugar se caracterizan los costes de las infraestructuras de transporte ferroviario. Para ello se analizan fuentes de datos y los resultados de diversos estudios de costes del transporte por ferrocarril para estimar su cuantía económica y la forma de variación de los mismos; en función de lo anterior, se proponen unos cánones con sus correspondientes parámetros de imputación. Por último, en función de su magnitud, de su relación con el uso, y de otros condicionantes, se propone un nivel de tarificación.

#### **3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**

Para establecer un sistema de tarificación que refleje los costes generados por la puesta a disposición y uso de la infraestructura de transporte es necesario conocer su naturaleza ya que, una vez identificadas las peculiaridades de cada coste, se hace más fácil su estimación y posterior imputación a los usuarios.

##### **3.2.1. Clasificación de costes según su relación con la producción**

Generalmente, los costes se diferencian entre fijos y variables. Se entiende por costes fijos aquellos que, para una determinada capacidad de transporte, permanecen prácticamente constantes aunque el tráfico varíe (por ejemplo, el coste de construcción de la infraestructura). Por el contrario, los costes variables cambian con el nivel de tráfico (Monzón, 2002b).

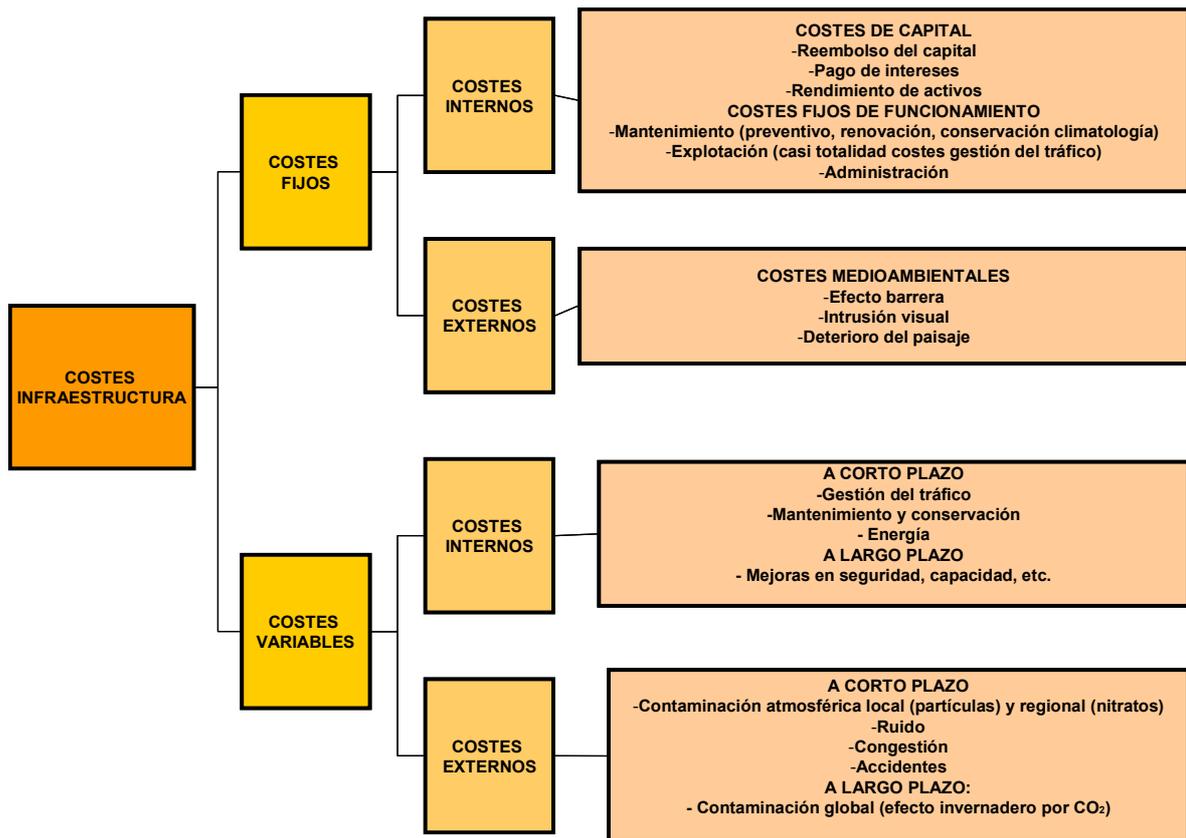
Esta clasificación puede ir un poco más lejos, teniendo en cuenta que, dentro de los costes variables hay algunos que sólo varían ligeramente con el nivel de tráfico (por ejemplo, la gestión y control del tráfico ferroviario), mientras que hay otros que aumentan directamente con la circulación de un tren adicional, existiendo una relación directa entre esta nueva unidad de transporte y los costes genera. Estos últimos costes son los llamados costes marginales (por ejemplo, las labores de mantenimiento correctivo). Para determinar qué proporción de los costes variables son marginales hay que llevar a cabo estudios específicos (CE, 1999e).

### **3.2.2. Clasificación de costes según los agentes afectados**

A su vez, costes fijos y variables pueden clasificarse, según los agentes que los soportan, en internos y externos. Los costes internos son aquellos que recaen sobre los usuarios (bien a través de las cargas por el uso, o a través de los impuestos), y por lo tanto son asumidos por el propio sector transporte. En cambio los costes externos afectan a terceras partes ajenas al sistema de transporte, no siendo generalmente compensadas por pago alguno (los usuarios del transporte no pagan por ellas), y carecen además de precio de mercado (Monzón, 2002a y CE, 1998).

En el siguiente esquema puede apreciarse una clasificación de los costes generados por la puesta a disposición de las infraestructuras de transporte (oferta) según su relación con la producción y agentes afectados por su uso.

Los costes fijos tienen que ver con el capital invertido en la infraestructura (amortización, intereses, etc.) y algunos efectos sobre el medioambiente (aquellos relacionados con la ocupación del entorno). Los costes de explotación y mantenimiento de la infraestructura tienen una parte de costes fijos, y otra de costes variables. Por último, los costes externos que varían directamente con el nivel de tráfico son la contaminación atmosférica, el ruido, la congestión y los accidentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de CE (1998)

**Figura 4. Costes relacionados con la oferta y uso de la infraestructura**

A esta clasificación pueden añadirse los costes “semivARIABLES” o “semifijos”, que tienen una cierta relación con la producción (varían con grandes variaciones en el nivel de producción), tales como la amortización (cuando se calcula en función del paso del tiempo y del uso) y las partidas ya comentadas de los costes de explotación y mantenimiento (gestión del tráfico, mantenimiento preventivo, renovación, etc.).

### 3.2.3. Clasificación de los costes internos de las infraestructuras de transporte

Históricamente han sido los costes internos que soporta el propietario de la infraestructura los primeros en tratar de imputarse a los usuarios. El ejemplo más claro de esta práctica son las empresas concesionarias de las autopistas de peaje. Se incluye a continuación una clasificación de estos costes.

### 3.2.3.1. Costes de inversión

Son costes indirectos que tienen que ver con el valor de las instalaciones que el gestor pone a disposición del operador (vía, estaciones, sistema de electrificación, etc.), así como de otras que son necesarias para la provisión del servicio (sistema de comunicaciones, sistema de control de tráfico, etc.). Tienen el carácter de costes fijos.

Estas instalaciones están caracterizadas desde el punto de vista económico por su elevado coste, tener un largo periodo de vida útil, un uso conjunto de las mismas, economías de escala<sup>23</sup> e indivisibilidades en su provisión, lo que hace que su tarificación resulte difícil tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Estas dificultades tienen que ver con el reparto de costes entre los usuarios y su escasa relación con la utilización de la infraestructura.

Por otro lado, el capital invertido en la provisión de la infraestructura constituye un coste fijo que no guarda relación con su uso actual. Una vez construida la red su valor aumenta con el tiempo al ir realizándose nuevas inversiones para mejorarla y modernizarla (o disminuye, si no se invierte ni siquiera para mantenerla y renovarla). Por lo tanto para aproximarse a una amortización real de la misma habría que conocer su valor patrimonial inicial más la valoración de las actuaciones realizadas en ella (lo que se conoce como “inventario permanente”). La evaluación de la totalidad de estas inversiones es complicada y, de conocerse, lo elevado de su cuantía hace que sea difícil de asumir por los usuarios.

---

<sup>23</sup> Por “economía de escala” se entiende la disminución de costes medios con el aumento de la producción. En el caso de la inversión en infraestructuras ferroviarias se refiere también a la singularidad de que determinadas inversiones producen importantísimas mejoras en la competitividad del sector. Por ejemplo, la transformación de una línea de vía única a vía doble permite absorber un tráfico superior al doble, o la electrificación o instalación de un moderno sistema de control de tráfico, que también permiten aumentar mucho el volumen de tráfico, a la vez que reducir costes. Sin embargo, el elevado coste de estas inversiones solamente las justifica cuando el sistema está colapsado o se ha rebasado el óptimo de explotación y se está operando en la zona de costes medios crecientes.

### **3.2.3.2. Costes comunes**

Son costes generales derivados de la puesta a disposición y uso de la infraestructura de transporte, pero que no varían directamente con el tráfico, por lo que su asignación a los operadores suele ser problemática. Tienen que ver con determinados servicios o instalaciones cuya provisión beneficia a todos los operadores. La práctica habitual consiste en distribuirlos entre los diferentes operadores en función de los costes directos o tráfico que generan. Ejemplos de estos costes son los costes de la gestión del tráfico y los costes generales de administración de la entidad gestora de la infraestructura.

### **3.2.3.3. Costes marginales a corto plazo**

Coste marginal es el incremento del coste total que ocasiona la producción de una unidad adicional. Por lo tanto, tienen el carácter de costes directos. En el caso de las infraestructuras de transporte, esta unidad adicional puede ser el p-km, TK, *TKB*, etc. Ejemplos clásicos de estos costes son parte de los costes de mantenimiento y explotación de la infraestructura. Su imputación a los operadores es mucho más sencilla que su estimación, asignando el coste ocasionado en función del tráfico generado.

### **3.2.3.4. Costes marginales a largo plazo**

Son inversiones que tienen que ver con el aumento de la producción pero que, debido a su mayor cuantía, se asignan a un periodo superior a los doce meses. El ejemplo más claro en el caso del transporte es el aumento de la capacidad y la seguridad (a través de la ampliación de la infraestructura o la mejora del sistema de señalización y control de tráfico) por parte del gestor de la infraestructura.

Estos costes pueden tener también su reflejo en el sistema de tarificación, de cara a incentivar la mejora de la productividad de la red, la calidad del servicio, etc. Su cobro a los operadores es más problemático comparado con los costes marginales a corto plazo, debido a su mayor cuantía, periodo de imputación e incertidumbre que suponen.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, y de cara al establecimiento de un sistema de tarificación común para la infraestructura carretera y ferroviaria, la Comisión Europea (CE, 1999a) propuso la clasificación de costes recogida en la Tabla 18.

CATEGORÍA DE COSTE		Costes fijos	Costes variables a corto plazo	Costes marginales a corto plazo
CARRETERA	FERROCARRIL			
CONSTRUCCIÓN				
1. Compra de terrenos	1. Compra de terrenos	sí	no	no
2. Construcción de nuevas carreteras	2. Construcción de nuevas líneas	sí	no	no
3. Ampliación carreteras existentes/adaptación a mayores cargas por eje	3. Mejora/ampliación de líneas existentes	sí	no	no
4. Inversiones de reposición	4. Inversiones de reposición			
4.1. Reparaciones mayores	4.1. Reparaciones mayores			
Arreglo de capas delgadas y superficie	Tratamientos periódicos de la superestructura	en parte	en parte	en parte
Reparación de puentes, muros de contención y otros elementos	Importantes tratamientos de puentes, túneles, desvíos y plataforma que sólo se lleven a cabo cada largos períodos de tiempo	en parte	en parte	en parte
4.2. Renovación	4.2. Renovación			
Reposición de capas inferiores		en parte	en parte	en parte
Reposición de puentes y otras instalaciones que hayan terminado su vida útil	Reposición de puentes, túneles, desvíos y plataforma (o partes de ella) así como la reposición de vías y otras instalaciones que hayan terminado su vida útil	en parte	en parte	en parte
5. Mantenimiento	5. Mantenimiento			
Arreglo de baches y sellado de juntas		no	sí	sí
Reparaciones menores (barandillas de puentes, barreras antirruído, etc.)	Reparaciones menores de puentes, barreras antirruído, instalaciones técnicas	en parte	en parte	en parte
Renovación del pavimento (tratamiento superficial)	Limpieza y compactación del balasto	no	sí	sí
MANTENIMIENTO ORDINARIO Y EXPLOTACIÓN				
6. Explotación, servicios y mantenimiento ordinario	6. Explotación, servicios y mantenimiento ordinario			
Mantenimiento invernal	Mantenimiento invernal	sí	en parte	en parte
Señalización horizontal		sí	en parte	en parte
Limpieza y podas	Limpieza y podas	sí	no	no
Inspección de las instalaciones	Inspección de instalaciones	sí	en parte	en parte
Semáforos	Señales, instalaciones de comunicación	sí	no	no
	Operación del sistema de señalización, control de tráfico y comunicaciones	no	sí	sí
	Energía de tracción	no	sí	sí
ADMINISTRACIÓN				
7. General	7. General	sí	no	no
8. Policía/control de tráfico	8. Policía	no	sí	sí
	9. Diseño del plan de circulación y horarios	no	sí	sí

Fuente: Comisión Europea (1999a)

**Tabla 18. Clasificación de costes internos de las infraestructuras de transporte**

### 3.3. SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO: COSTES, CÁNONES Y PARÁMETROS DE IMPUTACIÓN

Tal y como se comentó en el apartado 2.5. Justificación de la Tesis Doctoral, se van a incluir todos los costes asociados a la puesta a disposición y uso de las infraestructuras de transporte que, particularizándolos al caso de las redes ferroviarias pueden desglosarse en:

- Costes asociados al sistema de tracción (diferenciando entre tracción diesel y eléctrica)
- Costes asociados a las estaciones (diferenciando entre estaciones de viajeros y de mercancías)
- Costes asociados a otras instalaciones (por ejemplo, los cambiadores de ancho)
- Costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario
- Costes de mantenimiento y renovación de la infraestructura
- Costes de inversión (construcción y mejora de la red ferroviaria, incluyendo la infraestructura y todas las instalaciones auxiliares como estaciones, sistema de electrificación, de control de tráfico, etc.)
- Costes externos (incluyendo los más importantes en Europa).

Con el mencionado desglose de costes se consigue un sistema de tarificación que, por un lado, puede aplicarse también a la carretera (cuyos costes también pueden dividirse de forma similar exceptuando, claro está, los costes netamente ferroviarios), y por otro, puede contribuir a la sostenibilidad del sistema de transportes y a justificar la inversión en la infraestructura ferroviaria al tener en cuenta los costes externos.

Para cada uno de los costes mencionados se va a diseñar un canon variable específicamente destinado a su recuperación. El proceso de diseño de los cánones es el siguiente: en primer lugar se estudia la causalidad del coste y a continuación su cuantía económica para finalmente, proponer un canon y su correspondiente parámetro de imputación (en función de la teoría económica sobre tarificación de infraestructuras, las experiencias llevadas a cabo, disponibilidad de datos, etc.).

Puesto que uno de los principales objetivos del sistema de tarificación es el establecimiento de unos precios acordes con los costes generados, el análisis de estos costes se va a desglosar según tengan o no un precio de mercado: costes internos y externos.

### **3.3.1. Costes internos**

Se analizan en este apartado los costes internos que entraña la puesta de la red ferroviaria a disposición de los usuarios.

#### **3.3.1.1. Costes de las estaciones**

Su clasificación más lógica consiste en diferenciar entre estaciones de viajeros y de mercancías. Esta clasificación teórica se ajusta bastante a la realidad, puesto que en Europa se ha producido en los últimos años una especialización de este tipo de instalaciones según los tráficos que atienden. Esta transformación se ha producido normalmente mediante el traslado de los tráficos de mercancías de las antiguamente terminales universales situadas en el centro de las ciudades a estaciones de clasificación, estaciones intermodales y polígonos industriales situados en las afueras de los núcleos urbanos. Esto tiene una ventaja de cara a la estimación de costes, y es que los gestores suelen tener desglosados los costes asociados a estos dos tipos de estaciones.

El coste que generan es diferente según se trate de una estación de viajeros o una terminal de mercancías, y dentro de estas últimas, los costes difieren según el tipo de terminal: estación de clasificación, cargadero de graneles, estación intermodal, etc. (ESCAP, 2002). En definitiva, los costes de estaciones y terminales dependen en mayor medida de la naturaleza de tráficos que atienden que del volumen de tráfico (World Bank Institute, 2000).

Los costes asociados a estaciones son fijos en su mayor parte (costes de inversión en edificios y maquinaria, personal), aunque también existen partidas variables (dedicadas a atender a puntas de demanda, mantenimiento y conservación, congestión, explotación

de servicios auxiliares como los de maniobras, grúas, información a los viajeros, etc.). Puesto que ofrecen servicios utilizados por gran variedad de operadores, tienen el carácter de costes comunes.

#### **3.3.1.1.1. Estaciones de viajeros**

##### Caracterización

En general, las estaciones de viajeros pueden clasificarse según su categoría y los tráficos que atienden, aunque existen relaciones entre ambos criterios. Así pues, las estaciones de primer orden suelen atender a varios tipos de tráficos (cercanías, regionales, larga distancia, *AV*), para lo cual pueden llegar incluso a contar con terminales diferenciadas. En cambio, las estaciones secundarias suelen atender a una menor variedad de tráficos con las mismas instalaciones. Las prestaciones y servicios ofrecidos son mucho mejores en las estaciones de primer orden que en las secundarias, aspecto que influye en los costes generados. Así pues, mientras las estaciones principales cuentan con personal para atender a los viajeros (información, venta e incluso personal en andenes), escaleras mecánicas, teleindicadores, cafeterías, tiendas y otros servicios comerciales, las estaciones secundarias suelen carecer de muchos de estos servicios y equipamientos.

##### Valoración

El estudio de Baumgartner (2001) reúne costes de estaciones a nivel general (estaciones de viajeros, mercancías, costes de inversión y mantenimiento, vida útil, etc.). Según dicho informe, el coste anual de mantenimiento de las estaciones se sitúa en torno al 1% de la inversión, que varía de 3 a 200 millones de euros según la importancia de la estación. Con ello, el coste de mantenimiento anual se situaría entre los 30.000 y los 2 millones de euros al año.

Ante la falta de estudios más detallados, la práctica habitual en el cobro por el uso de las estaciones es partir de los costes que se les asocia en las cuentas anuales del gestor de la infraestructura y decidir cuáles se van a imputar a los operadores. Normalmente, se imputan a los operadores los costes totales de mantenimiento y explotación, soportando

el gestor los costes asociados a su construcción o remodelación (salvo en excepciones como la estación de Futuroscope en Francia).

### Imputación

Teniendo en cuenta las principales características de los costes de mantenimiento y operación de las estaciones (costes fijos y comunes), se recomienda imputarlos mediante un proceso “*top-down*”, pero ponderando el reparto de costes con unos pesos que tengan en cuenta las prestaciones que los distintos tipos de tráfico requieren (control de accesos, salas de espera independientes, zonas comerciales y de servicios, accesibilidad a andenes, información y atención a los viajeros, etc.). De esta forma, se tiene en cuenta que servicios ferroviarios como *AV* y cercanías generan unos costes de estaciones mucho mayores que, por ejemplo, los servicios regionales; los costes generados por los trenes de larga distancia pueden considerarse como intermedios, ya que no todas las estaciones en las que tienen parada son de primer orden. Por lo tanto, los pesos asignados serán 3 para *AV* y cercanías, 2 para larga distancia y 1 para regionales. El canon destinado a recuperar estos costes se denominará “Canon por Estaciones de Viajeros”.

Los parámetros de imputación normalmente utilizados en los casos analizados son la parada comercial (Alemania, Francia, España y Suiza), aunque el tiempo de ocupación de vías (distinguiendo entre vía de andén y vía de apartado) y la importancia de la misma también suelen afectar al canon total a pagar por el uso de estas instalaciones. Así pues, el cobro por costes internos de estaciones muchas veces se ve modulado por la congestión en las mismas (tiempo de ocupación de vías). Esto es así porque en estaciones congestionadas (principalmente grandes estaciones y estaciones de las redes de cercanías), la parada de un tren en una vía de andén hace que otro tren no pueda utilizarla (o tenga que retrasar su entrada a la estación), lo que supone, además de un consumo de capacidad, un coste de oportunidad. Algo similar (aunque con menores costes asociados) ocurre con las vías de apartado, que se utilizan para estacionar trenes o realizar operaciones de abastecimiento, limpieza, etc.

La parada comercial (modulada con aspectos como el tiempo y la congestión) de un tren de viajeros en una estación es un parámetro básico de imputación, aunque el número de

viajeros que la utilizan se considera todavía más ajustado, ya que la utilización de sus instalaciones y el tiempo de ocupación de vía de andén son proporcionales al número de viajeros (el tiempo de acceso y descenso de los trenes depende del número de viajeros). Según lo expuesto, se propone el número de viajeros como parámetro básico de imputación del Canon por Estaciones de Viajeros, ponderando el precio a pagar con los pesos anteriormente comentados según la Fórmula 7.

$$\text{Coste medio estaciones (EUR / viajero)} = \frac{Vc \times Cc + Vr \times Cr + Vlr \times Clr + VAV \times CAV}{Vc + Vr + Vlr + VAV} \quad (7)$$

*Donde:*

*V: número de viajeros*

*C: Canon según el servicio ferroviario (EUR/viajero)*

*c: servicios ferroviarios de cercanías*

*r: servicios ferroviarios regionales*

*lr: servicios ferroviarios de larga distancia*

*AV: servicios ferroviarios de AV*

*Cc=CAV=3xCr; Clr=2xCr*

El consumo de capacidad en estaciones (aparte de su relación indirecta con el número de viajeros que el tren transporta) se incluirá de forma en el Canon por Capacidad en línea ya que, en definitiva, las paradas más largas en estaciones suponen una ocupación más prolongada del tramo de línea en cuestión, por lo que ambos consumos de capacidad pueden agruparse en un único canon; además, de esta forma se simplifica el cobro por los costes de congestión.

Las vías de apartado deben cobrarse aparte, en función del tiempo de ocupación, y aumentando su precio unitario según el grado de congestión existente.

### **3.3.1.1.2. Estaciones de mercancías**

#### Caracterización

Hoy en día la mayor parte del tráfico de mercancías se realiza a base de trenes puros. Los trenes puros son aquellos que circulan sin fraccionarse entre un origen y un destino determinados, por lo que no necesitan pasar por las estaciones de clasificación<sup>24</sup>. En cambio, aquellos tráficos de mercancías en régimen de vagón disperso<sup>25</sup> los vagones deben permanecer un tiempo en las estaciones de clasificación al principio y/o final de su viaje, mientras se forman o fraccionan los trenes que los transportan durante la mayor parte del viaje.

En lo que se refiere a las estaciones de mercancías (intermodales o no), los trenes también deben ocupar sus vías mientras duran las operaciones de carga y descarga. Por último, las vías de las estaciones de mercancías también pueden utilizarse para el estacionamiento de cortes de vagones y composiciones enteras.

#### Valoración

Lo ideal sería disponer de datos de costes desagregados (por tren de mercancía general, por tren intermodal, por tiempo de ocupación de vías, por el uso de los distintos servicios auxiliares, etc.) y a distintos niveles (coste total, marginal, etc.), para poder realizar una imputación más ajustada al uso real, pero no se han encontrado dichos datos, o al menos, no todos ellos, procediendo además de fuentes muy diversas, tal y como a continuación se expone.

Los estudios que se han encontrado sobre los costes de mantenimiento y operación de las estaciones de mercancías, se refieren sobre todo a terminales intermodales. A continuación se exponen las conclusiones más importantes a las que llegan.

---

<sup>24</sup> Las estaciones de clasificación están formadas por varios haces de vías de apartado (recepción, formación y salida) en los cuales se fraccionan, forman y expiden los trenes de mercancías.

<sup>25</sup> El servicio de mercancías en régimen de vagón disperso se refiere a aquél que permite facturar vagones completos, sin llegar a formar un tren.

Según el informe de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza) (Baumgartner, 2001), los costes de mantenimiento anuales fueron estimados en el 1% de la inversión (300 millones EUR/estación de clasificación y 100 millones EUR/estación intermodal) lo que equivale a unos 3 millones EUR anuales si se trata de una estación de clasificación y a 1 millón EUR si se trata de una estación intermodal.

El único dato de coste marginal referente al uso de las estaciones de clasificación de mercancías que se ha hallado corresponde a la red sueca, donde se estimó en 0,45 EUR/vagón (CE, 1999a). A falta de más detalles en el documento, se considera que se trata del coste marginal medio es decir, desde que el vagón entra hasta que sale incluyendo, además de la correspondiente ocupación de vías, todos los servicios prestados (gestión de la información, maniobras, etc.).

Respecto al coste del trasbordo de un contenedor (servicio auxiliar básico prestado en las estaciones intermodales), el Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen und Eisenbahnbau de Suiza, realizó un estudio cuyas conclusiones recoge el análisis de costes de *Transfesa* (2002). El estudio se realizó en estaciones suizas, teniendo en cuenta el tamaño de la instalación y las unidades de carga<sup>26</sup>(UC) manipuladas anualmente en cada terminal. Para cada tamaño de estación se consideraron diferentes niveles de utilización de la infraestructura disponible. Los resultados obtenidos indicaron que, para una terminal de tamaño medio funcionando al máximo de su capacidad, el precio aproximado del transbordo de una unidad de carga es de 30,00 EUR. Cuando las terminales están utilizadas por debajo de sus posibilidades, los gastos de transbordo aumentan, llegando a alcanzar los 111,75 EUR/UC. Para cada UC hay que tener en cuenta dos operaciones (carga y descarga). También se observa que las terminales grandes resultan ser más económicas que las pequeñas, debido principalmente a la menor repercusión de los costes de personal, mantenimiento y gestión por UC.

---

<sup>26</sup> Unidad de carga ó “TEU (Twenty-feet Equivalent Unit/contenedor equivalente de veinte pies)”: unidad normalizada basada en un contenedor ISO de 20 pies de largo (6,10 m), usada como medida estadística de flujos o capacidades de tráfico. El PMA de un contenedor de 20 pies es de 24 toneladas. Un contenedor normalizado de 40 pies ISO Serie 1 equivale a 2 TEU. Las cajas móviles de menos de 20 pies corresponden a 0,75 TEU, entre 20 y 40 pies a 1,5 TEU y por encima de 40 pies, a 2,25 TEU.

No se han encontrado estudios sobre los costes asociados a las operaciones de carga y descarga de la mercancía transportada en vagones convencionales, pero debido a la diversidad de las cargas generales y a la menor especialización de los elementos de carga y descarga, se considera que deben ser mayores.

El estudio más completo que se ha encontrado sobre los costes de las estaciones de mercancías ha sido el de INTERFACE (Improvement of iNtermodal TERminal Freight operAtions at border Crossing tErMinal) (Musso, 2003), que ofrece datos sobre costes de construcción de las estaciones y operación de los servicios auxiliares. En dicho estudio se ponía de manifiesto que el sobrecoste que supone para un tren el paso por una estación de mercancías se compone de los siguientes aspectos:

- Coste de las maniobras: unos 4 EUR/tren-km
- Coste de las operaciones de clasificación (formación y fraccionamiento del tren): unos 10 EUR/vagón ó 8 EUR/contenedor. También señala que el sobrecoste de un tren que tiene que pasar por una estación de clasificación con respecto a un tren puro es del 15%.
- Coste de las operaciones de transbordo de contenedores: 25 EUR/contenedor.

Por lo tanto, se observa una gran disparidad en la estimación del coste del paso de un vagón por una estación de clasificación (0,45 EUR según CE -1999a- y 10 EUR según Musso -2003-, lo que parece provenir de que en el primer estudio se consideren costes marginales y en el segundo costes totales) y una gran aproximación en el coste de transbordo de un contenedor (30 y 25 EUR respectivamente).

En España, el gasto de *ADIF* dedicado a las estaciones de mercancías alcanzó los 113,0 millones de euros en 2005 (*ADIF*, 2006); este dato se refiere no sólo al coste de mantenimiento y explotación de las terminales, sino también a los servicios auxiliares en ellas prestados (grúas, maniobras y servicios logísticos). Por lo tanto, se observa que el gestor de infraestructuras español no ofrece datos desagregados para estaciones de clasificación y estaciones intermodales (que podría dar lugar a una diferente imputación de costes para trenes de carga general e intermodales), ni separa los costes de mantenimiento de los de operación, ni de los asociados a servicios auxiliares.

## Imputación

En los sistemas de tarificación analizados el parámetro de imputación de los costes de mantenimiento y operación de estas instalaciones suele ser el número de vías y el tiempo durante el cual se utilizan (Alemania, Francia, Suiza). Respecto a los servicios auxiliares (grúas, maniobras, etc.), se cobran en función de su grado de utilización.

Por lo tanto y, puesto que exceptuando los servicios auxiliares, los costes de las estaciones de mercancías son fijos y comunes, lo más adecuado sería imputar los costes de mantenimiento y operación a través de un proceso “top-down” entre los trenes que las utilizan (parámetros: número de vías y tiempo que se utilizan), cobrando los servicios auxiliares aparte, según el número de veces que se utilizan. Pero, tal y como se ha comprobado, ni los estudios ofrecen la totalidad de los datos necesarios, ni muchos de ellos son comparables. Por otro lado, respecto a los datos recabados de la red española, no están desagregados al nivel necesario, por lo que se propone imputar el Canon por Estaciones de Mercancías a través de un coste medio, repartiendo el coste anual de estas instalaciones (mantenimiento, operación y servicios auxiliares), entre todos los trenes de mercancías que circulan.

Esta aproximación se considera válida para una aplicación a un caso general (no así para el análisis de un corredor de transporte, por ejemplo), ya que (además de la falta de los datos necesarios) a gran escala (por ejemplo, en toda una red ferroviaria) no se dispone de datos sobre el número de trenes de mercancías que pasan por estas estaciones, el tiempo que las ocupan o el grado de utilización de los servicios auxiliares, por lo que sería muy complicada la utilización de los parámetros anteriormente comentados.

### **3.3.1.2. Costes del sistema de tracción**

#### ***3.3.1.2.1. Caracterización***

Se incluyen en este apartado los costes de mantenimiento y explotación de las instalaciones destinadas al abastecimiento de energía de tracción a los trenes. No se incluye el cobro por el consumo de la energía de tracción, que debe realizarse por consumo real (kWh o litro de gasoil).

En el caso de trenes diesel el sistema de abastecimiento de energía de tracción se trata de instalaciones dispersas por la red ferroviaria, compuestas por depósitos de combustible, bombas y mangueras de suministro. Estas instalaciones tienen un moderado coste de construcción, mantenimiento y operación.

En el caso de trenes eléctricos se trata de instalaciones continuas a lo largo de toda la línea (catenaria) y de otras puntuales (subestaciones y líneas de derivación desde la red general de suministro eléctrico). Dichas instalaciones suponen un gran coste de inversión y mantenimiento: subestaciones y líneas de derivación requieren de inspección y mantenimiento periódico, aparte de intervenciones esporádicas debido a imprevistos; la catenaria, además de inspección y mantenimiento preventivos, sufre directamente el desgaste de sus hilos de contacto por la fricción que les imprimen los pantógrafos de los trenes y por los arcos eléctricos que se producen en los despegues del pantógrafo; por último, el desgaste aumenta con el número de pantógrafos que el tren lleva elevados (más que proporcionalmente, debido a la acción que el primer pantógrafo produce sobre el cable de contacto). Respecto a los costes de renovación, están relacionados con el deterioro por los agentes atmosféricos. Según la Office of Rail Regulation (*ORR*, 2005), la parte variable del coste de mantenimiento del sistema de electrificación (corriente alterna) se sitúa en torno al 9% y la parte variable de los costes de renovación se estima en torno al 11%.

#### **3.3.1.2.2. Valoración**

Es difícil estimar los costes de mantenimiento y explotación del sistema de abastecimiento de energía de tracción, ya que se han encontrado muy pocos estudios de costes detallados y normalmente los gestores no disponen de este dato desagregado (o no está a disposición del público), sino que los costes de mantenimiento asociados suelen quedar englobados dentro del coste total de mantenimiento del sistema ferroviario y los costes de explotación dentro de los costes del sistema de gestión del tráfico (ya que los elementos del sistema de electrificación suelen ser telemandados desde los propios centros de control de tráfico).

No se han localizado datos sobre los costes de las instalaciones de abastecimiento de combustible. Se estima no obstante que los costes asociados al sistema de tracción diesel deben ser mucho menores que los asociados a la tracción eléctrica, debido a la menor dotación y mayor simplicidad de sus instalaciones.

Respecto a su cuantía, a falta de datos reales suministrados por el gestor, Baumgartner (2001) estima los costes anuales de mantenimiento del sistema de electrificación en el 2% de la inversión, que varía según características como corriente alterna o continua, tensión o tipo de línea (convencional/*AV*).

Por otro lado, según la revisión del sistema de tarificación británico llevada a cabo en 2005, las cargas destinadas a recuperar los costes de mantenimiento y conservación del sistema de electrificación suponen el 0,5% del canon a pagar (sin incluir las cargas por el uso de estaciones) por los trenes de viajeros (McMahon, 2005).

La revisión del sistema de cargas británico (*ORR*, 2005) es el estudio de costes más detallado que se ha encontrado. En él se recomendaba agrupar en una única carga los costes de mantenimiento y renovación del sistema de electrificación, tanto los referentes a elementos directamente relacionados con el uso (catenaria), como aquellos menos relacionados (subestaciones, líneas de conexión, etc.) teniendo en cuenta el número de pantógrafos en toma de tensión. La valoración de estos costes a la que se llegó en dicho estudio fue de entre 0,02 y 0,05 EUR/pantógrafo-km.

Otra aproximación a los costes de mantenimiento del sistema de electrificación (en este caso, incluyendo también los costes de operación) se encuentra en el estudio llevado a cabo para la implantación del primer sistema de tarificación en España (Ministerio de Fomento, 2003a), donde el canon por el sistema de electrificación ascendía a 0,05 EUR/pantógrafo-km.

Respecto a los datos anteriores hay que puntualizar que, en ambos casos, se trata de sistemas de electrificación en corriente alterna, que (debido a su mayor sencillez, mayor ligereza de la catenaria, menor número de subestaciones y posibilidad de menor longitud de líneas de conexión) generan menos costes de mantenimiento que los sistemas en corriente continua (Calvo et al, 2006).

### **3.3.1.2.3. Imputación**

En la práctica se suele imputar a los usuarios los costes de mantenimiento y explotación de las instalaciones de abastecimiento de energía de tracción.

En el caso del sistema de electrificación hay dos variantes: imputación de costes de mantenimiento y explotación dentro de la tarifa por la energía consumida (Francia) e imputación según el uso directo a través de un canon independiente del consumo de energía (España –según pantógrafo-km-, Reino Unido –se desconoce el parámetro de imputación que se adoptará finalmente-). En el caso de la tracción diesel, la imputación suele realizarse repartiendo los costes en función del uso real, a través de un sobreprecio por cada litro de combustible.

El canon propuesto para la recuperación de los costes de mantenimiento y explotación de las instalaciones de suministro de energía de tracción se denomina “Canon por Sistema de Tracción”. El parámetro de imputación será el pantógrafo-km en el caso de los trenes eléctricos (ya que el desgaste de la catenaria está directamente relacionado con su interacción con el pantógrafo) y el litro de combustible en el caso de los trenes diesel (ya que la utilización de las instalaciones de suministro es proporcional al volumen repostado).

### **3.3.1.3. Costes de los cambiadores de ancho**

La coexistencia en la red ferroviaria española de líneas principales de ancho ibérico (1.668 mm) e internacional (1.435 mm) obliga a construir cambiadores de ancho en los puntos de contacto entre ambas redes, para que los trenes de rodadura desplazable (*TALGO* y CAF – Construcción y Auxiliar de Ferrocarriles-) puedan pasar de unas a otras.

En los sistemas de tarificación de la red ferroviaria española (Ministerio de Fomento 2003a y 2005a) se traspasaba a los operadores los costes de mantenimiento y explotación de dichas instalaciones. Por lo tanto, se propone imputar a los operadores los costes de mantenimiento y explotación de los cambiadores de ancho a través del “Canon por Cambiador de Ancho” que, a falta de otras referencias, se valorará igual al

precio que se le asignaba en la segunda *OM* (Ministerio de Fomento, 2005b): 100 EUR/paso.

### **3.3.1.4. Costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario**

#### **3.3.1.4.1. Caracterización**

Se incluyen en este apartado los costes administrativos y de planificación del tráfico ferroviario (elaboración de horarios y del programa de explotación de la línea), así como los asociados a la señalización, control del tráfico y comunicaciones necesarias para garantizar una explotación segura y eficaz de la red de transporte.

Para considerar la totalidad de costes internos en los que incurre la empresa gestora de la infraestructura hay que tener en cuenta los costes administrativos. Son costes indirectos comunes y tienen el carácter de costes fijos. En el caso de un gestor de infraestructura ferroviaria, gran parte de estos costes tienen que ver con la relación con los operadores de cara a gestionar sus solicitudes de tráfico. Esta relación se refleja en los sistemas de tarificación: todos los países analizados excepto Suecia, incluyen los costes administrativos en el canon por la gestión del tráfico. Por ello, en la metodología a desarrollar también se van a considerar de forma conjunta.

Los costes de gestión y control del tráfico varían con la longitud de la línea, pero son poco sensibles a ligeras variaciones de la demanda. Esto es así porque necesitan de una dotación fija de instalaciones (señales, centros de control de tráfico, redes de comunicaciones, etc.) y personal, que les confiere el carácter de coste fijo (según *ORR - 2005-*, tan solo entre el 5% de estos costes son variables). Sí que varían mucho dependiendo de su tecnología, ya que cuanto más moderno es el sistema, menos costes de explotación y mantenimiento genera.

Según su nivel tecnológico, cada sistema es adecuado para un determinado nivel de tráfico (con gran amplitud entre el máximo y mínimo), y por ello su modernización tan sólo se lleva a cabo cuando se producen grandes incrementos de tráfico (y con ello, problemas de congestión) o por razones de seguridad. De ahí que el coste de su renovación pueda considerarse un coste marginal a largo plazo. Por otro lado, debido a

que se trata de un servicio que se presta de forma conjunta a todos los usuarios de la red, los costes generados tienen el carácter de costes comunes.

#### **3.3.1.4.2. Valoración**

Respecto a su cuantía, es difícil de estimar, ya que no existen estudios desagregados por tipos de línea o tráficos. La práctica habitual consiste en acudir a las cuentas del gestor de la infraestructura y ver los costes relacionados con la gestión del tráfico que atiende. Respecto a estos datos, hay que tener presente que generalmente, la red ferroviaria gestionada está integrada por líneas con distintos sistemas de control de tráfico y distintos niveles de tráfico, aspectos que obviamente influyen en estos costes, por lo que los datos manejados son valores medios.

Según el estudio InfraCost realizado por la UIC en 12 países europeos el coste unitario de gestión y control del tráfico ferroviario asciende a 11.700 EUR/km anuales y 0,75 EUR/tren-km (Bente et al, 2004).

En España, y según los datos de *ADIF* (2006) los costes administrativos y de gestión del tráfico ferroviario suponen 169,4 millones de euros.

#### **3.3.1.4.3. Imputación**

En la práctica, el tren-km es el parámetro de imputación utilizado habitualmente por los gestores de infraestructura en Europa (Alemania, Dinamarca, Francia, Italia, España, y Suiza).

En la metodología que se propone, los costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario se van a imputar a través de un canon denominado “Canon por Gestión del Tráfico”. Teniendo en cuenta las características de estos costes (fijos y comunes) y que el nivel de utilización del sistema de control de tráfico está relacionado directamente con el número de trenes puestos en circulación y la distancia que recorren, se propone su imputación a través de un proceso “*top-down*”, por medio del indicador tren-km. La gestión y el control del tráfico es una actividad que no depende del tipo de

tren (salvo circulaciones especiales), por lo que no es necesario modular el parámetro tren-km con ninguna característica del tren en cuestión.

Por otro lado, como la dificultad de gestionar el tráfico en la red aumenta con la densidad del mismo, en algunos de los sistemas de tarificación analizados (Alemania, Francia e Italia), el canon por capacidad se relaciona de una forma u otra con el canon que recupera costes por gestión del tráfico. Así pues, en Alemania un coeficiente multiplicativo afecta al precio base y en Francia e Italia las cargas por acceso y circulación (que recuperan también costes de gestión del tráfico ferroviario) aumentan con el nivel de utilización de la línea. De esta forma se recuperan costes de congestión modulando cargas relacionadas con la gestión del tráfico según la capacidad consumida (en función del número de surcos reservados, la calidad de los mismos o la prioridad en el procedimiento de asignación de surcos) y el nivel de congestión en la línea. Respecto al destino de estos ingresos adicionales, el incremento de las cargas por control de tráfico en situaciones de congestión permite financiar las mejoras necesarias para atender la demanda.

### **3.3.1.5. Costes de mantenimiento y renovación**

#### ***3.3.1.5.1. Caracterización***

Los costes de mantenimiento y renovación van asociados al deterioro de la infraestructura debido a su uso y a las agresiones que provienen del entorno donde se sitúa. En general, se entiende que operaciones de mantenimiento son actuaciones de pequeña envergadura que tienen como objetivo garantizar un cierto nivel de calidad, fiabilidad y seguridad (como el bateado del balasto, la nivelación de la vía, el amolado del carril, etc.).

La exposición prolongada a los agentes degradantes del entorno (lluvias, heladas, asientos, oxidación, etc.), y sobre todo, el desgaste y las deformaciones producidas por el tráfico provocan que los costes de mantenimiento y conservación ordinarios vayan aumentando con el tiempo, además de ir disminuyendo la efectividad de estas actuaciones. Por ello, cada cierto tiempo es necesario cambiar algunos o todos los elementos que integran la vía ferroviaria. Los costes de renovación se refieren a la

reposición de estos elementos (carriles, balasto, traviesas, etc.) con el objetivo de que las prestaciones de la infraestructura sean iguales a las que ofreció en el pasado (normalmente, cuando era nueva o en la última renovación). En la práctica, normalmente se aprovechan las renovaciones para sustituir los elementos no sólo por otros nuevos, sino de mayor calidad (carril más pesado, traviesas de hormigón, etc.). Por lo tanto, las renovaciones son mucho más infrecuentes que las operaciones corrientes de mantenimiento y su coste es mucho más elevado, características más propias de los costes marginales a largo plazo.

Los costes de mantenimiento y renovación se componen de una parte fija (recursos humanos y materiales asignados a programas de conservación preventiva y mantenimiento invernal) y de una parte variable (actuaciones de mantenimiento puntuales).

Es de resaltar que parte de estos costes tienen el carácter de costes marginales, y por lo tanto son directamente imputables a la circulación del tren. Esta relación directa con el tráfico, y el apoyo de la Directiva 2001/14/CE a la recuperación de la totalidad de los costes marginales generados por la circulación de los trenes son las razones de que en la práctica, todos los sistemas de tarificación analizados incluyan los costes de mantenimiento. Según estudios llevados a cabo en Suecia y en el Reino Unido, en torno al 10 % de los costes de puesta a disposición de la infraestructura son costes marginales (Pittman 2003 y CE, 1999a).

De todos los sistemas de tarificación analizados, tan solo el británico dice explícitamente que incluye el coste de las renovaciones a través de la carga variable por el uso, mediante la cual se recuperan también los costes de mantenimiento, aunque Alemania también los incluye, a través del precio básico y sus incrementos por razones de congestión.

#### **3.3.1.5.2. Valoración**

La forma más inmediata de obtener los costes de mantenimiento y renovación de una red ferroviaria es acudir a las cuentas del gestor de infraestructura. En sus cuentas anuales suele aparecer el coste total asociado a estas operaciones; a partir de esta cifra

pueden estimarse los costes marginales teniendo en cuenta que, como se ha dicho anteriormente, suponen aproximadamente el 10% del coste total. Cuando estos datos no estén disponibles, no sean fiables o su nivel de desagregación sea insuficiente, puede obtenerse una aproximación a los costes marginales de mantenimiento y renovación a partir de diversos estudios e informes.

De cara a optimizar los recursos económicos asignados al sistema ferroviario y como medida imprescindible para el establecimiento de un sistema eficiente de cobro por el uso de la infraestructura ferroviaria, varios países europeos han desarrollado bases de datos y metodologías de cálculo para estimar los costes de mantenimiento y renovación relacionados directamente con la circulación de los trenes. Las metodologías utilizadas fueron la función de costes y el sistema “*top-down*”:

#### Función de costes

Este sistema ha sido utilizado en Austria, Finlandia y Suecia (Thomas, 2002). Consiste en la estimación de la función de coste total y posterior obtención de su derivada respecto a las *TKB* para obtener la función del coste marginal. La función de coste total es del tipo:

$$C_{it} = g(Y_{it}, U_{it}, z_{it}, \varepsilon_{it})$$

*Donde:*

*C<sub>it</sub> son los costes de mantenimiento y conservación*

*Y<sub>it</sub> es la longitud de vía*

*U<sub>it</sub> es el nivel de utilización (en toneladas brutas)*

*z<sub>it</sub> es un factor que depende de las características de la línea (número de desvíos, antigüedad, tipo de línea, etc.)*

*ε<sub>it</sub> es el término error*

La estimación de la función de costes se realizó por regresión, resultando una función cuyos coeficientes pueden ser interpretados como una elasticidad. Estos coeficientes se encuentran entre 0,08 y 1,69 para los costes de mantenimiento y entre 0,27 y 0,32 si se consideran los costes de mantenimiento y renovación. Así pues los estudios llevados a

cabo indicaban que, si el tráfico aumentaba un 10 %, los costes de mantenimiento lo harán entre un 0,8 y un 1,7 % (Thomas, 2002).

A pesar de que los tres modelos son similares (con la excepción de que Finlandia no incluye puentes y túneles en su función de costes), los resultados obtenidos fueron bastante diferentes (Tabla 19).

<b>ESTUDIO (año)</b>	<b>COSTE MARGINAL (EUR/1000 TKB)</b>
<b>Suiza (1998)</b>	0,32
<b>Finlandia (2000)</b>	0,14 1,23 (mantenimiento y renovación)
<b>Suecia (2001)</b>	0,13
<b>Finlandia (2001)</b>	0,24
<b>Austria (2001)</b>	0,55

Fuente: Thomas (2002)

**Tabla 19. Costes marginales de mantenimiento y conservación según diversos estudios**

La derivada de la función de costes respecto a las *TKB* y su utilización con los datos de costes de las redes dio como resultado (Tabla 19) entre 0,13 y 0,55 EUR/1000 *TKB* para los costes marginales en los casos estudiados. La diferencia entre los resultados obtenidos puede explicarse por los condicionantes del terreno (los costes de mantenimiento y renovación aumentan en los trazados sinuosos, en los suelos de mala calidad, etc.), distintas clasificaciones de costes (las actuaciones incluidas en los conceptos de mantenimiento o renovación no son las mismas en todos los países), etc. En el caso de Finlandia los costes marginales de mantenimiento ascendían a 0,14 EUR/1000 *TKB* y a 1,23 EUR/1000 *TKB* (unas ocho veces más) si se consideraban los costes de mantenimiento y renovación (Thomas, 2002)<sup>27</sup>.

#### Sistema “top-down” adoptado en el Reino Unido

Consiste en la imputación de la totalidad de los costes variables entre los distintos tipos de trenes según relaciones causa-efecto basadas en relaciones matemáticas ingenieriles.

<sup>27</sup> Aparte de los datos presentados, estudios llevados a cabo en Francia recomiendan el cobro de 1,7 EUR/tren-km por los costes marginales ocasionados (CE, 1999a). Debido a su gran magnitud se supone que incluye los costes de renovación y quizás parte de los costes de gestión del tráfico.

El sistema parte de la estimación de los costes de mantenimiento y renovación y los reparte entre fijos y variables.

<b>COSTE</b>		
<b>VÍA</b>	<b>% FIJO</b>	<b>% VARIABLE</b>
<b>Mantenimiento</b>	70	30
<b>Renovación de carriles</b>	5	95
<b>Renovación de traviesas</b>	75	25
<b>Balasto</b>	70	30
<b>Desvíos</b>	75	25
<b>Estructuras</b>	90	10
<b>SEÑALIZACIÓN</b>	<b>% FIJO</b>	<b>% VARIABLE</b>
<b>Mantenimiento</b>	95	5
<b>Renovación</b>	100	0
<b>ELECTRIFICACIÓN</b>	<b>% FIJO</b>	<b>% VARIABLE</b>
<b>Mantenimiento corriente alterna</b>	90	10
<b>Renovación corriente alterna</b>	65	35

Fuente: Thomas (2002)

**Tabla 20. Variabilidad de los costes de mantenimiento y renovación en el Reino Unido**

Según la Tabla 20, el coste de mantenimiento de la infraestructura es fijo en un 70 %, mientras que en el caso del sistema de señalización y electrificación este porcentaje se eleva hasta el 95 y 90 % respectivamente. Estas cifras dan una idea de la gran importancia que tienen los costes fijos en el mantenimiento del sistema ferroviario.

Para repartir los costes, en primer lugar se utilizan datos estadísticos como las millas recorridas por cada tipo de vehículo y su peso. Como parámetro de imputación utiliza la ETM (equivalent gross tonne mille), que consiste en modular la tonelada bruta-milla con factores dependientes de la velocidad, carga por eje y masas no suspendidas. Estos factores fueron estimados por regresión a través del sistema “*bottom-up*” de estimación de costes marginales que utilizaba *Railtrack* hasta 1999. Los costes de renovación y mantenimiento que utilizaba dicho estudio eran los siguientes.

ELEMENTO	MILES DE EUROS
Renovación de carriles (km)	158
Renovación de traviesas (km)	302
Renovación de balasto (km)	311
Renovación de desvíos (unidad)	181
Bateado (km)	4
Reparación de carril (fallo)	2
Reparación de desvíos (fallo)	10

Fuente: CE (1999a)

**Tabla 21. Costes de renovación y mantenimiento de vía utilizados por *Railtrack***

Por lo tanto, dentro de los costes de renovación por kilómetro de vía, el balasto y las traviesas son los elementos más caros, cuyo coste unitario es aproximadamente el doble que el de los carriles. Los desvíos también son dispositivos muy caros, mientras que el coste de las operaciones de mantenimiento de balasto, carril y desvíos cuestan menos, aunque lógicamente el coste total asociado a este aspecto dependerá de la frecuencia con la que se realicen estos trabajos.

Para el ETM referente a los trenes de mercancías se tiene en cuenta además el sistema de amortiguación y el derrame de carbón sobre la vía (ya que el carbón es un tráfico muy importante en el Reino Unido, y este material deteriora la capa de balasto). Dividiendo los costes de mantenimiento y renovación por las ETM de cada tipo de vehículo se obtiene el coste unitario a imputar a cada tren.

VEHÍCULO	EUR/km
Locomotora	0,464
Coche de viajeros	0,096
Automotor diesel	0,099
Automotor eléctrico	0,100
Media para trenes de viajeros	0,190

Fuente: Thomas (2002)

**Tabla 22. Costes marginales de mantenimiento y renovación según el tipo de vehículo**

De la Tabla 22 se deduce que los vehículos a los que se imputa un mayor coste de mantenimiento y renovación de la infraestructura son las locomotoras, mientras que al

material remolcado y autopropulsado se le asigna un coste menor. Esto puede explicarse teniendo en cuenta que el eje más pesado de un tren es siempre un eje motor y que el peso de un eje motor de un automotor suele ser inferior al de una locomotora convencional, por tener la tracción más distribuida; a igual velocidad y tipo de suspensión, la agresión de un tren a la vía aumenta con el peso máximo por eje.

#### Estudios de la Comisión de Infraestructuras de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)

La Comisión de Infraestructuras de UIC realiza desde 1996 un estudio sobre los costes de mantenimiento y renovación de la infraestructura ferroviaria. Los datos de partida fueron proporcionados por las administraciones ferroviarias de doce países europeos (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Italia, Noruega, Países Bajos, Reino Unido, Suecia y Suiza). Los resultados hechos públicos no dicen a qué país corresponde cada dato.

Como parte de los resultados de dicho estudio, se realizó una Tabla 23 que relaciona el tráfico en toneladas ficticias (Tf) anuales de una línea de ferrocarril con los costes de mantenimiento y renovación:

GRUPO		TRÁFICO FICTICIO (Tf)		COSTE
UIC	RENFE (km)	Máximo	Mínimo	EUR/km
1	-	-	120.000	65.000
2	-	120.000	85.000	57.800
3	1A (98)	85.000	50.000	50.600
4	1B (2.866)	50.000	28.000	43.400
5	1C (4.434)	28.000	14.500	36.200
6	2 (2.925)	14.500	7.000	29.000
7	3A (1.772)	7.000	3.500	21.800
8	3B (1.919)	3.500	1.500	14.600
9	4 (1.189)	1.500	-	7.400

*Nota 1. La longitud de vía de la red ferroviaria española (convencional) corresponde a 2001 (15.203 km)*

*Nota 2. El coste es un 40 % superior en el caso de una línea de doble vía (Ramos, s/f)*

Fuente: *Transfesa* (2002)

**Tabla 23. Coste anual de mantenimiento y renovación según el tráfico ficticio**

De la Tabla 23 se deduce que los costes de mantenimiento y renovación aumentan con el tráfico ficticio, pero también se advierte que, si se relacionan los incrementos de tráfico con el crecimiento de costes, éstos crecen más lentamente en los niveles de tráfico superiores. Esto quiere decir que el coste unitario de mantenimiento y renovación decrece con el nivel de tráfico, algo característico de la infraestructura ferroviaria, que se mueve en la zona de rendimientos medios crecientes<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> Rendimiento es el valor inverso del coste; es decir, cómo varía la producción por unidad de factores consumidos. Las infraestructuras de transporte se mueven en la zona de costes medios decrecientes (Izquierdo et al, 2001). Esto significa que el sector permite una mejora de la competitividad a medida que aumenta la producción hasta alcanzar el óptimo de producción (valor mínimo de los costes medios). En toda esta zona los costes marginales son inferiores a los costes medios. En el campo de las infraestructuras de transporte éste efecto es muy importante, debido a la gran importancia de las partidas fijas en casi todas las categorías de costes (mantenimiento, gestión y control del tráfico, sistema de electrificación, estaciones, etc.).

También se observa que la red ferroviaria convencional española soporta unos niveles de tráfico de medios a bajos, ya que existen líneas en los tres niveles superiores de tráfico.

El último informe de la Comisión de Infraestructuras de la UIC fue presentado en 2004, y contiene los datos sobre costes de mantenimiento del año anterior y la media de los costes de los proyectos de renovación de vía llevados a cabo en el periodo 1996-2003. Antes de seguir adelante, hay que señalar que los resultados de detalle de este estudio son accesibles únicamente a los gestores de infraestructura que participan en el proyecto, estando disponible para el conocimiento general solo un resumen de los resultados y sin identificar a qué país se refieren en concreto. Por ello, en la Tabla 24, las letras no se corresponden con las iniciales del nombre de ningún país.

También hay que resaltar que, para llegar a unos valores comparables, se llevó a cabo un proceso de armonización de los datos, teniendo en cuenta las características de cada red ferroviaria (grado de electrificación, implantación de líneas con más de una vía, número de desvíos, tráfico, etc.). De esta forma se llegó a los resultados que se muestran a continuación (Dalton, 2005).

Gestor	Mantenimiento	Renovación	Total	Tráfico	Mantenimiento	Renovación	Total
	(x1.000 EUR/km)			(x1.000 tren-km/km)	(EUR/tren-km)		
Q	27,1	67,4	94,5	6,5	4,2	10,4	14,5
U	21,0	23,1	44,1	6,5	3,2	3,6	6,8
G	33,7	24,4	58,1	9,2	3,7	2,7	6,3
D	26,0	8,5	34,5	9,9	2,6	0,9	3,5
F	35,8	25,7	61,5	12,2	2,9	2,1	5,0
K	55,2	36,3	91,5	15,2	3,6	2,4	6,0
N	65,1	99,6	164,7	15,8	4,1	6,3	10,4
M	27,1	31,2	58,3	16,8	1,6	1,9	3,5
C	23,4	18,5	41,9	17,7	1,3	1,0	2,4
E	17,6	30,3	47,9	18,6	0,9	1,6	2,6
H	50,4	30,6	81,0	25,9	1,9	1,2	3,1
J	26,9	30,9	57,8	28,0	1,0	1,1	2,1
<b>Media</b>	<b>34,1</b>	<b>35,5</b>	<b>69,7</b>	<b>15,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>4,6</b>

*Nota: Para los trenes de mercancías, el estudio considera 800 toneladas netas, correspondiendo esta cifra a dos tercios del peso total del tren tipo.*

Fuente: elaboración propia a partir de datos de UIC (2004)

**Tabla 24. Coste anual de mantenimiento y renovación de una línea de vía única**

De la Tabla 24 se deduce que el coste anual medio de mantenimiento y renovación asciende a 69.700 EUR/km, correspondiendo aproximadamente la mitad a cada uno de los dos aspectos. Considerando que el tráfico anual medio es de 15.200 tren-km/km de

línea principal, se obtiene un coste unitario de mantenimiento y renovación de 4,6 EUR/tren-km, repartido también a partes iguales entre ambos conceptos.

Por otro lado, los datos aportados por los gestores de infraestructura no arrojan una relación lineal entre tráfico y costes de mantenimiento y renovación (hay redes con muy poco tráfico que generan costes muy elevados, y viceversa). Estas grandes diferencias pueden deberse a factores como la forma de realizar estas actuaciones (directamente por el gestor, o a través de contratistas), adopción de distintos estándares de calidad para la infraestructura o distintos sistemas de clasificación de costes.

Por último, el resumen incluye también el resultado de un análisis de regresión relativo al coste de 34 proyectos de renovación de carriles y traviesas. La función obtenida fue la siguiente (UIC, 2004):

$$Y = 4.792,5 * x^{-0,3012} \quad (R^2 = 0,7706)$$

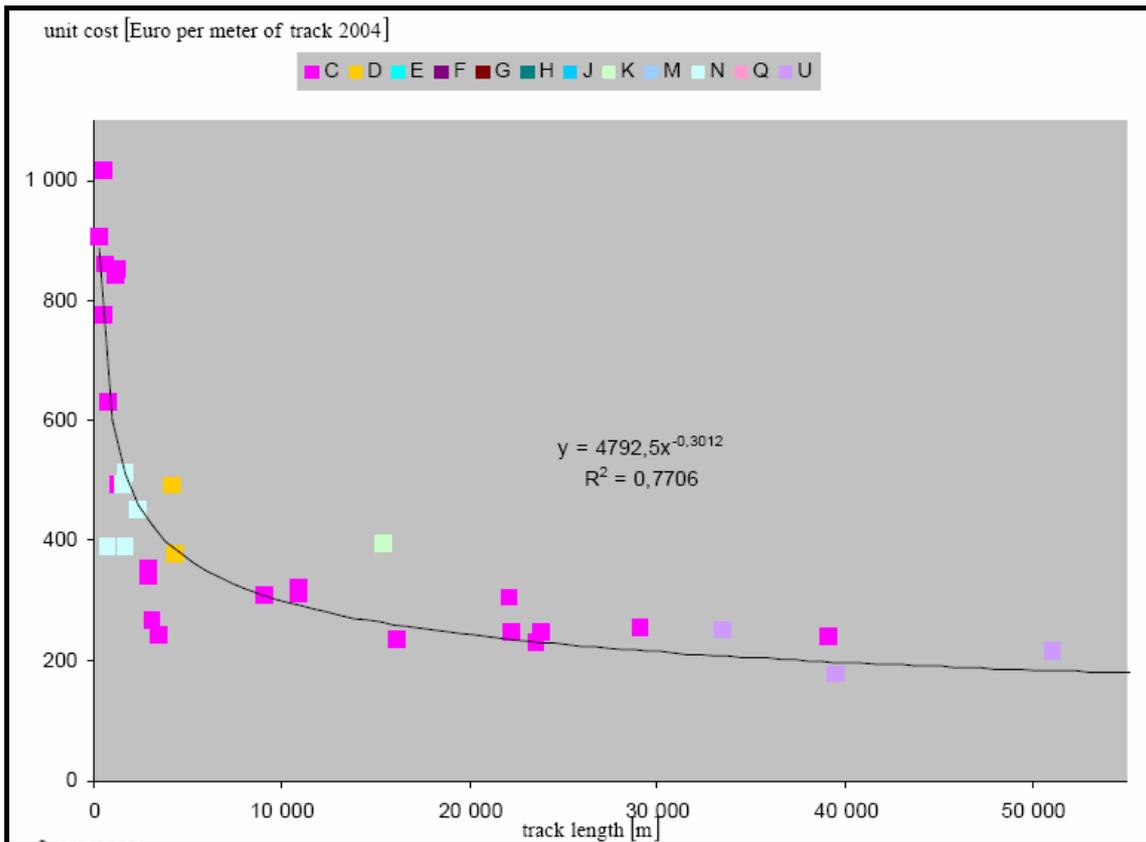
*Donde:*

*x es la longitud de vía en metros*

*Y es el coste de renovación, en EUR/m*

*R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación*

De la Figura 5 se deduce que el coste unitario de renovación de carriles y traviesas es mucho mayor en actuaciones de corta longitud (decreciendo desde los 1.000 a los 400 EUR/m hasta los 3 km) que en tramos superiores a los 10 km (donde el coste se estabiliza en torno a los 250 EUR/m).



Fuente: UIC, 2004

**Figura 5. Coste de renovación de carriles y traviesas en función de la longitud de vía sobre la que se actúa**

### 3.3.1.5.3. Imputación

Para que el traspaso de costes a los usuarios se ajuste a la realidad, es necesario utilizar un sistema de imputación que tenga en cuenta los factores en función de los cuales varía el coste. Los costes de mantenimiento y renovación aumentan con las cargas estáticas y dinámicas que inciden sobre la vía. De este modo, en relación con las características de los trenes:

- Aumentan con el peso total del tren ya que los trenes más pesados producen mayores cargas sobre la vía.
- Aumentan con el peso máximo por eje del tren. Por ello, los costes de mantenimiento y renovación disminuyen con la utilización de trenes autopropulsados ya que, además de ser menos pesados que los convencionales, suelen tener la tracción más distribuida, por lo que su peso máximo por eje es menor.

- Aumentan con la masa no suspendida<sup>29</sup>, ya que este peso incide directamente sobre la vía, sin ser amortiguado, lo cual aumenta las cargas dinámicas.
- Disminuyen al mejorar el sistema de amortiguación (por ejemplo, instalando suspensión neumática).
- Aumentan con la velocidad de circulación, porque las cargas dinámicas aumentan con la velocidad de circulación.
- Disminuyen con la utilización de trenes articulados con ejes guiados (trenes *TALGO*). Los trenes con ejes guiados son mucho menos agresivos a la vía que los convencionales, ya que al situarse sus ejes radialmente en las curvas, las pestañas de las ruedas se sitúan siempre tangentes al carril, disminuyendo las acciones horizontales sobre la vía.

Respecto a las características de la línea, los costes de mantenimiento y renovación:

- Disminuyen al mejorar las características geométricas de la línea, ya que la adopción de inclinaciones de rasante moderadas y curvas de radio amplio hace que disminuyan los esfuerzos longitudinales y transversales que inciden sobre la vía.
- Disminuyen al mejorar las características resistentes de la infraestructura. La utilización de carril más pesado, traviesas de hormigón, banqueta de balasto de espesor superior a 30 cm y balasto y explanada de buena calidad aumenta la resistencia de la vía en su conjunto, por lo que se degrada menos al paso de los trenes.
- Aumentan con la antigüedad de la infraestructura, ya que la necesidad de renovaciones se hace más frecuente. También, debido a la existencia de desgastes y deformaciones que provocan aumentos en las cargas dinámicas, que a su vez aceleran el deterioro.
- Aumentan en las líneas de *AV*, ya que la necesidad de realizar labores de inspección y mantenimiento a diario para garantizar la seguridad cuando se circula a gran velocidad hace que crezca el coste de mantenimiento (Baumgartner, 2001).

---

<sup>29</sup> La masa no suspendida de un tren es el peso de todos aquellos elementos que inciden directamente sobre la vía sin pasar por la amortiguación (normalmente, los ejes, las cajas de grasa y todo o parte del peso de los motores), aumentando las cargas dinámicas que aceleran el deterioro de la vía. Normalmente se sitúa en torno al 16 % del peso total.

Según las experiencias analizadas, el canon utilizado para recuperar estos costes se denomina normalmente “carga por circulación”, y se imputan a través de una gran variedad de parámetros relacionados con la distancia recorrida, el peso y la velocidad del tren (tren-km, *TKB*, Tf-km y toneladas dinámicas-km), modulados en ocasiones con el tipo de tren, el tipo de tráfico (principalmente viajeros/mercancías) y la calidad de la infraestructura (normalmente, el precio aumenta con la calidad de la infraestructura). De todos modos, en los sistemas de tarificación analizados, el canon por circulación no trata únicamente de recuperar estos costes, sino que a través de él también se pretende recuperar costes de inversión, gestionar la demanda, etc.

Para la metodología que se está desarrollando, se propone imputar los costes de mantenimiento y renovación a través de una carga denominada “Canon por Circulación”. Para asegurar una eficiente imputación de costes, este canon tendrá en cuenta tanto las características de los trenes como de la infraestructura puesto que, como se ha explicado anteriormente, ambas influyen.

Para tener en cuenta las características de los trenes, se propone utilizar el parámetro de imputación “tonelada ficticia-km” (Tf-km), obtenido multiplicando las toneladas ficticias a las que equivale el tren por la distancia recorrida. El concepto de tonelada ficticia (Tf), está definido en la ficha 714 R de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC, 1989), y fue modificado para su aplicación en el primer canon establecido en España (Ministerio de Fomento, 2003a), con el fin de distinguir entre trenes convencionales y trenes con tracción distribuida, y entre trenes con ejes convencionales y trenes con ejes guiados. Este parámetro, junto con las modificaciones mencionadas (descritas en el apartado 3.3.1.5.3), tiene en cuenta una gran variedad de características de los trenes relacionadas con el deterioro que producen en la infraestructura, por lo que se considera muy adecuado (y mucho más ajustado que el resto de parámetros utilizados en los sistemas analizados) para asignar a cada tren los costes que realmente produce. Se recuerda que la formulación general de las Tf era:

$$Tf = Sv * (Tv * Kv + 1,4 * TLv) + Sm * (Tm * Km + 1,4 * TLM) \quad (6)$$

No obstante, cuando se introdujo el coeficiente  $K_v=1,20$  (Ministerio de Fomento, 2003a), se hizo exclusivamente para considerar el menor deterioro que el tren AVE de la Serie 103 produciría sobre la vía, al tener el 50% de sus ejes motorizados. En ese caso, el coeficiente  $K_v$  afectaba a todo el peso del tren. Si se aplica de esta forma el coeficiente  $K_v$  a muchos de los trenes autopropulsados existentes actualmente, se obtienen más  $T_f$  que si se consideran como trenes convencionales (es decir, multiplicando su peso remolcado por 1,0 y su peso motor por 1,4), por lo que no es correcto aplicarlo a la gran variedad de trenes autopropulsados que circulan por cualquier red ferroviaria (en los que varía tanto su peso, como el porcentaje de ejes motorizados).

Para su utilización como parámetro de imputación en el sistema de tarificación que se está desarrollando, se va volver a modificar el parámetro  $K_v$ , de tal forma que tenga en cuenta peso real de los ejes motores de los trenes autopropulsados, que (tal y como se va a demostrar a continuación) siempre va a ser intermedio entre el peso de los ejes no motores y el peso por eje de las locomotoras. Para calcular el  $K_v$  aplicable a los trenes autopropulsados se van a tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El método de la UIC para el cálculo de las  $T_f$ , propone  $K_v=1,00$  para los coches convencionales de viajeros. Los coches de viajeros suelen pesar unas 11 t/eje<sup>30</sup>.
- En la Tabla 25 se ha calculado de forma aproximada (media ponderada con el número de trenes de cada serie) el peso de los ejes motores de los trenes españoles. De ella se deduce que es igual a 14,8 t/eje en los trenes autopropulsados y a unas 20,8 t/eje en las locomotoras.

---

<sup>30</sup> Peso por eje de una de las series más numerosas de coches de RENFE (2004): series 10.000, 10.200, 10.500, 10.600 y 10.800, que alcanzan las 41 unidades.

Serie	Peso locomotora/coche motor (t)	Nº ejes	Peso maximo/eje (t)	Peso maximo/eje (media) (t)	Numero trenes	Peso maximo/eje (media ponderada) (t)
LE 252	86	4	21,5	21,8	420	20,8
LE 269	88	4	22,0			
LD 333	120	6	20,0	19,2	234	
LD 319	110	6	18,3			
UTE 440/470	66	4	16,5	14,6	792	14,8
UTE 446/447	60	4	15,0			
UTE 450/451	70	4	17,5			
UTD596	56	4	14,0			
UTD 592/592.2	46,5	4	11,6			
UTD 594	45,5	4	11,4			
UTD 598	64	4	16,0			
UTE 448	64	4	16,0			
UTE 490	53	4	13,3			
UTE 100/101			17,2			
UTE 102			17,0			
UTE 103			16,0			
UTE 104			17,0			

Nota. LE: locomotora eléctrica. LD: locomotora diesel. UTE: unidad de tren eléctrica. UTD: unidad de tren diesel

Fuente: Fichas de Material Motor y Datos Estadísticos RENFE (2004)

### Tabla 25. Cálculo del peso medio de los ejes motores de los trenes españoles

- Según estudios llevados a cabo por la Oficina de Investigación y Experimentos de la UIC, los costes de mantenimiento y renovación crecen un 60% del correspondiente aumento de la carga por eje (Nash y Matthews, 2002b).

Por lo tanto, considerando el incremento de costes al que llegó la Oficina de Investigación y Experimentos de la UIC, y el incremento de peso de los ejes motores de los trenes autopropulsados con respecto a los ejes remolcados (34%), se obtiene un incremento del 20% respecto al Kv correspondiente a los ejes remolcados. Por lo tanto, a los coches motores y las cabezas tractoras de los trenes autopropulsados se les debe aplicar un Kv=1,20.

Teniendo en cuenta esta última modificación, la Fórmula 6 de cálculo de las Tf (a utilizar para el “Canon por Circulación”) quedaría como sigue:

$$Tf = S * (Kv,m * T + Kt * Tt) \quad (7)$$

Donde:

S varía con la velocidad media de circulación

<i>Velocidad (km/h)</i>	<i>S</i>
$v \leq 60$	1,00
$60 < v \leq 80$	1,05
$80 < v \leq 100$	1,15
$100 < v \leq 130$	1,25
$130 < v \leq 160$	1,35
$160 < v \leq 200$	1,40
$200 < v \leq 250$	1,45
$v > 250$	1,50

*K<sub>v</sub>=1,00 aplicable al peso remolcado de los trenes de viajeros (ejes convencionales)*

*K<sub>v</sub>=0,90 aplicable al peso remolcado de los trenes de viajeros (ejes guiados)*

*K<sub>m</sub>=1,15 aplicable al peso remolcado de los trenes de mercancías (normalmente, de 20 t/eje de peso máximo)*

*T es el peso remolcado del tren (en t)*

*K<sub>t</sub>=1,40 aplicable a las locomotoras*

*K<sub>t</sub>=1,20 aplicable a coches motores y cabezas tractoras de trenes autopropulsados*

*T<sub>t</sub> es el peso de los elementos motores del tren (locomotora, coches motores, cabezas tractoras) (en t)*

Por último, para tener en cuenta las características de la infraestructura en la imputación de costes de mantenimiento y renovación, se diferenciará entre líneas convencionales y líneas de AV ya que por los condicionantes explicados anteriormente, los costes asociados a unas y otras son muy diferentes.

### **3.3.1.6. Costes de inversión**

#### **3.3.1.6.1. Caracterización**

Incluyen la amortización de las instalaciones que componen el sistema ferroviario (vía, estaciones, sistema de control de tráfico, sistema de electrificación, etc.) más los intereses del capital obtenido en los mercados financieros. El coste del capital invertido en la infraestructura ferroviaria es muy problemático de cara a su estimación y posterior imputación a los usuarios de la red, por las siguientes razones:

- La mayor parte de la red ferroviaria actual es el resultado de sucesivas actuaciones de mejora sobre líneas de más de cien años de antigüedad, por lo que es muy difícil

conocer su valor real. Para conocerlo es necesario realizar un inventario permanente<sup>31</sup>.

- El coste de construcción de una nueva línea es tan elevado, que el traspaso del mismo en su totalidad a los operadores haría inviable su participación en el sector del transporte ferroviario.
- Se trata de costes fijos, no relacionados con el tráfico, aspecto que dificulta su imputación a los operadores.

En Europa prácticamente todos los costes asociados al capital invertido en el sistema ferroviario son soportados directamente por los presupuestos generales de los respectivos Estados, excepto en algunos casos en los que parte de estos costes se traspasan a los operadores. Debido al distinto grado de subvención, el nivel de las cargas relacionadas con estos costes también varía mucho según los países, lo que dificulta en extremo conocer un valor medio.

Los costes de inversión contemplados en los sistemas de tarificación analizados son los intereses que soporta el propietario de la infraestructura y la financiación de mejoras en la red para aumentar su seguridad o capacidad (Alemania, Francia, Suiza y el Reino Unido) o de proyectos muy concretos (puentes, estaciones, cambiadores de ancho). En las líneas de *AV* españolas se trata de recuperar en torno al 25% de los costes de inversión (en concreto, costes asociados a mejoras, intereses y parte de los costes de amortización) (Fernández y García, 2005). También en Bélgica se recuperan parte de los costes de inversión en las nuevas líneas de *AV*, a través de dos coeficientes multiplicativos que afectan a la carga básica por tren-km: el primero de ellos (que puede alcanzar un valor de hasta 2,0) se fija en función de los ingresos potenciales que puede obtener el operador, y el segundo depende del equipamiento técnico de las líneas (vale hasta 5,0 en las líneas de *AV*) (Peter, 2003).

---

<sup>31</sup> Únicamente Alemania utiliza un inventario permanente para recuperar la inversión (el método para recuperar la inversión está basado en los mismos principios para carretera y ferrocarril) (CE, 1999a).

### **3.3.1.6.2. Valoración**

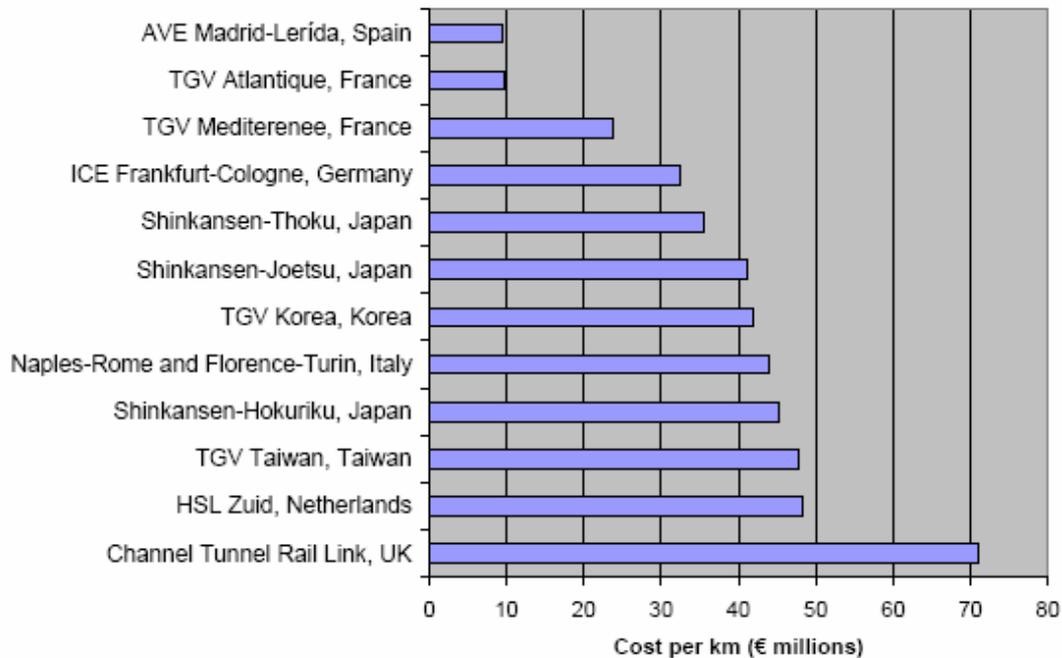
Como se ha comentado anteriormente, es difícil dar una valoración general de los costes de inversión en la infraestructura ferroviaria. En primer lugar, si se refiere a proyectos concretos, el coste varía mucho dependiendo de los condicionantes de cada caso (orografía del terreno, usos del suelo, impacto ambiental, etc.); por otro lado, el habitual desglose en proyectos parciales especializados (infraestructura, superestructura, electrificación, señalización, etc.) complica la obtención del coste unitario total de construcción de una línea ferroviaria. Por ello, en el caso de utilizar costes reales de proyectos concretos, lo ideal sería contar con una base estadística de datos, para poder comparar y utilizar aquellos que más se asemejen a la red en cuestión.

Steer Davies Gleave (S. D. G., 2004) y el Laboratorio de Intermodalidad de los Transportes y de Planificación de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza) (Baumgartner, 2001) han realizado aproximaciones a este enfoque (estudio de distintos proyectos y estimación de unos costes medios) cuyos resultados se exponen a continuación.

En el caso de no disponer de los presupuestos de proyectos concretos, también pueden obtenerse costes genéricos de las partidas de los presupuestos generales del Estado (planes de infraestructuras del transporte) dedicadas a financiar la red ferroviaria.

#### Coste de construcción de líneas de AV en el mundo

En 2004 vio la luz un informe preparado por Steer Davies Gleave para la Comisión para el Transporte Integrado del Reino Unido (S. D. G., 2004) en el que se comparaba el coste de construcción de líneas de AV en diferentes países del mundo (España, Francia, Alemania, Japón, Corea, Italia, Taiwán, Países Bajos y Reino Unido). Los costes de los distintos proyectos analizados se recogen en la Figura 6:



Fuente: S. D. G. (2004)

**Figura 6. Coste unitario de construcción de líneas de AV**

De la Figura 6 se deduce que la línea de AV más cara que se ha construido en el mundo es el Channel Tunnel Rail Link (CTRL, túnel ferroviario de enlace bajo el canal), cuyo coste unitario fue de 72 millones EUR/km unas 7,6 veces más cara que la línea de AV más barata: la línea española Madrid-Lérida, cuyo coste ascendió a 9 millones EUR/km. Exceptuando el CTRL por sus características excepcionales (túnel de gran longitud bajo el mar para trenes de AV y trenes intermodales), el coste unitario de construcción de líneas de AV en el mundo oscila entre los 9 millones EUR/km de la mencionada línea española y los 48 millones EUR/km de la línea de AV del Sur en los Países Bajos (5,3 veces más cara). Por lo tanto, se observa una gran dispersión en los datos de costes de construcción de líneas de AV en el mundo.

Al analizar la diferencia de costes entre los distintos países se extrajeron una serie de conclusiones sobre aspectos generales que influyen en el coste unitario de construcción de estas infraestructuras de transporte (S. D. G., 2004):

- La orografía del terreno: cuanto más montañoso es un país, mayor es el coste de construcción de sus líneas ferroviarias. Se estima que el coste de construcción de

una línea con abundantes viaductos y túneles de de cuatro a seis veces superior que una línea que discurra por una zona sin dificultades orográficas importantes.

- El coste de construcción de una línea de *AV* aislada es mayor que si se incluye en una actuación a mayor escala, como puede ser un plan de infraestructuras.
- Coste de terrenos y mano de obra: el estudio los estima menores en los países del sur de Europa.
- Regulación medioambiental y de seguridad. Cuanto más rigurosa es, mayor es el coste de la obra. El informe considera que esta normativa es más rigurosa en el Reino Unido y Alemania que en otros países como España.
- Duración del proceso de construcción. A mayor duración, mayor coste. Como ejemplo, se señala que en el Reino Unido y en Italia (donde los procesos de planificación y aprobación de proyectos son muy largos) la duración es mucho mayor que en otros países como España y Francia, resultando un mayor coste. También se pone de manifiesto que el retraso en el comienzo de las obras supone que, en algunos casos los proyectos finalmente no se ejecuten por cambios en la planificación, disponibilidad presupuestaria, etc. (líneas de Thameslink 2000 y Crossrail en el Reino Unido). Esto se traduce en costes adicionales (principalmente referentes a proyectos de expropiaciones ya realizados) que penalizan el coste unitario de construcción de estas infraestructuras en los países donde esto ocurre.
- Coste de las estaciones. Se menciona que SRA (Strategic Rail Authority, Regulador Ferroviario Británico) estimó el coste de las estaciones en torno al 8-10% del coste de construcción de una línea de *AV*. También se señala que este coste aumenta como mínimo un 20% cuando se construye una estación monumental y con excesivos adornos arquitectónicos frente a una estación adecuada y funcional.
- Segregación de tráfico. El estudio señala que el coste de construcción de una línea para tráfico mixto es mayor que cuando se construye exclusivamente para el tránsito de trenes de viajeros. Esto es así porque las líneas que van a soportar trenes de mercancías deben contar con una inclinación de rasante del orden de la mitad que las dedicadas únicamente al tráfico de viajeros.
- Los cambios en el proyecto una vez iniciadas las obras aumentan el coste final.
- Costes del personal dedicado a planificación y proyecto. El informe los estimó en el 25% del coste total del proyecto para el CTRL, mientras que en la línea Madrid-Lérida alcanzaron el 2-3%.

### Coste de los distintos elementos de la red ferroviaria

El Laboratorio de Intermodalidad de los Transportes y de Planificación de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza), presentó en el año 2001 un estudio de costes del sistema ferroviario (Baumgartner, 2001). El estudio da órdenes de magnitud del coste de construcción de los diferentes subsistemas ferroviarios según el nivel de precios del año 2000, así como de los costes de mantenimiento y de su vida útil. Los datos de partida son de una variada procedencia: empresas constructoras de infraestructura y equipos ferroviarios, gestores de infraestructura, compañías ferroviarias, etc. El informe ofrece costes unitarios medios de los distintos elementos del sistema ferroviario por lo que, además del coste total de construcción de una línea (AV o convencional), pueden obtenerse datos sobre el coste de determinadas actuaciones de modernización y mejora (instalación de un nuevo sistema de comunicaciones y control de tráfico, electrificación de una línea, etc.). Se muestran a continuación los valores medios obtenidos.

#### *Línea ferroviaria*

Se incluyen en este apartado todos los costes en los que se incurre para la construcción de la vía ferroviaria (infraestructura y superestructura) en la línea y estaciones por las que pasa. Los primeros trabajos a realizar para construir una línea ferroviaria son los estudios previos y el proyecto de construcción:

<b>Estudios</b>	<b>millones EUR/km</b>
<b>Viabilidad</b>	0,001
<b>Anteproyecto</b>	0,01
<b>Proyecto</b>	1% de la inversión

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 26. Coste de los estudios previos y proyecto de construcción**

Otro gasto previo a la construcción son las expropiaciones cuyo coste aumenta con la densidad de población.

Expropiaciones	millones EUR/km
Densidad	
0 hab/km <sup>2</sup>	0,001
10 hab/km <sup>2</sup>	0,1
100 hab/km <sup>2</sup>	3
1000 hab/km <sup>2</sup>	10

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 27. Coste de las expropiaciones según la densidad de población**

Los valores mostrados en la Tabla 27 indican la enorme influencia que tiene la densidad de población en el coste de las expropiaciones necesarias para la construcción de una línea ferroviaria: el coste de las expropiaciones se dispara en las áreas más pobladas, debido al uso intensivo del suelo lo que, además de mermar su disponibilidad, hace aumentar su precio.

En el estudio, el coste de la infraestructura de la vía incluye la dirección de obra, trabajos previos, movimientos de tierra, reposición de viales, capa de forma, sub-balasto, drenaje, puentes, túneles, pasos superiores e inferiores, vallas, barreras antirruído, viales de servicio, intereses, gastos generales, etc. Su coste aparece desglosado según dos importantes condicionantes: la orografía del terreno y el tipo de línea (vía única, vía doble y convencional o de *AV*).

Infraestructura	Dificultad topográfica	Baja	Media	Alta
Tipo de línea	Inversión	millones EUR/km		
Vía única	Convencional	2	5	20
Vía doble	Convencional	2	7	20
	Alta velocidad	3	10	40

*Nota 1. Vida útil túneles: 100 años; puentes metálicos: 50 años; puentes de hormigón: 50 años.*

*Nota 2. Costes anuales de mantenimiento: 1 % de la inversión*

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 28. Coste de construcción de la infraestructura ferroviaria**

De la Tabla 28 se deduce que la inversión necesaria para construir una línea ferroviaria aumenta mucho con las dificultades que presenta el terreno. Para una dificultad topográfica media, el coste también es muy sensible a la decisión de construir una línea con vía doble, mientras que esta influencia es menor en el caso de que el terreno sea llano o muy montañoso. El coste de construcción las líneas de *AV* aumenta entre un 50 % y un 100% con respecto a las líneas convencionales.

La superestructura incluye el balasto, traviesas, sujeciones, soldaduras, montaje y mantenimiento inicial. El estudio indica su coste según el tipo de carril, teniendo en cuenta que la instalación de un carril de mayor calidad (lo que aumenta su precio), suele venir acompañada de la utilización de una mayor capa de balasto y otros elementos de mayor calidad. Es de reseñar el coste adicional que supone una renovación de vía con respecto al primer establecimiento.

Superestructura	Inversión
	millones EUR/km
Carril 50 kg/m	0,3
Carril 60 kg/m	0,4
Carril 70 kg/m	0,5
Coste adicional renovación	0,2

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 29. Coste de construcción de la superestructura ferroviaria**

Respecto a la vida útil de la vía ferroviaria, el estudio ofrece estimaciones dependiendo del tráfico y del carril instalado. Se aprecia que el intervalo entre dos renovaciones aumenta con el peso del carril y disminuye con el tráfico. Aparte de los datos mostrados en la Tabla 30, el estudio advierte que la vida útil de la vía aumenta al disminuir la carga por eje y aumentar los radios de curva.

Vida útil superestructura	Tráfico (vía única)			
	10	30	100	300
miles TKB/día	10	30	100	300
millones TKB/año	2,5-3,6	7,5-11	25-36	75-108
	Intervalo entre dos renovaciones (años)			
Carril 50 kg/m	40	20	10	-
Carril 60 kg/m	-	25	12	6
Carril 70 kg/m	-	-	-	7

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 30. Vida útil de la vía ferroviaria**

Los costes anuales de mantenimiento los presenta desglosados según el nivel de tráfico y tipo de línea. Se aprecia que aumentan con el tráfico y con las prestaciones de la línea. Señala que estos costes aumentan con la carga por eje de los trenes, al disminuir los radios de curva y al aumentar la velocidad máxima autorizada en la línea.

Mantenimiento superestructura	Tráfico (vía única)			
	miles TKB/día	30	100	300
millones TKB/año	2,5-3,6	7,5-11	25-36	75-108
	Coste anual (miles EUR/km vía única)			
Vía convencional	7	15	30	60
Vía alta velocidad	-	20	40	-

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 31. Coste anual de la vía ferroviaria**

### *Sistema de electrificación*

Respecto a cuándo es necesario acometer la electrificación de una línea ferroviaria, el estudio “Railways and energy”, presentado por el Banco Mundial en 1983, concluye que el tráfico mínimo medio que justifica la electrificación de una línea es de unas 16.600.000 TBR/año. Este valor medio puede descender, en condiciones muy favorables para la electrificación (disponibilidad de energía eléctrica a buen precio y bajo coste de construcción), a unas 5.500.000 TBR/año y aumentar, en situaciones muy desfavorables, hasta las 30.000.000 TBR/año. El valor de referencia más bajo (5.500.000 TRB/año) equivale a unas 15.000 TKBR por kilómetro de línea y día (Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987b). El coste del sistema de electrificación aparece desglosado entre subestaciones y catenaria. Subestaciones son las instalaciones donde la energía eléctrica procedente de la red general se transforma para ser utilizada por los trenes. Se aprecia que su precio aumenta con la capacidad de transformación de las mismas, y que las subestaciones para un sistema de electrificación de corriente continua son más caras que las de corriente alterna.

Sistema de electrificación	Inversión
Subestaciones	millones EUR/MVA
AC 25 kV, 50 ó 60 Hz	0,2
AC 15 kV, 16 2/3 Hz	0,3
CC 3 kV ó 1,5 kV	0,3

*Nota. Vida útil subestaciones: 50 años.*

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 32. Sistema de electrificación: coste de las subestaciones**

La electrificación de una línea ferroviaria se realiza normalmente por medio de una línea aérea (hilo de contacto), sustentada por péndolas de un cable apoyado en dos puntos (hilo sustentador), que es el que adopta la forma de catenaria, aunque a todo el conjunto de cables se le denomina comúnmente “catenaria”. La catenaria para un

sistema de corriente continua también es más cara que en corriente alterna, ya que se necesita mayor sección de hilo de contacto, y por ello todo el sistema de sustentación debe ser más robusto (Calvo et al, 2006).

Sistema de electrificación	Inversión	
	millones EUR/km de vía	
	Vía convencional	Vía alta velocidad
Catenaria		
AC 25 kV, 50 ó 60 Hz	0,15	0,2
AC 15 kV, 16 2/3 Hz		
DC 3 kV	0,17	-
DC 1,5 kV	0,2	-

*Nota 1. Vida útil catenaria: 30 años*

*Nota 2. Costes anuales de mantenimiento: 2 % de la inversión*

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 33. Sistema de electrificación: coste de la catenaria**

#### *Sistema de señalización y comunicaciones*

La gestión del tráfico ferroviario requiere de un sistema de señalización, control de tráfico y comunicaciones. Su finalidad es permitir que los trenes recorran un determinado trayecto en el menor tiempo posible y con total seguridad. Se incluye a continuación el coste de un sistema moderno, basado en el bloqueo automático y las comunicaciones por radio.

Sistema de señalización y comunicaciones	Inversión
	millones EUR/km de línea
Cables	0,1
Sistema de bloqueo automático	0,3
Señales	0,02
Sistema transmisión señales a cabina	0,15
Control centralizado por radio	0,015
Total	0,585

*Nota 1. Cantones de 2 km. 2 señales/cantón*

*Nota 2. Vida útil: 30 años*

*Nota 3. Costes anuales de mantenimiento: 4 % de la inversión*

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 34. Coste del sistema de señalización y comunicaciones**

#### *Estaciones*

Como aproximación al coste de estas instalaciones, ofrece los datos que se muestran a continuación. Estas cifras se refieren tanto la obra civil como las instalaciones de

equipamiento (edificios, vía, catenaria, señalización, telecomunicaciones, etc.); incluyendo también financieros y generales.

Estaciones	Inversión
	millones EUR/unidad
Apartadero en vía única con una vía de apartado	3
Apartadero en vía doble con dos vías de apartado	30
Terminal de viajeros de gran tamaño	200
Estación de clasificación	300
Estación intermodal	100

*Nota 1. Vida útil: 50 años*

*Nota 2. Coste anual de mantenimiento: 1 % de la inversión*

Fuente: Baumgartner (2001)

**Tabla 35. Coste de las estaciones**

Se aprecia claramente un incremento del coste de las estaciones con su tamaño, aunque este aumento de costes también tiene que ver con la dotación de instalaciones para hacer posibles los servicios que en ellas de prestan.

#### Vida útil y valor residual

Puesto que la inversión realizada en la construcción y modernización de la red ferroviaria suele imputarse parcialmente a través de un porcentaje de la amortización anual, es necesario conocer aspectos como su valor inicial (tratado en los anteriores apartados), vida útil y valor residual. Para la estimación de estos últimos datos se va a utilizar el Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarriles de Vía Ancha (Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987b) y el Estudio de Precios y Costes del Sector Ferroviario del Laboratorio de Intermodalidad de los Transportes y de Planificación de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza) (Baumgartner, 2001).

La vida útil de los diversos elementos que integran la red ferroviaria (para simplificar el problema se han elegido los más significativos y se han agrupado otros de similares características) puede estimarse a partir de datos suministrados por las compañías ferroviarias nacionales (que históricamente han sido las gestoras de la infraestructura), haciendo comparaciones o tomando valores medios. En el caso del Manual de Evaluación de Inversiones de Ferrocarriles de Vía Ancha, los datos que a continuación se incluyen se obtuvieron a partir de los históricos de *RENFE* y teniendo en cuenta

también los del manual homónimo de la compañía ferroviaria nacional alemana. El manual español define la vida útil como el intervalo de tiempo (medido en años) entre la fecha de entrada en servicio de la instalación y el año en el que el valor residual de dicha instalación es del orden del 5% de su valor inicial. Se incluyen también los datos aportados por el Laboratorio de Intermodalidad de los Transportes y de Planificación de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza) para contar con dos referencias.

Elemento	Vida útil	
	Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarriles de Vía Ancha	Estudio de Precios y Costes del Sector Ferroviario
Explanaciones	75	Sin dato
Túneles	75	100
Puentes metálicos	75	50
Puentes de fábrica	75	50
Vía	35	6-40
Estaciones	60	50
Talleres de vía y obras	60	50
Talleres y depósitos de material móvil	60	50
Subestación eléctrica	60	50
Catenaria	40	30
Sistema de comunicaciones y control de tráfico	30	30

Fuente: Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (1987b) y Baumgartner (2001)

**Tabla 36. Vida útil de los elementos que componen el sistema ferroviario**

Se aprecian diferencias significativas entre los valores aportados por cada estudio. Estas diferencias pueden deberse a que la vida útil de los distintos elementos se vea afectada por los condicionantes propios de cada red ferroviaria, como la climatología, el nivel de tráfico, las exigencias de seguridad y disponibilidad, etc. Por ello, los valores mostrados no deben tomarse como valores exactos, sino como valores de referencia. Esta última consideración justifica la estimación de la vida útil de una línea ferroviaria (englobando por esta denominación a todos los elementos) a través de un método aproximado, ya que

si es difícil e inexacto estimar la vida útil de cada elemento por separado, tanto más lo es dar una duración para todo el conjunto. En concreto, el método propuesto para estimar la vida útil de una línea de ferrocarril es la media de la vida útil de los elementos que la integran ponderada con el precio de cada uno de ellos. De esta forma se tiene en cuenta no sólo el desgaste de los distintos elementos, sino también su contribución al coste anual de amortización.

### Coste financiero

La gran magnitud de las inversiones necesarias para la construcción y mejora de la infraestructura ferroviaria hace que, pese a que se le dediquen importantes partidas de los presupuestos generales del Estado, en muchas ocasiones los gestores recurran al mercado financiero para completar sus necesidades financieras. Por ello, habrá parte del capital invertido en la infraestructura ferroviaria que se verá afectado por el interés de la deuda contraída. Puesto que el nivel de endeudamiento depende de cada caso (principalmente de la política económica de cada país), se hace necesario analizar las cuentas del gestor de infraestructura para cuantificar su importancia. Una vez determinado el porcentaje de la inversión financiada de esta forma, será necesario estimar el interés medio de las deudas contraídas, para así calcular el coste financiero anual. Este coste se sumará a la amortización anual para así obtener el coste de inversión total en base al cual se va a calcular el “Canon de Contribución”.

Por ejemplo, en el caso de España, el gestor de la infraestructura ferroviaria (*ADIF*) es el mayor ente inversor del país, con un presupuesto de 4.992 millones de euros para el año 2006 (aproximadamente el 0,6 del PIB nacional) (Julián, 2006). Estos recursos presupuestarios proceden de diversas fuentes:

- Financiación presupuestaria: procede de los presupuestos del Estado y de la *UE*. Históricamente los presupuestos del Estado han sido, y continúan siendo, la mayor fuente de financiación, aunque a medida que entes públicos como *RENFE*, *GIF* y *ADIF* han ido alcanzando capacidad de autofinanciación con sus propios ingresos y endeudamiento, la financiación estatal ha ido disminuyendo. Por otro lado, entre 2001 y 2005, las ayudas de la *UE* (principalmente los Fondos de Cohesión y los Fondos FEDER) financiaron el 20% de la inversión en la red ferroviaria española.

- Financiación extrapresupuestaria: incluye los ingresos del canon por el uso de la infraestructura, el endeudamiento y la participación privada en concesiones de construcción y explotación de líneas ferroviarias (como la primera concesión adjudicada en 2004, para el tramo Figueras-Perpiñán). Respecto al canon, *RENFE* abonó a *ADIF* en 2005 setenta millones de euros por el uso de las líneas de la red con ancho internacional. *RENFE* ha previsto para 2006 una partida de 400 millones de euros ya que, a partir de este año, el canon afecta a toda la red (125 millones para pagar el canon por el uso de la vía, 142 millones de euros por el consumo de energía eléctrica, 54 millones por el uso de estaciones de viajeros, 71 millones por el uso de estaciones de mercancías, etc.); es de resaltar que *ADIF* ha estimado en 794 millones la misma cantidad (Ruiz, 2006a,b), lo que da una idea del conflicto de intereses entre operador y gestor. Por otro lado, las entidades públicas como GIF y *ADIF* tienen capacidad de endeudamiento, circunstancia que aprovechan para completar su financiación. Por ejemplo, en 2003, el 9% de la inversión realizada por el GIF fue posible gracias a la deuda contraída por esta entidad (Ministerio de Fomento, 2005a). Esta última cifra es muy similar la prevista por *ADIF* en su Plan Estratégico 2006-2010, que de 23.400 millones de euros que planea invertir, tiene previsto endeudarse por 2.700 millones, lo que supondrá un 8,6% de la inversión realizada (Ruiz, 2006a). Por último, el PEIT prevé incrementar la participación de la financiación extrapresupuestaria mediante la utilización de fórmulas de Asociación Público-Privada, con lo que se pretende que para el año 2020 la financiación extrapresupuestaria alcance el 18,6% (Ministerio de Fomento, 2005a).
- Respecto al coste de la deuda contraída, dependerá del instrumento de financiación utilizado, pero como valor de referencia, puede citarse que el coste medio de la deuda contraída por *RENFE* en 2004 (cuando todavía gestionaba toda la red ferroviaria española excepto la línea de *AV* Madrid-Lérida) fue del 2,136% anual (*RENFE*, 2005).

### **3.3.1.6.3. Imputación**

La imputación de los costes de inversión en los sistemas de tarificación que se han analizado se realiza de muy distintas formas: cargas fijas (Francia, Reino Unido), cargas relacionadas con el tráfico (Reino Unido, Dinamarca, Suecia), incremento sobre precios-base (según los *PR*) (Alemania) y cargas relacionadas con el beneficio económico que puede obtener el operador por el servicio de transporte prestado (España y Suiza).

La Directiva 2001/14/CE admite la recuperación de costes de inversión a través de la fijación del canon por encima de costes marginales cuando el mercado pueda soportarlo y se potencie la eficiencia del sistema ferroviario. Por lo tanto, el éxito de la inclusión de costes de inversión en el sistema de tarificación dependerá del nivel de demanda, de su elasticidad y de la inversión de los recursos así obtenidos en el sistema ferroviario.

Para la metodología que se está desarrollando, se propone imputar costes de inversión en corredores de gran movilidad y a los trenes de mayores prestaciones (mayor velocidad y calidad del servicio) y mayor oferta (por número de plazas y longitud de recorrido). Esta propuesta se basa en el principio de que, cuanto mayor demanda de uso tenga una determinada línea ferroviaria, más posibilidades tendrá de financiar a través del canon los costes de inversión asociados a su construcción o mejora de prestaciones. Esta facilidad se debe a dos razones: por un lado, el mayor nivel de tráfico provoca que la carga financiera unitaria a imputar a cada circulación sea menor y por otro, el exceso de demanda sobre la oferta (en situaciones de falta de capacidad) puede hacer viable el establecimiento de cargas por el uso por encima de los costes marginales para cubrir costes de inversión.

Obviamente, los tráficos que mejor soportarán el incremento del canon debido a la inclusión de parte de los costes de inversión serán aquellos que mayor beneficio económico obtienen por el uso de la infraestructura ferroviaria (principalmente trenes rápidos de larga distancia de viajeros); por otro lado, la aceptación de este incremento del nivel de tarificación será mayor cuanto mayor sea la calidad de la infraestructura que se ponga a disposición de los operadores. Estas consideraciones llevan a deducir que la imputación de costes de inversión va a recaer sobre los trenes de *AV*. Respecto al resto

de tráficos (larga distancia, regionales, cercanías y mercancías), habrá que tener en cuenta su elasticidad respecto al canon, su contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte en su conjunto y la tarificación de los modos de transporte alternativos (principalmente, la carretera) para decidir el nivel de costes de inversión a imputarles.

El canon destinado a recuperar los costes de inversión se va a denominar “Canon de Contribución” y, teniendo en cuenta lo anterior, se va a imputar de diferente forma según se trate de costes de inversión relacionados con la construcción de nuevas líneas o relacionados con la modernización y mejora de líneas preexistentes.

### Costes de Construcción

El parámetro de imputación debe estar relacionado con el valor económico del servicio ofertado. Por ello, se propone aplicar el Canon de Contribución según el indicador plazas-km, aumentando el precio con la velocidad del servicio, para que la contribución a costes esté relacionada con el beneficio que puede obtener el operador por el uso de la infraestructura. Se ha elegido esta forma de imputación porque los servicios ferroviarios que ofrecen un gran número de plazas en largos recorridos y elevada velocidad comercial generan importantes beneficios en su explotación, ya que pueden aplicar tarifas más elevadas y éstas, a su vez, se aplican a una mayor distancia.

### Costes de modernización y mejora

La contribución de los operadores a las actuaciones de modernización y mejora de la red ferroviaria (aumento de capacidad y seguridad, remodelación de estaciones, etc.) se articulará en torno a dos aspectos:

- Debido a la menor calidad de la infraestructura y equipamiento técnico de las líneas de la red convencional, la posibilidad de imputar costes de inversión a los servicios ferroviarios que utilizan esta red es menor que en el caso de líneas de nueva construcción (normalmente, líneas de *AV*) y por ello no procede aplicar excesivos criterios de modulación. Por otro lado, generalmente todos los trenes se benefician por igual de las mejoras realizadas en la red convencional (aumento de la capacidad y la seguridad, variantes de trazado, etc.). Por lo tanto, para la aplicación del Canon de Contribución a la red convencional el parámetro de imputación será el tren-km.

- Por otro lado, en situaciones de congestión, debido a que la mejora de las condiciones de operación de las compañías ferroviarias contribuye a la aceptación de un incremento de las cargas, y a que la existencia de una elevada demanda permite cobrar por el coste de oportunidad por el uso de la infraestructura, pueden recuperarse costes de inversión en la modernización y mejora a través de las cargas relacionadas con la capacidad consumida. El nivel de imputación debe estar relacionado con el coste de oportunidad y la congestión existente en cada caso. Respecto al coste de oportunidad, diversos autores (Quinet, 2003; Nilsson 2002a; CE, 2000 y Monzón, 2000a) proponen la subasta para establecer el precio de los surcos, pero también reconocen la gran dificultad de su implementación en el sistema ferroviario. Por otro lado, y como aproximación, puede aceptarse que el precio del surco sube con el grado de congestión, ya que la existencia de una elevada demanda puede relacionarse con un mayor valor económico del mismo. Respecto al resto de problemas derivados de la congestión (retrasos, dificultad en la gestión del tráfico, etc.), se han modelizado mediante funciones exponenciales que tienen en cuenta el nivel de saturación de la infraestructura. Considerando los aspectos anteriormente enunciados, se propone utilizar los recursos económicos obtenidos del cobro por los costes de congestión para ayudar a financiar mejoras de la infraestructura ferroviaria (modernización del sistema de control de tráfico, electrificación de la línea, reforma de estaciones, etc.).

### **3.3.2. Costes externos**

En este apartado se describen a grandes rasgos los costes externos asociados al transporte en general (entendiendo como tales aquellos que los usuarios de las infraestructuras de transporte ocasionan sobre el resto de individuos –usuarios y no usuarios-), tratando con más detalle los correspondientes a la carretera y al ferrocarril, ya que se considera que ambos modos de transporte comparten importantes segmentos de mercado. De sus conclusiones se extraerán los datos a utilizar en fases posteriores (costes a incluir, valoración monetaria y parámetros de imputación). La inclusión en el análisis del resto de modos de transporte se debe a varias razones (tratados con más detalle en el Anexo III):

- Uno de los principales objetivos del sistema de tarificación propuesto es contribuir a la sostenibilidad del sistema de transportes en su conjunto. Por lo tanto, se considera imprescindible conocer los costes externos generados por todos los modos, para así poder tomar las decisiones más acordes con dicho objetivo.
- Para conseguir el objetivo anterior, el nivel de tarificación de costes internos a imputar a los operadores ferroviarios se va a modular a través del “Canon por Costes Externos”. Este canon consiste en un balance entre los costes externos producidos por el ferrocarril con respecto a un medio de transporte alternativo (generalmente, la carretera). Por lo tanto, en aquellos casos en los que el ferrocarril produzca menos costes externos que el medio alternativo, el Canon por Costes Externos adoptará un valor negativo que servirá para compensar parte de los costes internos.
- En la mayor parte de la bibliografía analizada el estudio de los costes externos del transporte se realiza de forma conjunta para todos los modos, de cara a poder establecer comparaciones.

### 3.3.2.1. Introducción

Los costes del transporte pueden ser calculados de dos formas, conocidas en la literatura especializada como *bottom-up* approach y *top-down* approach. En el primer caso, el cálculo se basa en la utilización de datos concretos referentes a una determinada ruta o situación, que son extrapolados posteriormente a un ámbito más extenso. En el segundo caso se calculan valores medios para el total de una red de transporte para ser asignados posteriormente a los usuarios en función del tráfico efectuado<sup>32</sup> (CE, 2001b).

---

<sup>32</sup> Otra definición de estas metodologías es aportada por el Grupo de Trabajo 2 de Tarificación de Infraestructuras (CE, 1999d):

- Aproximación *Bottom-up*: considera en primer lugar el coste de paquetes básicos (por ejemplo, el coste de construcción de la infraestructura para la más baja categoría de vehículo). En una segunda fase estima el coste adicional causado por el uso del segundo usuario (por ejemplo, el coste que supone adecuar la carretera al tráfico de vehículos de la siguiente categoría). Si las sucesivas categorías de usuarios son definidas con detalle, puede caracterizarse la aproximación *bottom-up* como un acercamiento discreto (o incremental) a la primera derivada de la función de coste (función de coste marginal). Un ejemplo de este tipo de aproximación es el método suizo (conocido como “carretera mínima”).
- Aproximación *Top-down*: considera los costes totales reales o los componentes de estos costes totales e intenta encontrar una función para los costes totales y marginales.

Para monetizar las externalidades que una actividad genera y así poner precio a los costes del transporte es necesario cuantificar en primer lugar el efecto producido (coste producido), para pasar luego a la asignación de un precio. La asignación de precio a las externalidades puede realizarse a través de diversas técnicas (preferencias declaradas, preferencias reveladas, etc.). En todos los casos se hace necesaria la identificación de todos los efectos desde el origen (acción de transportar en un determinado entorno) hasta los receptores del impacto (salud, biosfera, materiales, etc.) (Monzón, 2002a).

Una vez monetizados los costes externos es necesario imputarlos a los tráficos que los producen. En el caso de la contaminación atmosférica y el efecto invernadero, en los cuales la relación entre tráfico y emisiones es lineal, la asignación puede realizarse dividiendo el coste total entre el tráfico realizado, obteniendo así unos costes unitarios que permitan calcular los costes marginales. En el caso de la congestión, los accidentes y el ruido parece más adecuado la estimación directa de los costes marginales, al tener una relación no lineal con el tráfico (CE, 2000).

Los costes externos totales de los accidentes y medioambientales en la Europa de los 17 (EUR-17: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza) alcanzaron los 650 billones de euros en el año 2000, lo que supone el 7,3% del producto interior bruto de EUR-17. Según modos, al transporte por carretera se le atribuye el 83,7% de los costes externos totales. Mucha menor entidad tienen los costes del transporte aéreo (14%), ferroviario (1,9%) y navegación interior (0,4%). Dos tercios del coste son debidos al transporte de pasajeros y un tercio al transporte de mercancías (INFRAS/IWW, 2004). La Tabla 37 da una idea de los costes que entrañan, su valoración relativa, las principales variables de las que dependen y su grado de externalidad.

De la Tabla 37 se deduce que, en lo que al coste total se refiere, los costes externos más importantes del transporte en EUR-17 son el cambio climático, la contaminación atmosférica, los accidentes, los efectos indirectos y el ruido, que son los que se van a incluir en el sistema de tarificación que se está desarrollando.

<b>EXTERNALIDAD</b>	<b>% RESPECTO AL TOTAL DE COSTES EXTERNOS</b>	<b>COMPONENTES DEL COSTE</b>	<b>VARIABLES DE LAS QUE DEPENDE</b>	<b>GRADO DE EXTERNALIDAD</b>
<b>ACCIDENTES</b>	24%	Costes adicionales de: Atención sanitaria Costes de oportunidad para la sociedad Sufrimiento y dolor	Varios factores, entre ellos el volumen de tráfico	Atención sanitaria: parcial (lo que no cubre el seguro) Coste de oportunidad, sufrimiento y dolor: total
<b>RUIDO</b>	7%	Daños (coste de oportunidad) a la propiedad y a la salud humana	Características del tráfico y del entorno	Completamente externo
<b>CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA</b>	27%	Daños (coste de oportunidad) a: La salud humana Materiales Biosfera	Volumen de tráfico, consumo de energía y entorno	Completamente externo
<b>CAMBIO CLIMÁTICO</b>	30%	Daños (coste de oportunidad) del efecto invernadero	Consumo de combustibles fósiles	Completamente externo
<b>NATURALEZA Y PAISAJE</b>	3%	Costes adicionales para reparar daños y costes de compensación	Costes fijo, aunque dependan en parte del volumen de tráfico	Completamente externos
<b>SEPARACIÓN Y ESCASEZ ESPACIO EN ÁREAS URBANAS</b>	2%	Pérdidas de tiempo a los peatones. Costes de compensación		
<b>EFFECTOS INDIRECTOS</b>	7%	Costes medioambientales adicionales		
<b>CONGESTIÓN</b>	Fuera de cómputo	Costes de tiempo adicional e incremento de costes de operación	Volumen de tráfico	Costes medios: internos Diferencia entre costes marginales y medio: externos

Fuente: elaboración propia a partir de INFRAS/TWW (2004 y 2000)

**Tabla 37. Externalidades del transporte en EUR-17 (UE-15 más Suiza y Noruega)**

Aunque no figure en la valoración relativa de la Tabla 37, los resultados obtenidos en el informe de INFRAS/IWW (2004) valoran el coste total de la congestión en la carretera (como se explicará más adelante, el estudio considera al resto de medios de transporte como libres de congestión) en 63.000 millones de euros del año 2000, por lo que, debido a la magnitud de este coste, también se va a incluir en el sistema de tarificación.

### **3.3.2.2. El coste de la congestión**

La capacidad de las infraestructuras de transporte es limitada. Cuando la demanda por su uso se acerca al umbral de capacidad aparece la congestión, que resta eficiencia a la red y aumenta los costes del transporte en la misma.

#### **3.3.2.2.1. Ferrocarril**

##### Caracterización

La utilización de la infraestructura ferroviaria por un operador adicional en situaciones de escasez de capacidad afecta al resto de operadores desde dos puntos de vista:

- Por un lado (y de una forma parecida a lo que ocurre en la carretera), a mayor volumen de tráfico, aumenta el riesgo de que se produzcan retrasos, ya que la operación de la red se hace más compleja y el sistema está funcionando al límite, con lo que cualquier pequeño fallo puede ocasionar su colapso. También está demostrado que el periodo de recuperación del sistema hasta la normalidad tras un incidente es tanto mayor cuanto mayor es el nivel de saturación de la infraestructura, lo cual a su vez aumenta la duración de los retrasos.
- Por otro lado, la gestión de la capacidad de la infraestructura ferroviaria (y por lo tanto, la gestión de las situaciones de congestión) se realiza de forma centralizada. Esto quiere decir que la asignación de una cierta capacidad de transporte de la infraestructura a un usuario determinado genera un coste externo (además de los costes administrativos y de asignación, relacionados con el sistema de gestión de tráfico) en situaciones de demanda coincidente denominado “coste de oportunidad”,

ya que significa que no le ha sido adjudicada a otro operador que también la demandaba.

Por lo tanto, queda claro que, aunque los costes de la congestión en el ferrocarril no se deban exclusivamente a la decisión unilateral del usuario de la red (el gestor de la infraestructura es quien en última instancia asigna la capacidad al operador o no), sí que su utilización genera unos costes externos que deben ser incluidos en el sistema de tarificación.

El canon por consumo de capacidad debe internalizar tanto el coste derivado del riesgo de retrasos como el coste de oportunidad. De ahí que el problema de la congestión en el ferrocarril no se circunscriba sólo a su coste, sino también a la gestión de la capacidad disponible. Por lo general, la capacidad de la infraestructura ferroviaria se viene asignando en base a los denominados surcos. Por lo tanto, se hace necesario una definición clara de los surcos ofertados (con precios según tramos y horarios), y un organismo independiente para llevar a cabo dicha asignación. En muchas redes ferroviarias este proceso no se aún no se ha implementado, utilizándose todavía el orden de prioridad tradicional para resolver este conflicto:

- 1º Trenes internacionales y de pasajeros
- 2º Trenes locales de pasajeros
- 3º Trenes de mercancías de transporte combinado
- 4º Resto de trenes de mercancías.

### Valoración

Frente al orden de prioridad tradicional, la asignación de un precio a los surcos se perfila como una nueva forma de gestionar la capacidad de la infraestructura ferroviaria. Según Nash (2003), las cargas de capacidad óptimas deben dar a los operadores los incentivos apropiados para aumentar los servicios únicamente en aquellas situaciones donde el valor de los mismos sea como mínimo igual a los costes que causa y para asegurar que se presta el servicio de mayor valor. Puesto que el cobro por la capacidad y su gestión están estrechamente relacionados, se describen a continuación diversos criterios relativos a la tarificación de este recurso de la infraestructura ferroviaria.

### *La subasta como método de asignación de la capacidad*

Según Quinet (2003), un precio fijo por surco no es el método apropiado para lograr la solución óptima al problema de la congestión en el ferrocarril. Debido a la dificultad de suministrar una información perfecta sobre el valor de cada surco, este autor considera la subasta como procedimiento de asignación más adecuado, aunque reconoce que es muy difícil llevarlo a la práctica, debido a que la programación de trenes es algo que, en determinados tráficos, debe hacerse con mucha antelación para fijar horarios en los tráficos de viajeros y garantías de suministro en los de mercancías. Por ello, finalmente propone la combinación del método de subasta con la planificación central por parte del gestor de la infraestructura.

Nilsson (2002a) también es de la opinión de que el mecanismo de la subasta puede resolver el conflicto de los surcos en situaciones de escasez de capacidad. Propone que la subasta forme parte del proceso de confección de los horarios, ya que genera dos salidas que resuelven el problema: un horario y una serie de cargas por congestión. Para adecuar este sistema a la situación real del mercado de transporte ferroviario, propone que el proceso de subastas sea complementado con negociaciones particulares con algunos operadores cuya actividad tenga que ver con el bienestar social (servicio público, aspectos medioambientales, etc.). Con esta negociación se pretende conseguir que aquellos servicios que no pueden sufragar la totalidad del precio del surco (cercanías, regionales y mercancías en determinadas ocasiones), puedan operar en la red mediante descuentos o subvenciones. Nilsson reconoce que el punto débil del método que propone reside también en la diferente dependencia de horarios de los operadores de transporte de viajeros y mercancías, ya que el sistema es inestable, por cuanto una nueva entrada en el mercado variaría la asignación de precios, y con ello de surcos y de horarios.

Por último, la Comisión Europea (CE, 2000) y Monzón (2000a) sugieren que el valor del surco debido a la escasez de capacidad en algunas rutas ferroviarias puede encontrarse mediante un método de subasta, pero de nuevo reconocen que este procedimiento puede resultar difícil en cuanto a su puesta en práctica, siendo más aconsejable la negociación de los surcos y los precios entre los proveedores de los servicios y el gestor de la infraestructura.

### *Los costes marginales de la congestión y la asignación de la capacidad*

Según el informe final del Grupo de Expertos en Tarificación de Infraestructuras de la Comisión Europea (CE, 1999d), la estimación del coste marginal social puede realizarse desde el mismo punto de vista que el que se utiliza para la carretera. Así pues, se trata de cuantificar el coste adicional impuesto a la sociedad debido al uso de la infraestructura por la circulación de un tren más. Sin embargo, la metodología a utilizar es distinta. Esto se debe a que el tráfico ferroviario se gestiona directamente mediante la asignación de surcos, y por lo tanto la capacidad nunca puede excederse. A pesar de ello, cuando el tráfico en una línea o tramo se aproxima a su capacidad, los retrasos son más frecuentes. Por lo tanto aprueba que, cuando un operador imponga retrasos a otros debido a la puesta en circulación de un tren no programado o por el incumplimiento de horarios (por avería, por ejemplo), pueda exigirse una compensación, tal y como sucede en el modelo británico (coste marginal asociado al retraso). El informe subraya que la principal consecuencia de la utilización de un surco es más simple y directa todavía: el resto de los usuarios no pueden acceder al mismo, puesto que está siendo utilizado por otro operador (coste marginal de oportunidad).

La disponibilidad de surcos es inversamente proporcional a la escasez de capacidad. El informe define la capacidad de un tramo de línea ferroviaria como el máximo número de trenes que pueden circular por ella, y pone de manifiesto que depende de muchos aspectos: número de vías de la línea (vía única o múltiple), velocidad media de los trenes, trazado, sistemas de señalización y control de tráfico, longitud de los cantones, longitud de los trenes, etc. La capacidad también se resiente de forma muy importante cuando la infraestructura es utilizada por trenes que circulan a velocidades muy distintas. Así pues, en una línea de tráfico mixto los trenes mercantes ocuparán los cantones durante mucho más tiempo que los trenes de viajeros, debido a su menor velocidad. Una medida que puede tomarse para maximizar la utilización de una línea es agrupar los trenes de velocidades parecidas en segmentos horarios concretos (en “baterías” de trenes), aunque hay que tener en cuenta que esto puede perjudicar la calidad de los servicios de viajeros, al producir serias irregularidades en la frecuencia.

Debido a los anteriores condicionantes, es imposible dar una definición de la capacidad ferroviaria similar a la que se utiliza para la carretera. Sí que puede afirmarse que el

efecto de la circulación de un tren adicional en un determinado tramo depende en gran medida de la mezcla de tráfico en la línea. Al mismo tiempo, el valor de un surco varía mucho según el periodo del día en el que se solicita y su situación dentro de la red. Por lo tanto, el informe concluye que no es posible desarrollar una metodología general para estimar el valor de la escasez de los surcos ferroviarios.

Respecto a la utilización de la subasta, el informe aconseja no ponerla en práctica, debido a la complejidad de su implementación en el sistema ferroviario, a menos que se subasten “paquetes de surcos” a elegir de un pre-horario diseñado previamente por el gestor.

En conclusión, la planificación del uso de la infraestructura en primera instancia por parte del gestor parece inevitable. Una vez realizada esta primera aproximación, el mecanismo más eficiente para asignar su valor a la escasez de capacidad es la negociación con los posibles operadores su disposición a pagar, proceso que ha de contribuir a la planificación de la explotación de la infraestructura en segunda instancia. Resumiendo, las fases del proceso serían:

- 1) En primer lugar los operadores manifiestan (en términos generales) sus preferencias
- 2) El gestor las tiene en cuenta para diseñar un plan previo de explotación y unos paquetes de surcos y cargas (pre-horario)
- 3) Negociación entre ambas partes para establecer definitivamente la asignación de surcos y cargas a pagar.

En definitiva, el valor de la escasez de capacidad de un determinado surco requiere que los operadores den a conocer lo que están dispuestos a pagar por él.

Las principales referencias halladas en materia de estudios relacionados con el coste de la congestión en el ferrocarril proceden del Reino Unido. Esto es así porque, debido a los importantes problemas de congestión existentes en la red ferroviaria británica, el gestor de infraestructuras ha venido realizando una serie de estudios sobre los costes

marginales de la congestión, proponiendo cargas, y revisándolas para ajustar el sistema. Con estas cargas por capacidad se pretendía internalizar los costes de congestión y gestionar tanto la capacidad de la infraestructura como la demanda por su uso.

Así pues, la revisión del canon llevada a cabo en el año 2000 por *Railtrack* introdujo novedades en las cargas de cara a dar incentivos para conseguir una asignación de capacidad eficiente. Identificaba la carga de capacidad con los “costes de congestión” derivados de la circulación de un nuevo tren, ya que la circulación adicional aumentaba el riesgo de retrasos en la red.

La nueva carga por capacidad reflejaba los costes marginales a corto plazo en los que incurría *Railtrack* al tener que pagar una compensación a los operadores por los retrasos, así como los que afectaban a los operadores, al tener que pagar más cuando la red estaba más congestionada. Para ello, las cargas por capacidad fueron desagregadas según 2.500 tramos en ambos sentidos y en 13 bandas temporales en función de la congestión de la red. Tan solo se imputaba a los operadores la mitad de los costes de congestión estimados, ya que se consideraba que parte de los problemas de capacidad eran directamente imputables al gestor de infraestructura por deficiencias en la red (Gibson, 2003).

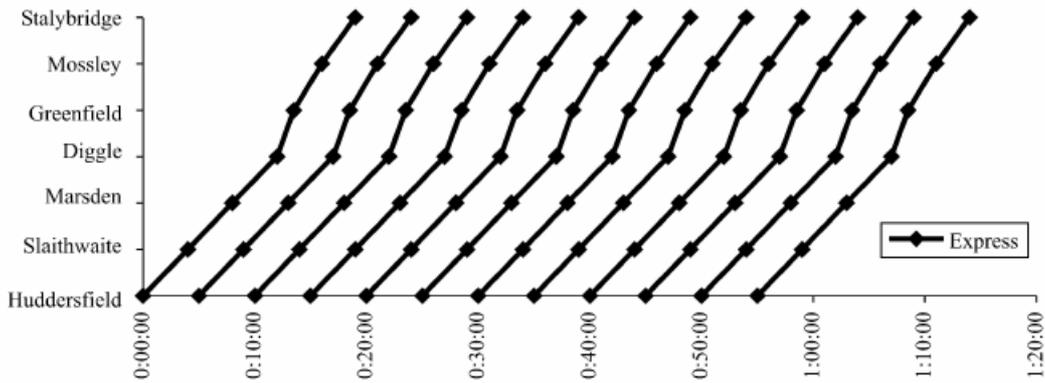
Turvey (2002) siguió investigando sobre la relación entre la gestión de la capacidad y los retrasos, desglosando los costes de congestión que ha de soportar el gestor de la infraestructura entre los costes originados por los retrasos (indemnizaciones a los operadores) y los costes de las cancelaciones (ante la persistencia de los retrasos). Este autor distinguió entre dos tipos de retrasos: los provocados inmediatamente por una situación anormal (avería, accidente, etc.) y los reactivos, provocados por el efecto dominó que tienen los primeros. Afirmaba que el coste social marginal de un surco debe incluir el valor de dichos efectos externos. Para su valoración, tuvo que modelizar los retrasos, llegando a la conclusión de que su duración crece exponencialmente con el grado de utilización de la capacidad de la infraestructura, pudiendo modelizarse por medio de la siguiente función:

$$\text{Retraso} = A * e^{B * \text{utilización de la capacidad}}$$

Donde A y B son variables a estimar y la utilización de la capacidad puede definirse de varias formas (una de ellas puede ser el cociente entre el número de circulaciones previstas y el máximo de ellas que admite el tramo). Las pérdidas de tiempo asociadas a los retrasos pueden ser internalizadas y expresadas en términos monetarios para así cuantificar los costes de congestión asociados a los retrasos.

Pero, aparte de los costes derivados de los retrasos, la valoración del canon por capacidad también pasa por estimar el coste de oportunidad de cada surco. El análisis realizado en el Instituto de Estudios del Transporte de la Universidad de Leeds (Nash et al, 2003) propone fijar el canon por capacidad en función del coste social de oportunidad asociado a la capacidad consumida. Para llegar a este valor es necesario conocer primero la capacidad consumida por la circulación de cada tren, y en segundo lugar estimar el coste de oportunidad. Los autores reconocen la gran dificultad de cada una de estas fases.

La capacidad de un tramo de una línea ferroviaria no depende solo de sus características (número de vías, sistema de señalización, velocidad autorizada), sino también de las características de los trenes (velocidad y orden de circulación). La utilización de la capacidad es máxima cuando todos los trenes circulan a la misma velocidad media, realizan el mismo número de paradas, etc. Es lo que denominan como surco estándar; a partir de ahí, a mayor diversidad de velocidades, menor utilización de la capacidad que ofrece la infraestructura. Para estimar el coste social de oportunidad de la capacidad de la infraestructura ferroviaria, eligieron la línea Huddersfield-Stalybridge, en la que sólo circulaban trenes rápidos de viajeros. En esta situación inicial, cada tren consume un surco estándar, y se maximiza la utilización de la capacidad de la línea (Figura 7).

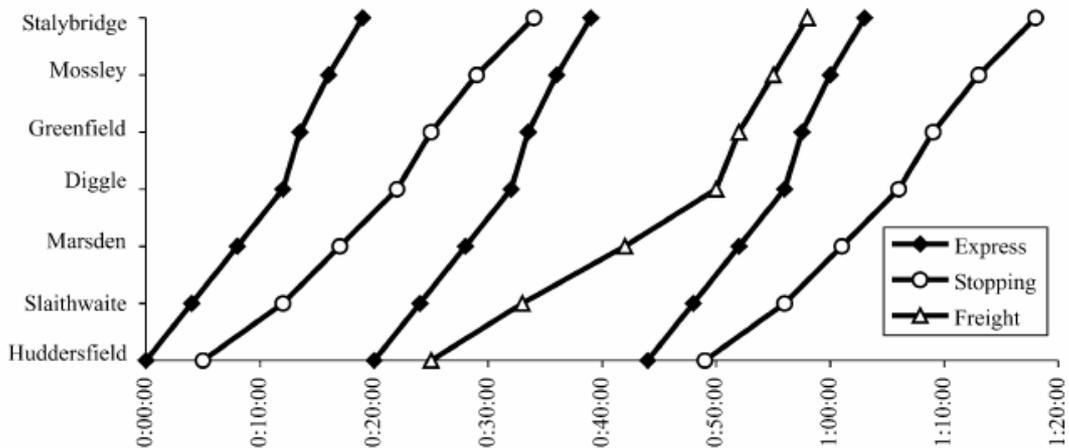


*Express = tren rápido de viajeros*

Fuente: Nash et al (2003)

**Figura 7. Gráfico de circulaciones con tráfico exclusivo de trenes rápidos de viajeros**

La introducción de trenes que circulan a distinta velocidad (servicios de cercanías y de mercancías) requiere de surcos no estándar que, además de disminuir el número de surcos disponibles para el servicio rápido de viajeros, hace que decrezca la utilización de la capacidad de la línea (Figura 8).



*Express = tren rápido de viajeros; Stopping = tren de cercanías; Freight = tren de mercancías*

Fuente: Nash et al (2003)

**Figura 8. Gráfico de circulaciones con tráfico mixto**

Comparando las Figuras 7 y 8 se observa que el surco del tren de cercanías consume tres surcos estándar, y cuatro el tren de mercancías.

A partir de esta observación, los autores estiman el coste de oportunidad de la capacidad consumida por los nuevos servicios ferroviarios a través de la suma de tres factores:

- El ingreso adicional asociado al número de pasajeros y tráfico de mercancías captados por el nuevo servicio.
- El beneficio que para los pasajeros y transportistas supone la calidad y capacidad aportadas por los nuevos trenes.
- El ahorro de costes externos por la captación de usuarios de la carretera como consecuencia de la puesta en servicio de estos nuevos trenes.

Restando a continuación los costes de explotación del tren y de infraestructura que se hubieran evitado si estos nuevos trenes no se hubieran puesto en servicio. Es decir, se trata de hacer un balance económico social entre los dos programas de explotación de la línea: el existente y la nueva alternativa.

#### *Datos sobre costes de congestión*

No se han encontrado estudios generales con datos numéricos sobre costes de congestión en el ferrocarril (entendiendo como tales la suma del coste de oportunidad y de los retrasos). Sí que hay algunos datos genéricos referidos al coste del tiempo perdido y al incremento de los costes de operación derivados de la congestión. El estudio de INFRAS/IWW (2004) incluía las siguientes valoraciones monetarias del tiempo en el transporte por ferrocarril, que pueden ser utilizadas para valorar los retrasos.

<b>VIAJEROS</b>	<b>Valor del tiempo (EUR/persona-hora)</b>
<b>Negocios</b>	16,00
<b>Viaje al trabajo o por motivos privados</b>	6,40
<b>Viaje por ocio o vacaciones</b>	4,70
<b>MERCANCÍAS</b>	<b>Valor del tiempo (EUR/hora)</b>
<b>Por toda la carga del tren</b>	725,45
<b>Por carga de cada vagón</b>	28,98
<b>Media por tonelada</b>	0,76

Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla 38. Valor del tiempo en el transporte por ferrocarril**

Como dato adicional, la Comisión Europea (CE, 2002) valoró el coste marginal de la congestión en el transporte ferroviario de mercancías en 0,235 EUR/1000 TK.

Por lo tanto, para valorar los costes asociados a la congestión y facilitar así la gestión de la capacidad de la línea, habría que seguir los siguientes pasos:

1) Cálculo del coste de oportunidad del surco. Puede realizarse desde dos perspectivas: teniendo en cuenta únicamente los costes e ingresos monetarios derivados de la asignación y uso de la capacidad (coste de oportunidad), o teniendo en cuenta también los efectos globales sobre el sistema de transporte, a través de los costes externos (coste social de oportunidad).

- Coste de oportunidad: el coste de oportunidad de un surco puede identificarse con el beneficio económico que se obtiene por su utilización. Según este criterio, el surco de mayor calidad debe asignarse al operador que más beneficios pueda obtener por su utilización (considerando los costes internos de explotación del servicio y los ingresos que obtiene), ya que se le podrá imputar un canon por capacidad más elevado. De esta forma, el programa de explotación de la línea maximiza los ingresos del gestor.
- Coste social de oportunidad: el coste social de oportunidad de un surco es el beneficio que para la sociedad supone su utilización. El mecanismo de valoración es similar al anterior, pero se tiene también en cuenta la variación de costes externos del sistema de transporte por la transferencia de tráficos desde el medio de transporte alternativo (generalmente, la carretera) que provoca el servicio ferroviario que está solicitando el surco. Por lo tanto, este sistema maximiza el beneficio social.

2) Cálculo del coste asociado a los retrasos. Cuando una red ferroviaria tiene serios problemas de congestión, los retrasos son habituales, y el establecimiento de contraprestaciones económicas a pagar por el agente responsable (gestor u operador) es necesario para internalizar este coste. Para valorar el coste de los retrasos es necesario en primer lugar conocer su frecuencia y duración, para lo cual se necesita de bases de datos estadísticas y de modelización; la asignación de un valor monetario puede hacerse en función del valor del tiempo que dura el retraso, y que dependerá de si es un tren de viajeros o de mercancías. También hay que tener en cuenta que los retrasos persistentes pueden ocasionar la pérdida de clientes del ferrocarril, por lo que es necesario conocer cómo afectan a la demanda.

En definitiva, teniendo en cuenta la problemática asociada a la congestión y a la gestión de la capacidad en la infraestructura ferroviaria, puede concluirse que no existen datos universales sobre estos costes, sino que el coste será variable según la situación de partida (grado de congestión, tráficos que operan, etc.), y las características del servicio ferroviario que solicita un determinado surco (capacidad que va a consumir, flexibilidad de adaptación al programa de explotación de la línea, prestaciones que ofrece, etc.). Por otro lado, los costes de congestión en el ferrocarril son muy difíciles de estimar, ya que hay que comparar diversas alternativas de explotación de la línea para diseñar la óptima asignación de surcos, tanto desde el punto de vista económico como social; en el caso de que los retrasos sean frecuentes, existe el problema añadido de su valoración.

### Imputación

La inexistencia de una metodología universal para la gestión y el cobro de la capacidad de la infraestructura ferroviaria se refleja en la variedad de formas de imputar el coste de congestión a los usuarios:

- Carga variable en Alemania. El precio base (tren-km) se incrementa en un 20% en las líneas más congestionadas. Posteriormente se le aplica un coeficiente multiplicativo que aumenta desde 0,50 hasta 1,80 con la prioridad del operador en el proceso de asignación de surcos y la calidad de los mismos.
- En Bélgica también se utiliza un coeficiente multiplicativo, que afecta al canon total y aumenta de 1 a 2 según el periodo del día (Peter, 2003).
- Carga variable (por tren) en Dinamarca; aplicada tan sólo en tres líneas congestionadas.
- Carga variable (tren-km) en España. Aumenta con las prestaciones de la línea, periodo del día (punta-llano-valle), tipo de servicio (*AV*-larga distancia-regionales-cercanías-mercancías) y velocidad del tren.
- Carga variable (km de surco) en Francia. Aumenta el precio con el periodo del día (entre 2 y 4 veces más caro en periodo punta con respecto al periodo valle), con las prestaciones de la línea, tipo de tráfico (viajeros-mercancías) y velocidad del tren.
- En Italia la carga de circulación varía según la franja horaria.
- Carga variable en Luxemburgo: la carga por congestión aumenta hasta un 100% con la prioridad en el proceso de asignación de surcos (Peter, 2003).

- En el Reino Unido según coste marginal estimado (relacionado con los retrasos) y flexibilidad en la programación del horario del tren.

Por lo tanto, se aprecia que el cobro por los costes de congestión en la red ferroviaria europea utiliza diversos parámetros de imputación, pero en líneas generales aumenta su precio con el nivel de congestión, la prioridad y calidad del surco solicitado, y la disposición a pagar del operador (al modular el precio con aspectos relacionados con los ingresos que obtiene el operador, como la calidad de la infraestructura, la velocidad del tren, etc.).

A falta de estimaciones directas del coste de oportunidad similares a las llevadas a cabo por Nash et al (2003), y de la probabilidad de ocurrencia y valoración de los retrasos, como las realizadas en la red ferroviaria británica (Turvey, 2002), se propone imputar los costes asociados al consumo de capacidad a través de un coeficiente multiplicativo (C) aplicado sobre el Canon por Gestión del Tráfico. La razón de aplicar este coeficiente sobre el mencionado canon reside en que la dificultad para gestionar y controlar el tráfico ferroviario aumenta con el grado de congestión en la línea. El incremento del Canon por Gestión del Tráfico al verse afectado por el coeficiente C será el correspondiente Canon por Capacidad.

Se propone que el coeficiente multiplicativo C varíe entre 1 y 2 (tomando como referencia los sistemas de Alemania, Bélgica y Luxemburgo), dependiendo de la congestión existente en la línea (a través de los periodos horarios) y de las características del surco que solicita el operador (según la prioridad en la asignación, calidad del surco y capacidad consumida).

#### *Periodos horarios*

Puesto que la demanda de utilización de la infraestructura ferroviaria es variable a lo largo del día, se propone su división en los siguientes periodos horarios:

- Punta (de 7:00 a 9:29 horas y de 18:00 a 20:29 horas): se corresponde con las horas del día durante las cuales la congestión es mayor y la línea está funcionando a su capacidad máxima.

- Valle (de 0:00 a 6:59 horas): no hay congestión. Hay mucha capacidad sobrante y por lo tanto, los surcos concedidos se adaptan sin problema a las solicitudes de los operadores.
- Llano (de 9:30 a 17:59 horas y de 20:30 a 23:59 horas): situación intermedia entre las dos anteriores.

Para líneas no congestionadas (líneas secundarias de débil tráfico) en las cuales no existen problemas de falta de capacidad, ni conflictos en la asignación de surcos, no procede la discriminación temporal en periodos horarios, pudiendo tratarse como líneas principales en periodo valle.

#### *Características del surco*

La prioridad en el proceso de asignación de surcos (confección del programa de explotación de la línea) consiste en la preferencia de elección de surcos por parte de un operador o en que los surcos concedidos se ajusten lo más posible a lo solicitado por el operador. A mayor prioridad, mayor valor del coeficiente multiplicativo.

Un surco de alta calidad ofrece los itinerarios más rápidos y directos entre dos puntos, y los trenes que los utilizan tienen prioridad de paso sobre el resto de circulaciones. A mayor calidad, mayor coeficiente multiplicativo.

La capacidad consumida en un trayecto por un servicio ferroviario aumenta al alejarse su velocidad comercial de la velocidad media máxima a la que puede recorrerse (circulando a la velocidad máxima permitida en cada tramo y sin realizar paradas). Como la velocidad comercial disminuye al decrecer la velocidad de circulación y al aumentar el tiempo invertido en las paradas, los surcos pueden clasificarse también en función de la capacidad que consumen, teniendo en cuenta el tiempo que el tren ocupa un determinado trayecto:

- Surcos de alta capacidad: utilizados por servicios ferroviarios que recorren el trayecto a una velocidad comercial alejada de la máxima, bien por circular a pequeña velocidad, o por realizar muchas paradas. Por lo tanto, los trenes de cercanías y mercancías requieren de este tipo de surcos.

- Surcos con consumo normal de capacidad: son el resto de trenes, es decir, aquellos que por su elevada velocidad de circulación y reducido número de paradas, alcanzan una velocidad comercial cercana a la máxima del trayecto. Por lo tanto, trenes de *AV* y larga distancia pueden identificarse como consumidores de surcos normales.

Al modular el coeficiente de multiplicativo *C* no sólo con el grado de congestión, sino también con el grado de utilización de la capacidad que ofrece la infraestructura, se tiene en cuenta no sólo la capacidad consumida en la línea, sino también en las estaciones (que también pueden presentar problemas de congestión), al influir el tiempo consumido en las paradas comerciales. De esta forma se evita utilizar dos Cánones por Capacidad (uno para la línea y otro para las estaciones), lo que complicaría innecesariamente el sistema de tarificación.

<b>SURCO</b>		
<b>Periodo horario</b>	<b>Prioridad en la asignación, calidad y capacidad consumida</b>	<b>Coficiente multiplicativo (C)</b>
<b>Punta</b>	Alta	2
	Normal	1,75
<b>Llano</b>	Alta	1,5
	Normal	1,25
<b>Valle/Línea no congestionada</b>	Normal	1

Fuente: elaboración propia

**Tabla 39. Coeficiente multiplicativo del Canon por Capacidad**

### **3.3.2.2.2. Carretera**

#### Caracterización

Según el Informe Final sobre Tarificación de Infraestructuras del Grupo de Trabajo 2 (CE, 1999d), los costes externos de congestión se producen cuando la presencia de un vehículo aumenta el tiempo de viaje de otro. Este fenómeno puede ocurrir por dos razones a medida que aumenta el tráfico: en primer lugar, el aumento de la densidad de tráfico obliga a los conductores a conducir más lentamente simplemente porque la

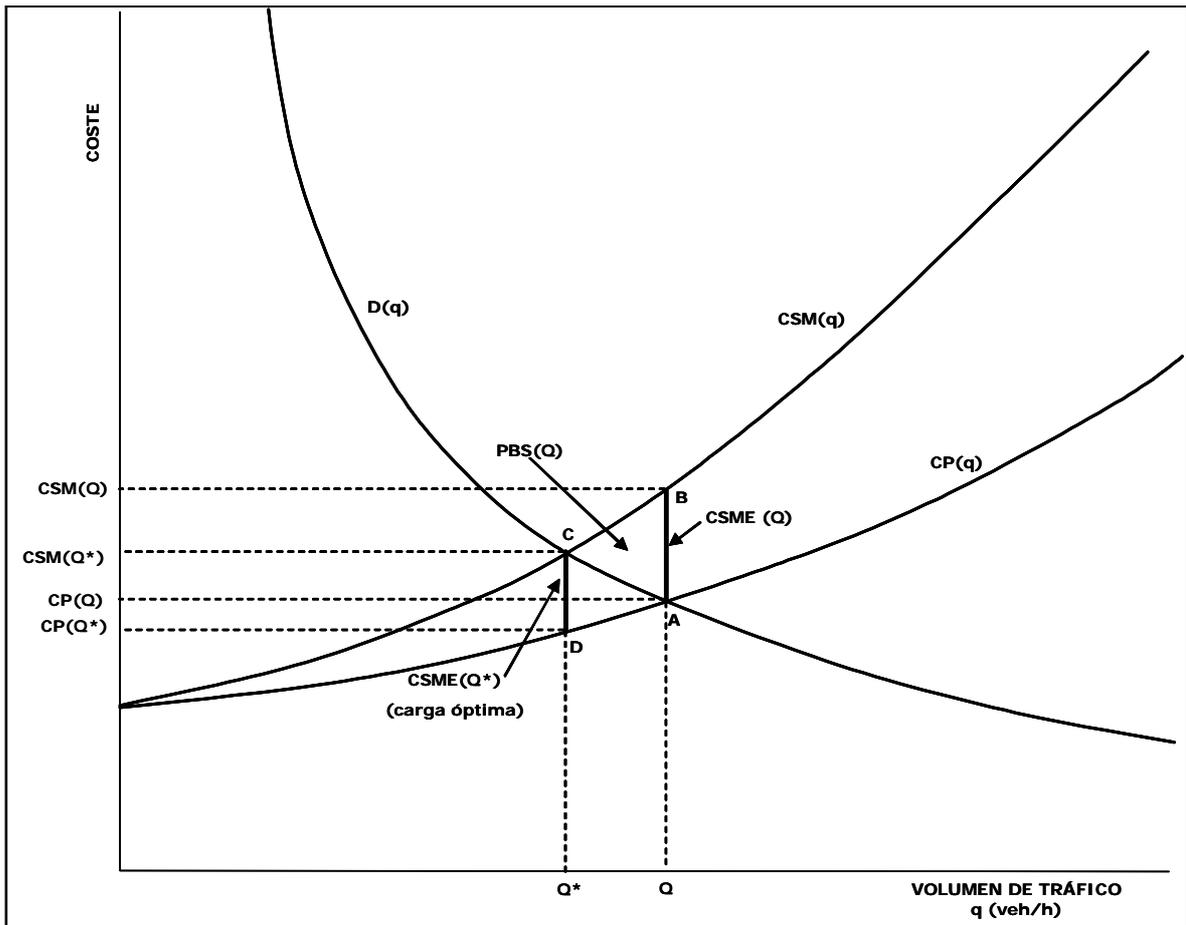
distancia entre los vehículos se reduce; en segundo lugar, pueden producirse atascos en intersecciones u otros cuellos de botella.

La forma tradicional de estimar el nivel de congestión en las carreteras interurbanas es mediante el uso de curvas que relacionan el flujo de vehículos con la velocidad. Estas curvas se calculan para diferentes condicionantes (características de la carretera, topografía y estilos de conducción).

En cuanto a los cuellos de botella, se tiene en cuenta que cuando la demanda excede la capacidad de estos tramos, se produce el atasco y la consiguiente fila de vehículos, cuya longitud aumenta con el nivel de tráfico, comenzando a decrecer cuando la demanda cae por debajo de la capacidad.

En el informe de INFRAS/IWW (2000), el coste de la congestión se asocia con la pérdida de bienestar social que se produce en estas situaciones, de acuerdo con la teoría económica del bienestar social.

Así pues, cuando la densidad de tráfico crece por encima de un determinado umbral (que depende de la infraestructura), los vehículos comienzan a estorbarse unos a otros, con lo que la velocidad disminuye y los costes de tiempo y de operación aumentan para todos los usuarios. Sin embargo, cada usuario sólo tiene en cuenta sus costes individuales, sin considerar el coste adicional que provoca sobre el resto debido a su decisión de viajar. Estos efectos no considerados se conocen como el coste marginal externo de la congestión y son función de la densidad de tráfico. La suma de los costes privados marginales (CP en el gráfico) y de los impuestos a otros usuarios da el coste social marginal (CSM) de la congestión.



Fuente: INFRAS/IWW (2000)

**Figura 9. Definición económica del coste de la congestión**

Si los costes externos de la congestión son cargados a los usuarios, la demanda de tráfico disminuye, y con ella la congestión y sus costes asociados. La demanda asociada a ese nuevo punto de equilibrio (C) se conoce como demanda óptima de tráfico ( $Q^*$ ), y el coste social marginal externo (CD) como “carga óptima”. Por último, el área incluida en el triángulo ABC se conoce como la pérdida de bienestar social asociada a la congestión por el uso de la infraestructura con una demanda superior a la óptima.

Según la definición del coste de congestión dentro de la teoría económica del bienestar social (coste adicional impuesto al resto de los usuarios por la decisión individual de utilizar una infraestructura), los estudios de INFRAS/IWW (2000 y 2004) sólo consideran costes externos de congestión en la carretera, considerando aquellos medios de transporte en los que la asignación de la capacidad se hace de forma centralizada (ferrocarril, aviación y vía interiores de navegación) como libres de congestión.

## Valoración

Los costes externos de la congestión son función del valor del tiempo perdido que unos usuarios ocasionan a otros. Parte de estos costes (los debidos a escasez crónica de capacidad o mala gestión de la red) pueden ser imputados al gestor de la infraestructura, pero por lo general suelen recaer sobre los usuarios. La valoración de los costes impuestos a otros usuarios puede llevarse a cabo por el método de “stated preferences” (CE, 2001b). Como ejemplo de valoración, se muestran en la Tabla 40 los resultados del estudio de INFRAS/IWW (2004), que incluyen una valoración del coste del tiempo en función del tipo de vehículo y motivo del viaje. Respecto al coste total, lo estima en 63 billones de euros (asociado al coste del tiempo y al incremento de los costes de operación). Los costes de congestión se concentran principalmente en el Reino Unido, Francia, Alemania, Suiza y el norte de Italia, mientras que son mucho menores en países como España, Portugal y Grecia.

<b>VIAJEROS (tipo de vehículo y motivo del viaje)</b>	<b>Valor del tiempo (por persona-hora)</b>
<b>Automóvil/Moto</b>	
Negocios	21,00
Viaje al trabajo o por motivos privados	6,00
Viaje por ocio o vacaciones	4,00
<b>Autobús interurbano</b>	
Negocios	21,00
Viaje al trabajo o por motivos privados	6,00
Viaje por ocio o vacaciones	4,00
<b>Autobús urbano</b>	
Negocios	21,00
Viaje al trabajo o por motivos privados	6,00
Viaje por ocio o vacaciones	3,20
<b>MERCANCÍAS</b>	
<b>Valor del tiempo (por vehículo)</b>	
Media	32,60
LDV	40,76
HDV	43,47

Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla 40. Valor del tiempo en el transporte por carretera**

Respecto a los costes marginales, aporta datos muy desagregados (según tipo de vehículo, tipo de carretera y nivel de tráfico), por los que los valores de los costes marginales resultantes tienen un amplio rango de variación. Estos datos tan detallados son muy adecuados para el análisis de los costes externos del transporte bajo unas condiciones muy concretas, ya que pueden adaptarse a un determinado tipo de infraestructura, vehículo y nivel de tráfico, pero añaden una complejidad innecesaria

cuando se trata de realizar análisis a mayor escala. Por ello, para incorporar los costes externos a un sistema de tarificación aplicable a un amplio marco geográfico (por ejemplo, a la red de transportes de un país), se considera aceptable la utilización de los costes medios.

Parámetro	EUR/1000 p-km				EUR/1000 t-km		
	Automóviles	Autobuses	Motos	Total viajeros	Camiones ≤ 3,5t PMA	Camiones >3,5t PMA	Total mercancías
<b>Austria</b>	6,39	1,42	4,33	5,91	19,68	2,90	3,08
<b>Alemania</b>	12,03	1,96	7,52	10,97	34,15	10,68	11,72
<b>Bélgica</b>	16,75	1,31	7,48	14,93	33,94	9,71	11,51
<b>Dinamarca</b>	7,46	2,23	5,88	6,42	26,71	4,29	5,20
<b>España</b>	3,85	1,01	4,33	3,65	19,66	4,63	7,80
<b>Finlandia</b>	5,06	2,41	3,17	4,77	14,37	2,93	4,04
<b>Francia</b>	9,23	1,53	7,62	8,12	34,57	10,78	15,62
<b>Grecia</b>	5,29	0,63	4,25	4,48	19,29	3,62	5,57
<b>Irlanda</b>	6,71	3,96	4,22	6,43	19,18	3,30	3,97
<b>Italia</b>	8,22	2,24	6,05	7,56	27,48	6,89	8,48
<b>Luxemburgo</b>	15,40	6,12	8,52	14,57	38,70	7,91	8,69
<b>Noruega</b>	6,81	3,78	5,86	6,57	66,78	4,66	8,15
<b>Países Bajos</b>	20,12	2,21	14,59	18,40	66,23	14,42	14,47
<b>Portugal</b>	3,09	1,32	3,14	2,93	14,26	4,40	5,23
<b>Reino Unido</b>	13,65	5,12	9,81	13,08	44,54	10,28	13,48
<b>Suecia</b>	5,10	3,32	3,36	4,94	16,63	3,67	5,04
<b>Suiza</b>	8,74	1,94	6,58	8,23	73,97	9,15	13,29
<b>Total</b>	9,60	2,13	6,25	<b>8,80</b>	29,46	8,28	<b>10,24</b>

Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla 41. Coste medio de la congestión en EUR-17**

El coste medio de la congestión se ha calculado dividiendo la pérdida de bienestar derivada del ineficiente funcionamiento de las redes de carreteras por el volumen de tráfico de cada categoría de vehículo. De la Tabla 41 se deduce que los países con mayores costes medios de congestión son el Reino Unido, Francia, Alemania, Suiza, Italia, Países Bajos, Bélgica y Luxemburgo.

En el transporte de viajeros, el modo de transporte que más costes de congestión genera es el automóvil, con 9,6 EUR/1000 p-km; motos y autobuses producen 6,3 y 2,1 EUR/1000 p-km respectivamente. El bajo coste de los autobuses se explica porque son muy eficientes en lo que a congestión se refiere, ya que tienen índices de ocupación muy superiores a los de automóviles y motos.

En cuanto al transporte de mercancías, el coste más elevado corresponde a los camiones pequeños (29,5 EUR/1000 t-km), que generan casi cuatro veces más de costes de congestión que los camiones de gran tonelaje (8,3 EUR/1000 t-km). Esta gran diferencia muestra la gran contribución a la congestión de los camiones de pequeño tamaño, debido a que se necesitan varios de ellos para transportar la carga de uno grande.

Si se compara el coste medio de la congestión del transporte de viajeros con el del transporte de mercancías, se obtiene que el transporte de mercancías genera un 16% más de costes.

#### Imputación

Los costes externos asociados a la congestión en la carretera se van a imputar a través del Canon por Costes Externos. Los parámetros de imputación serán el pasajero-km (p-km) y la tonelada neta-kilómetro (t-km), puesto que en estas unidades están expresados los datos de costes de congestión más completos de que se dispone. Además, estos parámetros relacionan directamente unidades netas transportadas con los costes externos generados.

### **3.3.2.3. Costes de accidentes y medioambientales**

#### Caracterización

Los accidentes son el coste más dramático producido por los medios de transporte, debido al daño físico que producen (muertos, heridos), al daño psicológico y al coste económico que suponen (costes sanitarios, pérdida de producción, etc.). Por su parte, los efectos del transporte sobre el medio ambiente se traducen en impactos sobre la salud humana, materiales, ecosistemas, flora y fauna. Los más importantes (ver Tabla 37) son debidos a la contaminación atmosférica y cambio climático. Los impactos pueden tener lugar a escala local, regional, continental y global. Sus efectos pueden así mismo percibirse instantáneamente o a largo plazo. Por lo tanto, los métodos para evaluar los costes externos deben estar referidos a uno de estos ámbitos espaciales y temporales.

En el Anexo III se describen y analizan con mayor profundidad los costes que el transporte ocasiona sobre el entorno y de los accidentes.

### Valoración

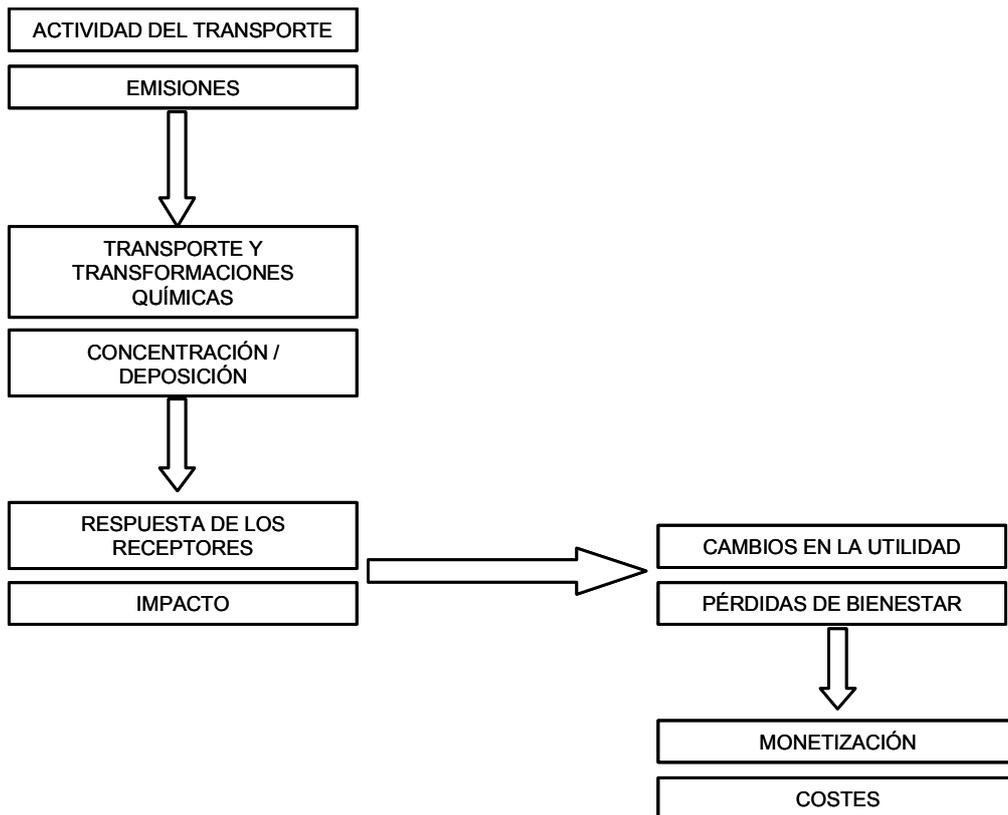
Lo ideal en el cobro por los costes medioambientales del transporte es imputar a cada vehículo los costes que produce sobre el medio ambiente (costes marginales). Pero los costes medioambientales marginales del transporte varían considerablemente con las características del vehículo, la ruta (tráfico, trazado y características de la infraestructura) y su entorno (condiciones geográficas y meteorológicas, densidad de población, etc.). Sólo una aproximación *bottom-up* permitiría calcular la relación de dependencia para una determinada situación. El proceso a seguir sería:

- 1) Incremento de las emisiones debido a la actividad adicional
- 2) Impacto asociado
- 3) Valoración monetaria del impacto.

Por lo tanto, lo ideal sería utilizar una metodología *bottom-up* para cuantificar las externalidades y comprobar después los resultados obtenidos con una aproximación *top-down* (CE, 1999c).

Pero estudios del tipo *bottom-up* requieren una gran cantidad de datos a lo largo de un gran periodo de tiempo, por lo que no es posible calcular de esta forma los costes externos marginales de cada ruta. Por ello suelen utilizarse funciones simplificadas (basadas en los resultados de algunos estudios *bottom-up* detallados) que describen las relaciones entre los costes externos marginales y los parámetros más importantes (tipo de infraestructura y de vehículo, densidad de población, características zonales).

La Figura 10 ilustra sobre las distintas fases en las que se basa la evaluación de los costes externos causados por la contaminación y el ruido y su posterior valoración monetaria a través del método *Impact Pathway Approach* (Valoración del Impacto por Fases).



Fuente: CE, 1999c

**Figura 10. Proceso de valoración monetaria de los costes externos de la contaminación y el ruido**

Puesto que los costes marginales varían mucho en función de las características de las infraestructuras de transporte, vehículos y situaciones de tráfico (de ahí los rangos de variación en los costes marginales de la Tabla 42), para la internalización de costes a gran escala (por ejemplo, considerando el sistema de transportes de un país) pueden utilizarse los costes medios en lugar de los costes marginales. Para una eficiente tarificación por costes externos en un ámbito más reducido (por ejemplo, en un determinado corredor de transporte), habría que utilizar los datos de costes marginales desglosados (para tener en cuenta las variaciones por tipo de vehículo, infraestructura, nivel de tráfico, etc.).

Coste (EUR/1000 p-km/t-km)		Carretera					Ferrocarril		Transporte aéreo		Navegación interior
		Automóvil	Autobús	Motos	LDV	HDV	V	M	V	M	M
Accidentes	Marginal	10,0-90,0	1,0-7,0	36-629	10-110	0,7-11,8	-	-	-	-	-
	Medio	30,9	2,4	188,6	35,01	4,75	0,74	-	0,37	-	0
Ruido	Marginal	0,07-13	0,05-4,6	0,25-33	2,4-307	0,25-32	0,09-1,6	0,06-1,08	0,1-4,0	0,3-19	0
	Medio	5,2	1,3	16	32,4	4,9	3,9	3,2	1,8	8,9	0
Contaminación atmosférica (salud humana)	Marginal	5,7-44,9	12,0-18,0	3,2	15-100	33,5	5,1	7,4	0,2	1,8	8,8
	Medio	10,1	16,9	3,3	77,6	34	5,1	7,4	0,2	1,8	8,8
Cambio climático	Marginal	1,7-27	0,7-9,5	1,7-11,7	8,2-57,4	1,8-12,8	0,3-7,1	0,4-5,3	6,6-46,2	33,7-235,7	4,3
	Medio	17,6	8,3	11,7	57,4	12,8	5,9	3,2	46,2	235,7	4,3
Naturaleza y paisaje	Marginal	0-2,1	0-1,3	1,9	10,9	0,8	0,7-1,2	0,1	1,1	6,5	0,8
	Medio	2,87	0,69	2,07	10,9	2,03	0,58	0,26	0,75	3,77	0,78
Efectos Urbanos	Marginal	1,1-9,6	0,1-2,2	0,7-7,1	3,0-32,3	0,9-7,1	0	0	0	0	0
	Medio	1,6	0,4	1,1	5,2	1,1	1,3	0,5	0	0	0
Efectos indirectos	Marginal	2,0-4,1	2,6-6,0	1,3-2,7	13,0-23,4	3,6-7,4	0,9-8,3	0,2-1,7	0,8-0,9	6,3-8,1	0,8-1,8
	Medio	5,2	3,95	2,98	22,44	7,36	3,22	2,44	0,99	7,38	3,27

Notas. p-km: pasajero-kilómetro. t-km: tonelada neta-kilómetro. LDV: Light Duty Vehicles (camiones de hasta 3,5 t de peso máximo aproximado (PMA)). HDV: Heavy Duty Vehicles (camiones de PMA igual o superior a las 3,5 t). V: viajeros. M: mercancías.

Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla 42. Costes externos del transporte (excepto congestión) en EUR-17**

La utilización de costes medios en lugar de costes marginales para un sistema de tarificación aplicable a un amplio marco geográfico queda justificada por las siguientes consideraciones:

- Los costes externos marginales son del mismo orden de magnitud que los costes medios.
- Los valores de costes medios (con algunas excepciones en afecciones a la naturaleza, paisaje, entorno urbano y efectos indirectos) se encuentran dentro del rango de variación de los costes marginales.
- En los accidentes, el valor del coste medio puede tomarse como coste marginal, ya que, aunque el riesgo de sufrir un accidente está relacionado con el volumen de tráfico, no se ha encontrado ninguna función que los relacione de forma directa, ya que depende de muchas variables (intensidad y composición del tráfico, velocidad, carretera, clima, etc.) (CE, 2000). Además, para niveles intermedios de tráfico, los costes marginales externos de los accidentes son iguales que los costes medios (INFRAS/IWW, 2004).
- Debido a que su función de coste marginal es decreciente, el coste marginal del ruido es menor que el coste medio para volúmenes de tráfico medios y altos. Sin embargo, en determinadas situaciones los costes marginales se sitúan por encima de los medios (como carreteras que atraviesan zonas muy pobladas y aeropuertos

situados en entornos urbanos) (INFRAS/IWW, 2004). Por lo tanto, en una situación intermedia (tráfico medio e infraestructura en zona no muy densamente poblada), puede aceptarse que el coste marginal es similar al coste medio.

- Para la contaminación atmosférica, los valores medios son similares a los valores marginales, debido a que las funciones que relacionan estas emisiones con los impactos son lineales. Sí que hay diferencias entre los costes producidos por las distintas categorías de vehículos, lo que ocasiona un rango de variación en los costes marginales (INFRAS/IWW, 2004).
- Respecto al cambio climático, los costes medios son igual a los marginales. Los rangos de variación provienen de nuevos de las distintas categorías de vehículos (INFRAS/IWW, 2004).
- A largo plazo, los costes marginales por afecciones a la naturaleza y al paisaje, y los efectos urbanos (efecto barrera y consumo de espacio) son iguales a los costes medios (INFRAS/IWW, 2004).
- Los efectos indirectos del transporte también aumentan con el tráfico, pero hay que distinguir según el horizonte temporal: a corto plazo los costes marginales (debidos a la producción y el transporte de la energía consumida) son menores que los costes medios, mientras que los costes marginales a largo plazo están cercanos a los costes medios (ya que influyen los costes asociados a la construcción y mantenimiento de infraestructura y vehículos) (INFRAS/IWW, 2004).

### Imputación

Los costes de accidentes y medioambientales del transporte se imputarán a través del Canon por Costes Externos. Este canon será igual a la suma de los costes externos del ferrocarril (excepto congestión, ya internalizados a través del Canon por Capacidad) menos la suma de los costes externos de otro modo de transporte alternativo para atender una cierta demanda.

Debido a que los datos más detallados y variados (en cuanto al número de países y situaciones) de que se dispone proceden del estudio de INFRAS/IWW (2004), donde vienen expresados en pasajeros-kilómetro (p-km) y toneladas netas-km (t-km), estos mismos parámetros se consideran los más adecuados para imputar el Canon por Costes Externos. Por otro lado, estos parámetros relacionan unidades netas transportadas con

los costes producidos, lo que se considera muy adecuado para el sistema de tarificación que se está desarrollando.

### 3.3.3. Resumen

La imputación ideal de los costes directamente ocasionados por el uso de la infraestructura se obtiene mediante el establecimiento de relaciones matemáticas entre la circulación del vehículo y los costes generados (sistema “*bottom-up*”). Pero esta solución es de difícil aplicación en el caso de la infraestructura ferroviaria, debido a las características de los datos de partida (que, en general, son costes genéricos proporcionados por los gestores de la infraestructura), y a la escasez de estudios detallados unificados, por lo que se propone un sistema “*top-down*”. Este planteamiento está en concordancia con las recomendaciones del Grupo de Tarificación de Infraestructuras de la Comisión Europea (CE, 1999e). Por lo tanto, los costes de la infraestructura, ya sean fijos o variables, se cargarán a los usuarios en función del tráfico realizado y uso de las instalaciones teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, las diferentes características de cada tipo de usuario (tipo de tráfico, agresividad del tren a la vía...) y de infraestructura (convencional o *AV*). Para conseguir este último objetivo y además aumentar la transparencia del sistema, se va a utilizar un canon para cada coste y parámetros de imputación diferenciados (“tarifa multicriterio”), de forma que reflejen lo más fielmente posible los costes que recuperan.

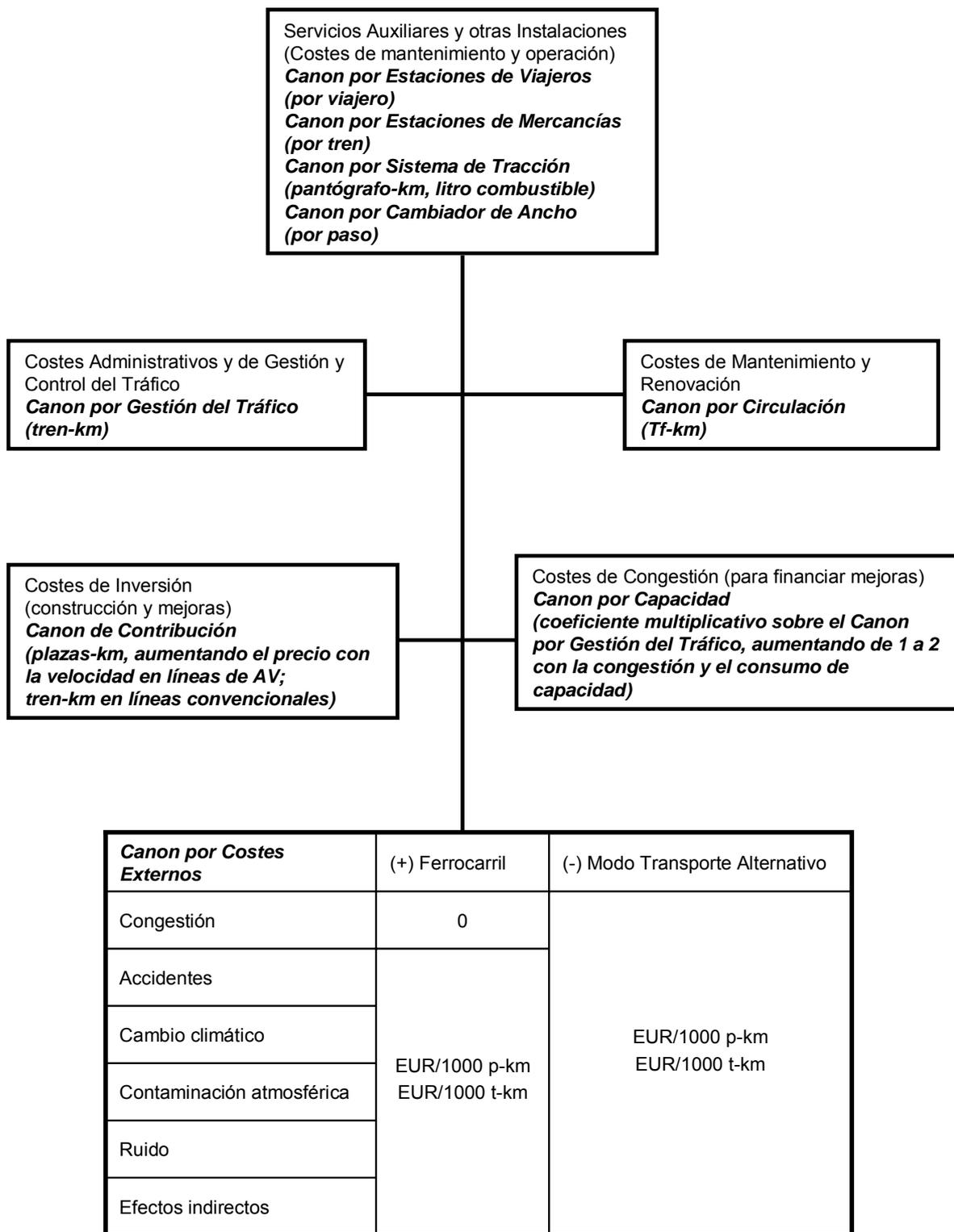
Las ventajas de la “tarifa multicriterio” con respecto a otro sistema de tarificación más simple son las siguientes (Fernández y García, 2005):

- Permite acometer con mayores posibilidades de éxito la consecución de los variados objetivos que se persiguen con la tarificación de la infraestructura ferroviaria (recuperar costes, potenciar su uso, contribuir a la sostenibilidad del sistema de transporte, etc.).
- La adopción de un único indicador puede no reflejar adecuadamente los costes producidos (por ejemplo, el indicador tren-km se considera válido para la imputación de los costes de gestión del tráfico, pero no para los costes de mantenimiento y renovación).

- La utilización de distintos parámetros de imputación dificulta el falseamiento de la realidad económica de los distintos agentes (por ejemplo, plazas-km indica la oferta real; frente al parámetro tren-km, el tráfico ficticio (Tf-km) está directamente relacionado con los costes de mantenimiento y renovación de la infraestructura, etc.).

La complejidad añadida por este sistema se ve recompensada por la mayor relación de causalidad costes-canon, que además de ayudar a la transparencia del sistema, favorece también la aceptación del mismo por los usuarios. Por otro lado, el conocimiento de la problemática del negocio por parte de los técnicos de las empresas de transporte y los programas informáticos aplicados al cálculo del canon total también favorecen la implementación de un sistema de este tipo.

En la Figura 11 se muestra la propuesta de imputación de costes relacionados con la puesta a disposición y uso de la infraestructura ferroviaria. En ella se relaciona cada coste con el canon propuesto para su recuperación y con el parámetro de imposición.



Fuente: elaboración propia

**Figura 11. Sistema de tarificación propuesto: estructura, cánones y parámetros de imputación**

## 3.4. SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO: NIVEL DE TARIFICACIÓN

### 3.4.1. Introducción

El desarrollo de un sistema de tarificación de las infraestructuras de transporte no debe acometerse teniendo en cuenta únicamente fundamentos teóricos, o considerando el sector transportes como un mercado aislado, ya que estos planteamientos pueden comprometer aspectos como su implementación, funcionalidad, eficiencia, etc. Este punto de partida puede concretarse diciendo que existen una serie de condicionantes tanto internos al sistema ferroviario, como externos (legales, económicos y sociales) que deben ser tenidos en cuenta para que el sistema de tarificación propuesto pueda aplicarse con éxito. Partiendo de que, debido a la gran magnitud de los costes de la infraestructura ferroviaria, y de acuerdo con los modelos actuales y la normativa de la UE, no es posible imputar su totalidad a los operadores, se va a modular el nivel de tarificación a imputar a cada servicio ferroviario teniendo en cuenta los condicionantes anteriores. En los siguientes apartados se describen dichos condicionantes.

#### 3.4.1.1. Condicionantes externos

Se analizan a continuación los condicionantes no dependientes exclusivamente del sistema ferroviario a tener en cuenta a la hora de fijar el nivel de tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria.

##### *3.4.1.1.1. Política económica y de transportes de la UE*

La Directiva 2001/14/CE, que define los criterios básicos para el establecimiento de las cargas por el uso de la infraestructura ferroviaria, defiende la consideración de los costes externos generados por carretera y ferrocarril para mejorar la eficiencia del sistema de transporte en su conjunto. Así pues, acepta compensaciones en el sistema de tarificación de la infraestructura ferroviaria por los costes externos que otros modos de transporte no pagan, cuando sean superiores a los producidos por el ferrocarril. Esta

premisa valida la reducción del canon ferroviario por la diferencia de costes externos entre ferrocarril y otro medio de transporte menos sostenible.

Por otro lado, esta Directiva permite variar el nivel de imputación de costes según el tipo de servicio ferroviario. Esta flexibilidad se basa en los *PR* y tiene como objetivo potenciar el uso del ferrocarril. Así pues, acepta la tarificación por encima de los costes marginales donde el mercado pueda soportarlo (servicios de *AV*, larga distancia), y la tarificación a un nivel mínimo (costes directamente imputables a la explotación del servicio ferroviario) para aquellos servicios más sensibles al incremento de costes vía canon y de mayor interés social (mercancías y servicios de viajeros de cercanías y regionales). Aparte del menor nivel de imputación de costes, también permite exenciones de pago para aquellos servicios que, por su interés social, se prestan mediante contratos con las autoridades públicas.

En el Libro Blanco del Transporte del 2001 de la *UE* (CE, 2001a) se apuesta por la revitalización del ferrocarril como herramienta básica para la consecución de un sistema de transporte sostenible, sobre todo en el caso de las mercancías. Para apoyar el reequilibrio modal frente a la carretera promueve el apoyo presupuestario al desarrollo y la mejora de la infraestructura ferroviaria a través de fondos propios de la *UE*, presupuestos nacionales y participación de los inversores privados. Otra medida que se considera necesaria para conseguir un transporte de mercancías de calidad es que los operadores puedan acceder a algunos surcos fuera de las horas valle, ya que si no, es imposible que puedan ofrecer tiempos de viaje competitivos con la carretera, al quedar los trenes de mercancías parados en las estaciones donde comienzan los tramos congestionados durante largos periodos del día.

Respecto a la imputación de la totalidad de costes, la Comisión Europea (CE, 1998) reconoce que, debido a la gran magnitud de los costes de inversión que requiere la infraestructura ferroviaria, no parece factible imputar a los operadores dichos costes, al menos en su totalidad. También hay que tener en cuenta que, para recuperar estos costes, los gestores de infraestructuras deben disponer de un inventario actualizado de su patrimonio, del cual normalmente carecen. Por último, hay que tener en cuenta la gran diferencia de costes de inversión y de grado de amortización entre las líneas nuevas

y las convencionales, por lo que la imputación de estos costes a éstas últimas debe ser mucho más limitada.

Por último, hay que considerar que, debido a la magnitud de los costes de la infraestructura ferroviaria, el resultado económico de su explotación por parte del gestor puede comprometer a las cuentas del Estado, mediante la transmisión de su déficit. Para evitar dicho traspaso de déficit, y según las normas *SEC-95* de la *UE* (CE, 1996), el gestor debe justificar unos ingresos comerciales superiores al 50% de sus costes de producción (sin incluir gastos financieros). Este condicionante económico obliga a maximizar los ingresos del gestor, por lo que en aquellos casos en los que se subvencione el canon por un recurso productivo del gestor como es la capacidad de la infraestructura, dicha subvención se transferirá directamente por parte de las administraciones públicas al operador ferroviario, para que éste se lo reembolse al gestor.

#### **3.4.1.1.2. Sostenibilidad del sistema de transporte**

Los costes externos a considerar en la metodología van a ser los accidentes, la contaminación atmosférica, el cambio climático, el ruido, los efectos indirectos del transporte y la congestión. Las razones que explican esta selección son:

- Son los efectos que mayores costes producen (ver Tabla 37), sumando el 95% (sin contar la congestión) del coste total en el año 2000.
- Son costes variables, relacionados con el uso de las infraestructuras de transporte.
- No se consideran las afecciones a la naturaleza y el paisaje, ni los efectos adicionales sobre el medio urbano ya que son costes fijos y su evaluación de impacto y valoración monetaria se encuentra todavía en fase experimental.

En Europa, uno de los competidores más directos del ferrocarril es el transporte por carretera. De la Tabla 43 se deduce que el transporte por carretera produce entre cuatro (viajeros) y seis veces (mercancías) más costes externos que el transporte por ferrocarril, por lo que la sostenibilidad del sistema de transporte se vería más favorecida por la transferencia de tráfico de mercancías de la carretera al ferrocarril que de

viajeros. La mayor diferencia de costes a favor del ferrocarril se produce en los accidentes, la contaminación atmosférica, el cambio climático y la congestión.

COSTE	Viajeros (EUR/1000 p-km)		Mercancías (EUR/1000 t-km)	
	Carretera	Ferrocarril	Carretera	Ferrocarril
Accidentes	32,4	0,8	7,6	0
Contaminación atmosférica y cambio climático	29,7	13,1	59,7	11,5
Ruido	5,1	3,9	7,4	3,2
Efectos indirectos	5	3,4	8,8	2,4
Congestión	8,8	0	10,2	0
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>21,2</b>	<b>93,7</b>	<b>17,1</b>

Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla 43. Costes externos medios del transporte por carretera y ferrocarril en EUR-17**

Puesto que uno de los principales objetivos del modelo propuesto es aumentar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de transporte en su conjunto, esta diferencia de costes se va a tener en cuenta en la fijación del nivel de tarificación a cada caso. Así pues, la disminución de costes externos que supone el transporte por ferrocarril respecto a la carretera compensará parte de los costes de la infraestructura ferroviaria.

### **3.4.1.2. Condicionantes internos**

Los condicionantes internos son aquellos que tienen que ver con características intrínsecas del sistema ferroviario, o que le han sido atribuidas históricamente.

#### **3.4.1.2.1. Red ferroviaria**

En un caso general, las principales características de la red ferroviaria a tener en cuenta en la aplicación del sistema de tarificación son:

- Existencia de nuevas líneas de *AV* y líneas convencionales, siendo las primeras de mucha mayor calidad que las segundas. Además, de las nuevas líneas se conoce su coste y están sin amortizar, mientras que de las convencionales, debido a las múltiples renovaciones y mejoras, no se conoce su valor actual, y pueden considerarse (al menos, en parte) amortizadas.
- Existencia de congestión, que suele producirse en las líneas situadas en torno a las áreas metropolitanas, puertos de montaña y pasos transfronterizos.

#### **3.4.1.2.2. Servicios de transporte**

El caso más habitual en Europa es el uso compartido de la infraestructura ferroviaria (excepto en el caso de algunos trenes de cercanías y de *AV*, que circulan por líneas exclusivas). Para un caso genera, se consideran servicios de transporte de viajeros de corta, media y larga distancia (en este último caso se distingue entre servicios convencionales y de *AV*), y servicios de transporte de mercancías.

#### **3.4.1.2.3. Servicio público**

En ocasiones, el ferrocarril garantiza la accesibilidad a determinadas zonas del territorio, lo que le otorga el papel de servicio público. El caso más claro son las grandes aglomeraciones urbanas, donde debido a la gran demanda de movilidad, el automóvil colapsa los accesos y el transporte público tiene que optar por un modo de transporte de gran capacidad como es el ferrocarril. En el polo opuesto, las condiciones de aislamiento y escasez de dotación de infraestructuras de transporte en zonas poco pobladas justifican el mantenimiento del servicio ferroviario.

#### **3.4.1.2.4. Otros condicionantes internos**

Otros condicionantes propios del sistema ferroviario pueden resumirse en los siguientes aspectos (Fernández y García, 2005):

- El canon debe favorecer la utilización óptima de la infraestructura ferroviaria, de forma que el elevado esfuerzo inversor de recursos públicos que requiere, se vea recompensado con el máximo beneficio social. Dos puntos son fundamentales para conseguir este objetivo: la utilización intensiva de las líneas de ferrocarril y el trasvase de tráfico desde otros modos menos eficientes.
- El nivel de tarificación debe permitir, a las empresas que operen eficientemente, obtener una rentabilidad razonable en un mercado competitivo como es el del transporte.

- El sistema de tarificación debe tener en cuenta conjuntamente los objetivos del gestor y del operador, de tal forma que se potencie la captación de tráfico. La recuperación de costes no debe empañar este objetivo fundamental.
- El canon a establecer debe ayudar a la utilización razonable de la infraestructura, potenciando los tráfico que mayor beneficio generan para la sociedad, y teniendo en cuenta la fiabilidad y calidad del servicio, la introducción de mejoras tecnológicas que reduzcan la agresión a la vía, los costes externos, etc.

### **3.4.2. Planteamiento general**

Partiendo de que para que el coste social del transporte sea el mínimo deben ser considerados la totalidad de los costes que los distintos modos ocasionan, a cada unidad de servicio de transporte se le debería asignar un precio que reflejase el incremento de coste que supone para la sociedad (coste marginal social).

El cobro de todos los costes del transporte (externos e internos) daría lugar al establecimiento de un mercado en el cual los usuarios serían capaces de decidir cuándo los beneficios obtenidos por el consumo de un determinado servicio de transporte exceden los costes que para ellos mismos suponen. Ese enfoque de tarificación hace posible compensar a los sujetos que sufren las externalidades negativas que el transporte genera y evita también que la sociedad soporte en mayor medida los costes de un tipo de transporte respecto a otros, al tratar de asignar a cada modo sus costes totales. Por lo tanto, un sistema de tarificación eficiente y equitativo debe tener en cuenta la totalidad de los costes que cada modo ocasiona.

Normalmente, los costes internos se tienen en cuenta (al menos, en parte) en los sistemas de cobro por el uso de las infraestructuras, pero no suele ocurrir lo mismo con los costes externos. Para cambiar esta situación es necesario que se incluyan, lo que se conoce como “internalización” de costes externos.

La internalización de los costes externos asociados a cada modo puede convertirse además en un medio de gestión de la demanda de cara a la consecución de un sistema de

transporte sostenible. Para llevar a cabo la internalización es necesario primero evaluar las externalidades por unidad de tráfico y posteriormente valorarlas económicamente.

Según el estudio *Pricing European Transport Systems (PETS, CE, 2000)*, existen metodologías adecuadas para realizar el cálculo del coste marginal social para todos los modos, pero las valoraciones de algunos de los costes están sujetas a una considerable subjetividad. Por lo tanto, sostiene que la tarificación según el coste marginal puede llevarse a la práctica, pero que para ello los gestores han de disponer de una información de calidad para estimar los costes.

Una vez descritas las ventajas de basar el sistema de tarificación en el cobro del coste marginal social, hay que puntualizar que este modelo es difícil de llevar a la práctica. Las razones son de diversa índole, entre las que cabe citar:

- Las limitaciones de los estudios de costes, que no siempre existen, y cuando los hay suelen estar incompletos y sin la desagregación necesaria.
- La implementación del sistema necesita de una tecnología a instalar en infraestructuras y vehículos.
- La tarificación a nivel de coste marginal supone una recuperación de costes muy baja, lo que en ocasiones choca con la política económica de cada país.
- La imputación de costes externos es problemática, al menos hasta que no se aplique a todos los modos de transporte.

En el otro extremo, la tarificación según el coste medio para recuperar la totalidad de los costes que suponen la puesta a disposición y uso de las infraestructuras se traduce en el establecimiento de unas cargas tan altas que harían inviable la permanencia de la mayoría de los operadores en este mercado de transporte. Esta opción presenta también problemas de estimación de costes (valoración de activos) y de imputación a los usuarios (los costes fijos no están relacionados con el uso).

Teniendo en cuenta las características de los costes de la infraestructura ferroviaria y las posibilidades que ofrecen los modelos de tarificación analizados se propone un sistema intermedio. Así pues, el canon utilizará únicamente cargas variables, y su nivel de recuperación de costes se situará entre el coste marginal y el coste total, en función de la

elasticidad del servicio de transporte (según los *PR*) y los condicionantes anteriormente descritos. De este modo, los cánones traspasarán al operador los costes directamente relacionados con la circulación del tren en los servicios ferroviarios de cercanías, regionales y mercancías, mientras que en el caso de los servicios menos elásticos (larga distancia y *AV*), se incrementará el nivel de tarificación de cara a recuperar costes por encima de los costes marginales.

Este planteamiento está en línea con la política de transportes de la *UE* que, en su Directiva 2001/14/CE, apoya la subvención de cargas por el uso de la infraestructura a los servicios ferroviarios de interés social, así como la fijación de las cargas por encima de los costes marginales para incrementar el nivel de recuperación de costes cuando el mercado pueda soportarlo. Los costes no cubiertos deben financiarse mediante la contribución presupuestaria de las administraciones públicas implicadas (ECMT, 2005a).

En los apartados siguientes se describen las características generales de los servicios de transporte prestados habitualmente en cualquier red ferroviaria europea. A continuación, y en función de sus características (elasticidad, condicionantes de servicio público, normativa aplicable, contribución a la sostenibilidad del sistema de transportes, etc.), se propone un nivel de tarificación. Así pues, el índice de cobertura de cada uno de los cánones que componen el sistema de tarificación propuesto variará según el servicio ferroviario.

### **3.4.3. Servicios ferroviarios de cercanías**

Se trata de servicios de transporte de corta distancia (máximo: 50-100 km); normalmente se prestan con unidades de tren eléctricas, que se caracterizan por unas velocidades máximas no muy elevadas (normalmente, en torno a los 100-120 km/h) y una gran capacidad de aceleración y frenado.

Existen tres características esenciales de los servicios de cercanías que deben condicionar su sistema de tarificación: los problemas de congestión en las líneas por

donde discurren (en el caso habitual de que no circulen por líneas exclusivas), su carácter deficitario, y su marcado interés social.

Normalmente, los servicios de cercanías se prestan en líneas de uso compartido con otros tráficos (larga distancia, regionales y mercancías). Las características propias de cada uno de ellos generan distinto consumo de capacidad. En concreto, los trenes de cercanías son los que más capacidad consumen, ya que suelen tener una moderada velocidad comercial y un elevado número de paradas. Además, dicho trenes circulan con mayor frecuencia en las horas punta, potenciando así aún más los problemas de congestión existentes en las líneas situadas en torno a las grandes ciudades. Por lo tanto, se considera adecuado introducir en su sistema tarifario una carga variable que refleje los costes asociados al consumo de capacidad en la línea. Los ingresos así obtenidos deben ser destinados a cubrir mejoras que aumenten la capacidad de la infraestructura (duplicación de vía, instalación de un sistema de control de tráfico más eficaz, etc.).

Por otro lado, los servicios ferroviarios de cercanías generan una gran cantidad de costes, puesto que requieren una gran dotación infraestructural (por su consumo de capacidad), y necesitan un moderno sistema de control de tráfico (para poder alcanzar elevadas frecuencias de circulación garantizando la seguridad), así como de electrificación (para conseguir un consumo energético aceptable y gran capacidad de aceleración). Por otro lado, también han de tener a su disposición abundante material móvil y el personal asociado a su operación. Todos estos requerimientos suelen dimensionarse para cubrir los máximos de demanda que se producen en las horas punta, por lo que el resto del día están infrautilizados. Dichos condicionantes funcionales unidos a la limitación de las tarifas impuestas a los viajeros por razones sociales (facilitar la movilidad en el medio urbano y evitar el uso del vehículo privado), provocan que los ingresos obtenidos por los operadores sean muy inferiores con relación a los costes generados, por lo que estos servicios de transporte suelen ser deficitarios<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> Por ejemplo, el índice de cobertura de los servicios ferroviarios de cercanías en España es del 66 % incluyendo las subvenciones de las Comunidades Autónomas (RENFE, 2005).

### **3.4.3.1. Selección de costes imputar a los servicios de cercanías**

#### Costes por la utilización de estaciones

Respecto al uso de las estaciones, la práctica habitual en Europa viene siendo recuperar parte de los costes asociados a las mismas (normalmente, los costes de mantenimiento y explotación y, en el caso de líneas de *AV*, parte de los costes de inversión) a través de cargas relacionadas con su uso (generalmente, por parada comercial, o número de viajeros que suben o bajan); también es habitual que estas cargas aumenten con el grado de congestión (en función de periodos horarios punta-valle-llano), con el consumo de capacidad en las mismas (a través del tiempo de ocupación de sus vías) y con el valor comercial del servicio de transporte (en función de las prestaciones de la infraestructura y de los trenes).

Hay que tener en cuenta que, en aquellas líneas en las que se prestan servicios de cercanías, el número de usuarios de este tipo de servicios suele ser mucho más elevado que el de los tráficos regionales o de larga distancia. Además, las estaciones de cercanías suelen estar especialmente acondicionadas (estaciones intermodales, escaleras mecánicas, control de accesos, información al viajero, etc.) para los viajeros de cercanías, lo que supone costes adicionales. Por ello, el Canon por Estaciones de Viajeros se imputará en su totalidad a los trenes de cercanías.

#### Costes por la utilización del sistema de electrificación

Los servicios ferroviarios de cercanías no necesitan de una gran velocidad punta, puesto que no están destinados a cubrir grandes distancias. En cambio, sí que necesitan tener una gran capacidad de aceleración y frenado para poder disminuir el tiempo de viaje entre las numerosas paradas que tienen y así ofrecer tiempos de viaje atractivos para los viajeros. Desde el punto de vista de la tracción ferroviaria, el sistema de tracción que mejor cumple estos requisitos es la tracción eléctrica, por lo que las principales redes de cercanías se encuentran electrificadas. Otras ventajas de la prestación de los servicios de cercanías con tracción eléctrica son la posibilidad de devolver energía eléctrica a la red a través del freno regenerativo y la menor contaminación atmosférica y acústica que se produce. Por lo tanto, los servicios de cercanías son grandes beneficiarios de este subsistema ferroviario y se considera que el canon a pagar debe incluir el coste de

mantenimiento y explotación del sistema de electrificación, por estar muy ligado a la circulación de estos trenes. Por lo tanto, a los trenes de cercanías se les imputará a través del Canon por Sistema de Tracción el 100% de los costes de explotación y mantenimiento del sistema de electrificación (la energía consumida debe cobrarse aparte, en función del consumo real).

#### Costes de gestión y control del tráfico

Puesto que se trata del coste común por excelencia necesario para todos los tipos de tráfico (incluye los costes administrativos de relación con los operadores, elaboración de horarios y gestión del sistema del control de tráfico y comunicaciones), se propone su total imputación a los servicios de cercanías. Este nivel de tarificación se justifica además porque es precisamente este tipo de tráfico (junto con *AV*) el que mayores prestaciones del sistema de control de tráfico requiere.

Así pues, el Canon por Gestión del Tráfico traspasará a los operadores de cercanías la totalidad de los costes incluidos en el mismo.

#### Costes de mantenimiento y renovación

Se propone imputar a los trenes de cercanías los costes de mantenimiento y renovación directamente relacionados con la circulación del tren (costes marginales). Por lo tanto, se traspasará a los operadores de cercanías el 10% de los costes de mantenimiento y renovación ya que, según Pittman (2003) y CE (1999a), esta es la proporción de los costes marginales con respecto a la totalidad de los costes de mantenimiento y renovación.

Por lo tanto, el Canon por Circulación a imputar a los trenes de cercanías traspasará a los operadores el 10% de la totalidad de los costes asociado a este canon.

Este planteamiento está en plena concordancia con las indicaciones de la Directiva 2001/14/CE y el Libro Blanco de 1998 (CE, 1998), que proponen imputar a los operadores los costes generados directamente por la circulación del tren.

### Costes de inversión

Normalmente, los trenes de cercanías circulan por líneas ferroviarias de la red convencional que, debido a su antigüedad y utilización masiva, pueden considerarse como amortizadas en lo que a costes de construcción se refiere. En el caso de que circulen por líneas nuevas dedicadas exclusivamente a este tipo de tráfico, la gran magnitud del coste de construcción de las mismas hace inviable su traspaso al operador, por lo que no se recomienda su imputación. Por lo tanto, en el caso de líneas antiguas no procede la imputación de costes y en el caso de tratarse de líneas de nueva construcción, los costes de inversión deben ser soportados directamente por las administraciones públicas responsables de este servicio de transporte. La práctica habitual en Europa es la no imputación del coste de construcción a los servicios de cercanías.

Respecto a la financiación de las mejoras realizadas en las líneas de cara a garantizar una explotación segura y eficaz del servicio ferroviario en general y de cercanías en particular (duplicaciones de vía, electrificación e instalación de modernos sistemas de control de tráfico y comunicaciones), suponen inversiones muy importantes que tienen el carácter de costes marginales a largo plazo, ya que solamente se justifican cuando se producen grandes variaciones de tráfico, por lo que suelen adscribirse a varios ejercicios. Debido a que gran variedad de tráfico se benefician de estas mejoras, lo lógico sería repartir su coste según el nivel de utilización de la infraestructura. Sin embargo, la repercusión en el canon del coste de estas mejoras reduciría el ya de por sí bajo índice de cobertura de los servicios ferroviarios de cercanías, por lo que habitualmente es el Estado, a través de sus plantas generales de infraestructuras del transporte, quien se hace cargo de financiar estas obras, quedando los operadores de cercanías libres de estas cargas. Por lo tanto, se recomienda la no imputación de los costes asociados a mejoras de la infraestructura a los trenes de cercanías, para no aumentar excesivamente los costes que soportan. Con ello se pretende no comprometer su viabilidad, ya que la supresión de estos servicios ferroviarios generaría unos costes externos de gran magnitud (por aumento de la congestión, accidentes, contaminación, etc.).

La subvención total del Canon de Contribución a los trenes de cercanías también puede justificarse a través de la compensación con el Canon por Costes Externos y por su carácter de servicio público.

### Costes de congestión

Los trenes de cercanías son grandes consumidores de capacidad en líneas normalmente congestionadas y con grandes dificultades para aumentar su capacidad de transporte (debido a la falta de espacio disponible), lo que induce a pensar que las cargas por congestión son especialmente aptas para estos tráficos, como método para incrementar la recuperación de costes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el máximo beneficio social generado por estos servicios de transporte se basa en que operan en las áreas metropolitanas (líneas con problemas de capacidad) y en hora punta (periodos de mayor congestión) y que de imputarles el canon por consumo de capacidad asociado aumentarían desmesuradamente sus costes<sup>34</sup>. Dicho aumento de costes podría poner en peligro su viabilidad, por lo que se hace necesario analizar detenidamente las consecuencias de un excesivo nivel de tarificación sobre este tipo de trenes.

Respecto a las estaciones, debido al perfil típico del usuario de los trenes de cercanías (viajero habitual) y a la necesidad de facilitar y agilizar el acceso y desalojo de los trenes, se suele utilizar para cada relación origen-destino el mismo andén, que suele estar reservado de antemano. Esto supone que, durante las horas punta, la mayoría de los andenes de las estaciones estén reservados para los trenes de cercanías, mientras que durante las horas valle ocupan las vías de apartado o las vías de los depósitos de material móvil, puesto que gran parte del parque de material móvil se encuentra inactivo. Por lo tanto, queda claro que los trenes de cercanías son también grandes consumidores de capacidad en las estaciones. Esto provoca que la imputación del coste de congestión asociado dé lugar al establecimiento de unos precios tan altos que disparen los ya de por sí elevados costes de estos servicios de transporte<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> Según las estimaciones realizadas por García (2005), el 20 % del canon a pagar por los trenes de cercanías de acuerdo con la OM 2005 corresponde al pago por el consumo de capacidad en las líneas de la red.

<sup>35</sup> Por ejemplo, en España, y según los cálculos realizados por García (2005), en los que se indica que el canon a pagar por los trenes de cercanías según la OM (2005) asciende al 16 % de los ingresos por tren-km, el índice de cobertura de estos servicios ferroviarios disminuye en unos 17 puntos al incluir el canon

Por lo tanto, se recomienda que el Canon por Capacidad se subvencione a los trenes de cercanías por parte de la administración pública responsable de este servicio de transporte (dicha subvención se justificará mediante la compensación con el Canon por Costes Externos), ya que facilitan la movilidad en las ciudades, evitando la congestión y otros costes externos. Esta decisión está en línea con la propuesta que realiza Nilsson (2000a) al tratar imputación de los costes de congestión a servicios ferroviarios que tengan el carácter de servicio público, y que consiste en una negociación entre los agentes implicados (operador-gestor infraestructura-administración pública) para aplicar algún tipo de descuento o subvención. También tiene su reflejo en la realidad en algunos países como España, donde los trenes de cercanías tienen andenes reservados en las estaciones por cuya utilización no pagan.

La subvención del Canon por Capacidad debe transferirse al operador, por ser un coste de explotación del servicio de transporte. El operador la utilizará para pagar el correspondiente canon. De esta forma, el gestor de la infraestructura obtiene ingresos comerciales (y no una subvención directa, si el dinero no pasase por el operador) por un recurso productivo propio (la capacidad de transporte), lo que ayuda a que sus ingresos superen la mitad de sus gastos de producción y así no se transmita su déficit a las cuentas del Estado (según ordenan las normas *SEC-95* de la *UE* (CE, 1996).

#### Costes de accidentes y medioambientales

Las afecciones que los trenes de cercanías causan al entorno (accidentes, contaminación atmosférica, cambio climático, ruido y efectos indirectos) se incluirán en el Canon por Costes Externos. A partir de ahí, teniendo en cuenta el ahorro de costes externos que supone atender una cierta demanda de transporte en las ciudades por ferrocarril (se generan cuatro veces menos de costes que si se atendiera por carretera), este balance va a resultar muy favorable para los trenes de cercanías. Por ello, y como

---

por capacidad. Esta estimación se ha hecho teniendo en cuenta que, según el Informe Anual de *RENFE* de 2004, los ingresos propios de la *UN* de Cercanías ascienden a 348,487 millones de euros (332,657 corresponden a ingresos por tráfico) y que el total de gastos (excepto los servicios internos por transferencia, que no se tienen en cuenta, ya que se refieren a costes que se cobran a través del canon) suman 474,948 millones de euros.

ya se señaló en los apartados anteriores, el Canon por Costes Externos en los servicios ferroviarios de cercanías se utilizará para compensar los Cánones por Circulación (90%), por Capacidad (100%) y de Contribución.

#### **3.4.3.2. Nivel de tarificación para los servicios ferroviarios de cercanías**

La base de los costes a imputar a los trenes de cercanías son los costes marginales de mantenimiento y renovación de la infraestructura, los costes administrativos y de gestión del tráfico y los costes de mantenimiento y explotación de estaciones y sistema de electrificación, con lo que el nivel de recuperación de costes se situaría en torno al 15 %. Los costes de inversión, de congestión y parte de los costes de mantenimiento y renovación deben ser soportados por la administración pública implicada en el servicio de transporte, ya que hay que tener en cuenta que elevar las cargas económicas sobre estos servicios de transporte puede comprometer su existencia, y que en el caso de que dejaran de prestarse, los costes sociales traspasados a la ciudadanía (disminución de la accesibilidad, aumento de la congestión, contaminación y accidentes en las ciudades) serían de muchísima mayor entidad que los costes de infraestructura recuperados. La subvención total o parcial de los Cánones por Circulación, por Capacidad y de Contribución se justifica por la compensación de costes resultante del Canon por Costes Externos y su carácter de servicio público.

El modelo propuesto está en consonancia con el contenido de la Directiva 2001/14/CE, en la que se acepta incluso la no imputación de los costes de infraestructura a los servicios ferroviarios de cercanías y regionales.

#### **3.4.4. Servicios ferroviarios regionales**

Se trata de servicios de media distancia (entre 50 y 300 km), que suelen unir capitales de provincia o poblaciones importantes con estas últimas. Se tratan en este apartado aquellos trenes de media distancia que circulan por la red ferroviaria convencional, la cual comparten con otros tráficos. Este tipo de servicios ferroviarios se prestan en zonas con menor densidad de población que los trenes de cercanías, por lo que suelen ofrecer un menor número de plazas y una menor frecuencia. Al igual que los servicios de

cercanías, los servicios ferroviarios regionales suelen ser deficitarios, por lo que las administraciones públicas interesadas contribuyen de una forma u otra a su mantenimiento<sup>36</sup>. En líneas generales, puede decirse que el carácter deficitario de estos servicios de transporte está relacionado con aspectos de competencia modal y condicionantes históricos de este sector del transporte ferroviario:

- Oferta limitada, en contraste con la total disponibilidad del automóvil y, por lo general, mayor oferta del autobús.
- Distancia de viaje óptima para el transporte por carretera, normalmente sin congestión.
- Con frecuencia los servicios regionales se prestan en líneas no modernizadas, lo que compromete la fiabilidad, seguridad y el tiempo de viaje.
- También suele ser frecuente que los trenes asignados a las relaciones regionales sean antiguos (traspasados desde otros servicios de mayor entidad) y no adecuados para dichos servicios (en cuanto a número de plazas ofrecidas, costes generados, etc.), lo que va en detrimento de la calidad del servicio ofrecido.

Los aspectos anteriormente comentados deben tenerse muy en cuenta al seleccionar los costes a imputar a los servicios ferroviarios regionales.

#### **3.4.4.1. Selección de costes imputar a los servicios ferroviarios regionales**

##### Costes por la utilización de estaciones

Como se ha comentado antes, los servicios ferroviarios regionales suelen unir capitales con otras poblaciones de menor importancia. Esta circunstancia provoca que utilicen dos tipos de estaciones que presentan problemáticas muy diferentes a tener en cuenta en el sistema de tarificación:

---

<sup>36</sup> Por ejemplo, el índice de cobertura de los servicios regionales de *RENFE* es del 72 %, y eso teniendo en cuenta que un 20 % de los ingresos de la *UN* de Regionales procede de las subvenciones aportadas por las Comunidades Autónomas (*RENFE*, 2005).

- Estaciones de primer orden: muchos de los servicios ferroviarios regionales tienen su origen o destino en estaciones importantes (grandes ciudades y nudos ferroviarios), compartidas con una gran variedad de tráficos como cercanías, larga distancia e incluso *AV*, lo que suele provocar problemas de capacidad en las mismas y la necesidad de una serie de prestaciones de gran entidad (terminales independientes, salas de espera especializadas, control de accesos, etc.) que no siempre son necesarias para los servicios regionales.
- Estaciones secundarias. Desde hace unas décadas, la comprometida situación de las líneas ferroviarias de ámbito regional (baja rentabilidad económica y pérdida de competitividad frente a la carretera) se está tratando de solucionar mediante la reducción de costes fijos. En concreto, se están recortando drásticamente los costes de instalaciones fijas y personal, lo que en la práctica se traduce en el cierre de estaciones a efectos de circulación y atención al cliente. A efectos de explotación de la línea, esta nueva situación suele rebajar la estación a la categoría de apeadero. Normalmente, el servicio comercial se sigue prestando mediante la instalación de máquinas expendedoras de billetes o cobro a bordo del tren e implantación de paradas facultativas<sup>37</sup>. Por lo general estas estaciones de menor entidad se encuentran situadas en líneas no modernizadas y de baja densidad de circulaciones.

Los costes de mantenimiento y explotación asociados a cada uno de los dos tipos de estaciones descritas en los puntos anteriores son muy distintos. Así pues, mientras que las estaciones de primer orden tienen elevados costes de mantenimiento y explotación, las estaciones secundarias generan unos costes muchísimo menores, de ahí que lo ideal sería tener desglosados los costes generados por cada tipo de estación e imputarlos según la utilización de las mismas. El problema de esta diferenciación reside en que los gestores de infraestructura no suelen hacer esta distinción en las cuentas de gastos asociadas a sus estaciones.

---

<sup>37</sup> Parada facultativa es aquella que se realiza a petición del cliente. Para instaurar este tipo de paradas, debe haber algún sistema de comunicación entre el viajero y el maquinista en los trenes (revisor, pulsador) y el maquinista debe reducir la velocidad a su llegada a los apeaderos en los que esté implantada, para poder detenerse en el caso de que haya viajeros.

Así pues, y de acuerdo el proceso de valoración de costes por el uso de las estaciones, se propone una imputación de costes a los trenes regionales acorde con las características de las estaciones que utilizan, por lo que se les cargará la totalidad del Canon por uso de las Estaciones, con peso de ponderación=1.

#### Costes por Sistema de Tracción

El sistema de tracción utilizado por los trenes regionales suele venir condicionado por las características de la infraestructura, es decir, si la relación a cubrir se encuentra electrificada o no. La tracción eléctrica ofrece una mayor potencia y genera menos costes (de mantenimiento y conservación y consumo energético) que la tracción diesel. Por ello, cuando la relación a cubrir se encuentra electrificada en su totalidad, los servicios regionales suelen prestarse con trenes eléctricos. De todos modos, la tracción diesel también es adecuada para este tipo de servicios, ya que los automotores diesel ofrecen buenas prestaciones a costes razonables.

Por tratarse de costes directamente relacionados con la circulación del tren, los trenes regionales deben soportar los costes de mantenimiento y operación del sistema de tracción, ya sea eléctrico o diesel. Así pues, los operadores de transporte ferroviario regional deben pagar el 100% del Canon por Sistema de Tracción.

#### Costes de gestión y control del tráfico

Al igual que el resto de servicios ferroviarios, los trenes regionales necesitan del sistema de control de tráfico, por lo que deben contribuir a los costes comunes que genera de forma proporcional al tráfico realizado. Así pues, se propone la imputación de la totalidad de los costes de gestión del tráfico ferroviario (100% del Canon por Gestión del Tráfico).

#### Costes de mantenimiento y renovación

Como ya se comentó en el apartado de caracterización y valoración de costes, los costes de renovación son de mayor entidad que los de mantenimiento. Respecto a los costes de renovación de vía hay que tener en cuenta que, en muchas ocasiones, los servicios regionales convencionales se prestan sobre líneas secundarias cuya infraestructura no ha

sido renovada desde hace mucho tiempo, por lo que su renovación supone un coste muy elevado. Por otro lado, su estado actual suele ser consecuencia también del desgaste sufrido cuando soportaban otros tráficos que ahora han desaparecido total o parcialmente de este tipo de líneas (principalmente tráficos de mercancías). Por último, hay que considerar que la imputación de un coste importante, como es el de una renovación de vía, a un bajo nivel de tráfico (como suele ocurrir en las líneas secundarias) daría lugar al establecimiento de unas cargas muy elevadas.

Por lo tanto, se recomienda imputar a los servicios ferroviarios regionales el nivel mínimo de tarificación en lo que a costes de mantenimiento y renovación se refiere (costes directamente relacionados con la circulación del tren ó costes marginales). Por lo tanto, del Canon de Circulación, el 10% se traspasará a los operadores, mientras que el 90% se subvencionará por parte de la administración pública responsable del servicio de transporte. Esta subvención se justificará a través de la compensación del Canon por Costes Externos.

### Costes de inversión

Los servicios ferroviarios regionales circulan por la red ferroviaria convencional. Como ya se ha comentado anteriormente, existen una serie de condicionantes (infraestructura ya amortizada, dificultad en conocer el valor patrimonial actual tras las mejoras realizadas a lo largo de su vida útil, elevado coste de la infraestructura ferroviaria, etc.) que desaconsejan imputar los costes de construcción de la infraestructura a los servicios regionales.

En cuanto a los costes de inversión asociados a las mejoras de la infraestructura ferroviaria (modernización del sistema de control de tráfico, electrificación, modernización de grandes terminales de viajeros, etc.), son tan elevados que no se recomienda su imputación a los servicios ferroviarios regionales. En ningún país de Europa se imputan los costes asociados a la construcción de la infraestructura a los servicios regionales. Un caso excepcional es Alemania, donde la elevadísima subvención que se traspasa a los gobiernos regionales (7,1 billones EUR en 2006) para el transporte ferroviario regional, hace que se les impute una parte de los costes de modernización de las líneas por las que circulan.

Según lo anterior, los costes de inversión en la red convencional atribuibles a los trenes regionales serán traspasados al gestor de la infraestructura desde la administración pública competente (normalmente, estos costes se incluyen en los planes generales de infraestructuras del transporte). La subvención del 100% del Canon del Contribución para los servicios regionales se justifica por su interés social y compensación por el Canon por Costes Externos.

### Costes de congestión

Los trenes regionales circulan por distintos tipos de líneas ferroviarias:

- Líneas secundarias: son líneas ferroviarias en las que predominan los tráficos regionales de viajeros, con pocas o ninguna circulación de larga distancia o de mercancías. Por lo general se trata de líneas no modernizadas y con baja densidad de tráfico.
- Líneas principales: son líneas en las que se prestan todo tipo de tráficos (cercanías, regionales, de larga distancia, mercancías, etc.). Normalmente, se trata de líneas que han sido modernizadas en sucesivas ocasiones y que soportan una elevada densidad de tráfico.

Según esto, respecto a los costes de congestión en línea:

- Servicios que circulan únicamente por líneas secundarias: en algunas ocasiones, las líneas de secundarias llegan directamente a las estaciones de primer orden, por lo que no se presentan problemas de congestión y no procede la imputación de costes de este tipo.
- Servicios que utilizan exclusivamente líneas principales: hay trenes regionales que circulan por líneas principales ofreciendo trayectos de menor longitud, mayor número de paradas y menor velocidad comercial que los servicios de larga distancia. De todos modos, su menor frecuencia de circulación hace que los costes de

congestión asociados sean mucho menos importantes que los correspondientes a los trenes de cercanías.

- Servicios que utilizan líneas principales y secundarias: en otras ocasiones, las líneas secundarias conectan en nudos ferroviarios con líneas principales, a través de las cuales acceden a las grandes ciudades. En dichos casos son de mucha mayor importancia los costes de congestión asociados a la circulación de los trenes regionales por las líneas principales.

Y respecto a los costes de congestión en las estaciones:

- El problema de falta de espacio en las estaciones para los trenes regionales solamente se va a presentar en aquellas estaciones de primer orden con problemas de capacidad. También hay que tener en cuenta que los servicios regionales suelen ser “trenes de jornada”, es decir, trenes que permiten el acceso a la ciudad desde los pueblos del entorno llegando por la mañana antes de las diez, y regresando a partir de media tarde. Estas llegadas y salidas a/desde las grandes ciudades en periodos punta podría suponer una cierta contribución a la congestión, pero su menor frecuencia hace que su consumo de espacio en las estaciones sea mucho menos importante que en el caso de los trenes de cercanías.
- Por otro lado, el uso de la capacidad en las estaciones de primer orden supone un coste de oportunidad que los operadores de servicios regionales no pueden asumir, al menos al mismo nivel que otros operadores que obtienen índices de cobertura mucho mayores (larga distancia, *AV*). Por ello, tal y como recomienda Nilsson (2002a), debe decidirse entre los agentes implicados la conveniencia de la imputación de este canon, teniendo en cuenta se trata de un servicio de interés social. En algunos países como España, los trenes regionales quedan excluidos del pago por la ocupación de la vía de andén en las estaciones.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los costes de congestión asociados y su carácter deficitario<sup>38</sup>, se propone que la administración pública responsable del transporte regional traspase a los operadores los recursos económicos necesarios para el pago de la totalidad del Canon por Capacidad, en base al carácter de servicio público de estos trenes y el ahorro de costes externos que suponen (compensación por Costes Externos).

El modelo de tarificación propuesto tiene puntos en común con los implantados en países como Alemania, Dinamarca, España, Francia e Italia, donde se exime (total o parcialmente) a los servicios regionales del pago por los costes de congestión teniendo en cuenta los condicionantes anteriormente comentados (interés social, servicios deficitarios, cierta flexibilidad en la programación, circulación por líneas de menores prestaciones, etc.).

#### Costes de accidentes y medioambientales

Al igual que en los trenes de cercanías, la disminución de costes externos derivada de la prestación de un servicio de transporte regional por ferrocarril en lugar de por carretera se tendrá en cuenta a través del Canon por Costes Externos. El canon resultante (negativo) se utilizará para compensar los Cánones por Circulación (90%), por Capacidad (100%) y de Contribución.

Esta reducción de los costes de infraestructura a imputar a los trenes regionales por compensación de externalidades está en pleno acuerdo con la política de transportes de la UE, recogida en documentos como el Libro Blanco del 2001 (CE, 2001a) y la Directiva 2001/14/CE.

#### **3.4.4.2. Nivel de tarificación para los servicios ferroviarios regionales**

El nivel de tarificación propuesto para los servicios ferroviarios regionales que circulan por la red ferroviaria convencional se basa en los costes más relacionados con el uso de

---

<sup>38</sup> Por ejemplo, según los cálculos realizados en la aplicación del canon en España según la OM 2005 y en García (2005), el canon por capacidad supone aproximadamente la mitad del canon total a pagar por un tren regional convencional.

la infraestructura. Así pues, se imputan al operador los costes marginales de mantenimiento y renovación de vía, más los costes de mantenimiento y explotación del sistema de tracción, gestión y control del tráfico ferroviario y estaciones. Parte de los costes de mantenimiento y renovación, así como los costes asociados a la modernización de las instalaciones y congestión deben ser soportados por las administraciones públicas implicadas. Según esta selección de costes, este modelo recaudaría de los operadores en torno al 15 % de los costes asociados a la infraestructura ferroviaria.

En definitiva, se recomienda una baja imputación de costes a los servicios regionales, teniendo en cuenta que, por lo general, se trata de servicios deficitarios subvencionados por administraciones públicas debido a su carácter de servicio público y que una elevación de los costes no haría sino empeorar su índice de cobertura y con ello comprometer su continuidad. También se ha tenido en cuenta el interés social de estos servicios, que suele estar relacionado con la mejora de la accesibilidad al territorio y la promoción de alternativas de transporte a la carretera. Por otro lado, la subvención de costes de infraestructura a los servicios ferroviarios regionales se justifica también a través de la compensación por el ahorro de costes externos que suponen.

La selección de costes propuesta para los trenes regionales está avalada por la política de transportes de la *UE* que, en su Directiva 2001/14/CE, apoya la liberación de cargas por el uso de la infraestructura a los servicios ferroviarios de ámbito regional.

### **3.4.5. Servicios ferroviarios convencionales de larga distancia**

Normalmente, los trenes de larga distancia atienden relaciones ferroviarias de 300 a 1.500 km de longitud. En este apartado se van a tratar aquellos servicios ferroviarios que cubren grandes distancias a lo largo de la red ferroviaria convencional. Debido a su longitud de viaje, estos servicios ferroviarios sufren una gran competencia del autobús y automóvil (sobre todo en distancias de hasta 600 km), e incluso del avión.

Existen una serie de condicionantes que favorecen la rentabilidad económica de estos servicios de transporte:

- Atienden relaciones entre ciudades importantes que originan una elevada demanda de viajes.
- Normalmente circulan por líneas principales de la red ferroviaria. Estas líneas suelen ofrecer buenas prestaciones, ya que a lo largo de su historia se han visto sometidas a sucesivas modernizaciones. Este tipo de infraestructuras permiten ofrecer servicios de transporte más rápidos, seguros y fiables que las líneas de la red secundaria.
- Suelen realizarse con material móvil de prestaciones también adecuadas (velocidad máxima superior a 100 km/h, confort y servicios a bordo, etc.).

La posibilidad de alcanzar la rentabilidad económica<sup>39</sup> no ha escapado a la política de transportes de la *UE* en su afán de que disminuyan las aportaciones presupuestarias estatales a las compañías ferroviarias y de velar por la libre competencia en el mercado del transporte, lo que en la práctica se ha traducido en la prohibición de subvencionar los costes de explotación de los servicios ferroviarios de viajeros de larga distancia. Por otro lado su potencial de rentabilidad hace a estos servicios ferroviarios menos sensibles a la fijación del canon por encima de los costes marginales.

### **3.4.5.1. Selección de costes imputar a los servicios ferroviarios convencionales de larga distancia**

#### Costes por la utilización de estaciones

Normalmente, los trenes de larga distancia paran en todas las estaciones de primer orden, así como en las estaciones secundarias de mayor importancia. Por lo general, las estaciones de primer orden disponen de servicios específicos para los viajeros de larga distancia (salas de espera adecuadas, servicio de atención al cliente, etc.), mientras que en las estaciones secundarias cuentan con unas instalaciones y servicios mucho más limitados que son compartidos por todos los tráficos que en ellas operan. Por lo general, todas las estaciones en las que tienen parada estos trenes están abiertas de cara a su intervención en la circulación y atención al viajero, por lo que generan unos costes

---

<sup>39</sup> Por ejemplo, la *UN* de Grandes Líneas, prestadora de los servicios ferroviarios de viajeros de larga distancia en España, alcanza un índice de cobertura cercano al 90 % (*RENFE*, 2005), existiendo planes para alcanzar superávit en ejercicios cercanos mediante la mejora de la oferta y de la productividad. Hay que señalar que esta cifra no incluye los costes de inversión de la infraestructura.

importantes. Por ello se considera que los servicios de larga distancia deben soportar los costes de mantenimiento y explotación que generan en las estaciones. Así pues, el Canon por el Uso de las Estaciones de Viajeros debe imputarse en su totalidad a los trenes convencionales de larga distancia.

#### Costes por Sistema de Tracción

Al igual que ocurre con los servicios regionales, el sistema de tracción en los trenes de larga distancia viene condicionado por la infraestructura (línea electrificada o no). Por lo general, los trenes de larga distancia circulan con locomotora eléctrica en líneas electrificadas y con locomotora diesel en líneas no electrificadas, para lo cual realizan los pertinentes cambios de tracción. Por otro lado, también hay numerosas unidades de tren (en su mayoría eléctricas) adscritas a servicios de larga distancia.

Una vez visto que los trenes de larga distancia utilizan habitualmente ambos tipos de tracción, se propone la imputación de los costes de mantenimiento y explotación de las instalaciones y de personal adscritos al sistema de electrificación y a los puntos de suministro de gasoil (imputación del 100% del Canon por Sistema de Tracción).

#### Costes de gestión y control del tráfico

Este coste común necesario para todos los tráficos debe imputarse también a los servicios de larga distancia (imputación del 100% del Canon por Gestión del Tráfico).

#### Costes de mantenimiento y renovación

Debido a la mayor rentabilidad económica de los servicios de larga distancia y a la mayor calidad de las líneas por las que normalmente circulan (respecto a los servicios regionales), se propone imputarles la totalidad de los costes de mantenimiento y renovación. Por lo tanto, los operadores de servicios ferroviarios de larga distancia deben pagar el 100% del Canon por Circulación.

### Costes de inversión

En general, no se considera adecuada la imputación de los costes de inversión en la construcción y modernización de la red ferroviaria a los servicios ferroviarios de larga distancia convencionales por las siguientes razones:

- Circulan por la red convencional, cuyo valor patrimonial actual es difícil de calcular y además, puede considerarse (al menos, en gran parte), amortizada.
- Debido a la gran magnitud de estos costes, su imputación haría inviable la prestación de estos servicios, lo que supondría un traspaso de tráfico a medios de transporte más costosos desde el punto de vista de la congestión, accidentes, contaminación atmosférica, etc.
- Ya se está tarifando por encima de los costes marginales a los trenes de larga distancia (en el Canon de Circulación); un nuevo incremento de imputación de costes sobre los costes marginales se considera excesivo.
- El transporte por carretera no paga (al menos, directamente) por los costes de construcción y mejora de la red de carretera.
- Los costes de inversión no son costes de explotación del servicio de transporte, y por ello pueden ser subvencionados, de acuerdo con la política de transportes de la UE.

Los costes de inversión asociados a los trenes de larga distancia que circulan por la red convencional deberían ser aportados por los presupuestos generales del Estado, a través de los planes generales de infraestructuras del transporte. Esta subvención se justifica en el sistema de tarificación propuesto a través de la compensación de costes que se deriva del Canon por Costes Externos.

### Costes de congestión

Los servicios ferroviarios de larga distancia circulan por líneas de la red principal en las que suelen darse conflictos por uso de la capacidad disponible debido a la mezcla de tráfico y operadores (cercanías, regionales, larga distancia, mercancías, etc.). Los tramos más conflictivos suelen ser los accesos a las grandes ciudades (por la gran intensidad y variedad de tráfico) y los puertos de montaña (que generalmente cuentan con vía única). Estos trenes suelen tener prioridad sobre el resto, lo que genera costes

adicionales (prioridad en el proceso de asignación de surcos, consumo de surcos de gran calidad y aumento del tiempo de viaje por paradas técnicas para el resto de tráfico).

El problema del consumo de capacidad en estaciones por parte de los trenes de larga distancia solamente se va a presentar en las estaciones de primer orden, que son las que suelen estar congestionadas. El grado de congestión de estas grandes terminales de viajeros varía a lo largo del día, por lo que es preciso analizar cuándo son utilizadas por los trenes de larga distancia para ver la importancia del coste que generan. Para comenzar este análisis hay que tener en cuenta que los estos trenes pueden ser diurnos o nocturnos. Los trenes nocturnos suelen salir de las grandes terminales de viajeros a última hora de la tarde (periodo valle), para llegar a primera hora de la mañana (periodo punta), con el objetivo de viajar durante toda la noche y así evitar a los viajeros una pernoctación en hotel. Respecto a los servicios diurnos, predominan las salidas y llegadas hasta media mañana (periodo punta–valle) y a partir de media tarde (periodo valle-llano). Además, los trenes de larga distancia suelen utilizar durante largos periodos de tiempo las vías de andén, puesto que el acceso y salida de los viajeros es más lento (por las menores condiciones de accesibilidad de las puertas de estos trenes y la importancia del equipaje que llevan los viajeros) y, en algunos casos, realizan algún tipo de maniobra (cambio de locomotora, adición ó segregación de coches, etc.). Por lo tanto, queda claro que los servicios ferroviarios de larga distancia consumen una parte importante de la capacidad disponible en las grandes terminales de viajeros y debe imputárseles este coste.

Debido a la importancia de la capacidad consumida en estaciones de primer orden y a la menor sensibilidad al incremento de costes vía canon de estos servicios de transporte, se propone la imputación de la totalidad de los costes de congestión en las estaciones a los trenes de larga distancia (a pagar a través del Canon por Capacidad).

Por lo tanto, debido a que utilizan líneas y estaciones en las que suelen producirse problemas de congestión, a que generan un consumo de capacidad importante y a que se considera que por su potencial de rentabilidad pueden soportarlo, se propone la imputación de los costes de congestión a los trenes de larga distancia. Por lo tanto, los operadores de servicios ferroviarios de larga distancia deben pagar el 100% del Canon por Capacidad.

### Costes de accidentes y medioambientales

Los efectos que sobre el entorno supone que una determinada demanda de transporte de larga distancia sea atendida por el ferrocarril con respecto a la carretera se tendrán en cuenta a través del balance de costes externos en que se basa el Canon por Costes Externos. El ahorro de costes resultante se utilizará para justificar la financiación de los costes de la infraestructura ferroviaria no imputados a los operadores de larga distancia (costes de inversión).

#### **3.4.5.2. Nivel de tarificación para los servicios ferroviarios convencionales de larga distancia**

El carácter rentable (o por lo menos, mucho más cercano a la cobertura de costes que los servicios de cercanías y regionales) de estos servicios de transporte permite aplicar un nivel de tarificación a través del cual se recuperen, además de los costes marginales, algunos costes fijos.

De todos modos, respecto a la elevación de las cargas para los servicios ferroviarios de larga distancia no hay que olvidar que:

- En general, la gran magnitud de los costes de inversión en modernización y mejora desaconseja su imputación.
- Respecto a la utilización de los PR para incrementar la recuperación de costes hay que tener en cuenta que, en ocasiones, las líneas con mayor demanda de transporte (de las cuales puede recuperarse un mayor nivel de costes) forman parte de itinerarios internacionales. En esos casos puede ocurrir que los gestores de los respectivos países aprovechen dichas líneas para obtener financiación adicional mediante el aumento de las cargas en las mismas, resultando que el canon total a pagar por pasar por varios países sea inasumible para el operador, cesando el tráfico. En consecuencia, el incremento de las cargas variables en los trayectos internacionales debe ser moderado, y siempre teniendo en cuenta el coste total del itinerario a cubrir, lo cual requiere coordinación entre los gestores. Otra medida para no sobrecargar con costes de infraestructura los itinerarios internacionales es recurrir a las ayudas financieras (de hasta el 20%) que la UE ofrece en Libro Blanco de 2001

(CE, 2001a) para la mejora de las líneas ferroviarias internacionales incluidas en la *RTTFM*.

Resumiendo, el nivel de tarificación para los trenes de larga distancia que circulan por la red convencional se incrementa con respecto a los trenes de cercanías y regionales, al imputarles la totalidad de los costes incluidos en los Cánones por Circulación y por Capacidad, debido a su potencial de rentabilidad económica y a los costes de congestión generados.

Respecto al resto de cánones, se les sigue imputando los relacionados con la explotación del servicio (Canon por Gestión del Tráfico, por Sistema de Tracción y por Estaciones), mientras que el Canon de Contribución debe transmitirse al gestor de la infraestructura desde los presupuestos generales del Estado. Esta subvención puede justificarse (a través del Canon por Costes Externos) como compensación por el ahorro de costes externos que los trenes de larga distancia suponen.

Teniendo en cuenta la selección de costes imputados a los trenes de larga distancia convencionales, el nivel de cobertura del canon propuesto debe situarse entre el 15% y el 40%.

El sistema de canon propuesto para los servicios ferroviarios convencionales de larga distancia está en concordancia con la política de transportes de la *UE*, que en su Directiva 2001/14/CE permite fijar las cargas por el uso por encima de los costes marginales cuando los operadores puedan soportarlo.

#### **3.4.6. Servicios ferroviarios de alta velocidad**

Se tratan en este apartado aquellos servicios ferroviarios que realizan su viaje (total o parcialmente) por las líneas de *AV*. En cuanto al material móvil, utilizan trenes (generalmente, unidades de tren eléctricas) capaces de alcanzar velocidades superiores a los 200 km/h y que ofrecen una gran variedad de servicios de calidad a bordo (atención al cliente, restauración, vídeo, cobertura telefónica e internet). Por lo tanto, teniendo en cuenta los aspectos anteriores, son los servicios ferroviarios de mayores prestaciones.

Unen importantes ciudades con ninguna o escasas paradas de origen a destino en itinerarios de gran movilidad, por lo que tienen garantizada una elevada demanda. A esta demanda se le une además la demanda inducida, que es la movilidad generada por la puesta en marcha de un servicio de transporte de mayor calidad que el preexistente (en este caso, una línea de *AV*)<sup>40</sup>.

De la descripción anterior se deduce que, si ya los servicios ferroviarios convencionales de larga distancia podían ser rentables, esta posibilidad aumenta en el caso de los servicios de *AV*<sup>41</sup>. De hecho, y según las directrices políticas de la *UE*, los servicios de *AV* tampoco son subvencionables (en lo referente a la explotación comercial del servicio) por las administraciones públicas.

Antes de seguir adelante, conviene hacer una diferenciación entre los servicios ferroviarios prestados en las líneas de *AV* de nueva construcción en función de la distancia de viaje (que en este sector del transporte ferroviario suele medirse en términos de tiempo) y red o redes ferroviarias que utilizan.

- Servicios de larga distancia que circulan exclusivamente por la red de *AV*: la duración del viaje oscila entre dos y cuatro horas (lo que equivale a unas distancias máximas de 400-800 km). Se utilizan unidades de tren eléctricas capaces de alcanzar una velocidad máxima superior a los 250 km/h. Normalmente, el tiempo de viaje en estos itinerarios es similar al del avión, competidor más directo de estos servicios ferroviarios, aunque en distancias por debajo de los 500 km también son objeto de una competencia importante por parte de autobús y automóvil.
- Servicios de larga distancia que circulan por la red de *AV* y la convencional. Muchas veces las líneas de *AV* no ofrecen itinerarios completos entre el origen y el destino del servicio ferroviario a prestar. Esto ocurre cuando se realizan grandes variantes

---

<sup>40</sup> Según J. L. Martín, Director Gerente de *AV RENFE*, la puesta en servicio de la línea de *AV* Madrid-Sevilla generó una demanda inducida (viajeros que no se hubiesen desplazado en caso de no existir el tren de *AV*), que en los primeros tiempos se situó en torno al 34% de los viajeros totales, y que hoy día son clientes consolidados (Menéndez, s/f).

<sup>41</sup> Sirva como ejemplo que el índice de cobertura de la *UN* de *AV* de *RENFE* asciende al 124,7% (*RENFE*, 2005), aunque hay que matizar que se trata de rentabilidad en la explotación del servicio, sin imputarle los costes de inversión (amortización e intereses), ni de mantenimiento de la infraestructura.

de trazado pero se siguen utilizando las líneas convencionales para acceder a las grandes ciudades, o cuando se van poniendo en servicio nuevas líneas de *AV* por tramos y se enlazan con la red convencional para poder utilizarlas antes de que estén terminadas en toda su longitud. Los trenes que circulan por ambas redes no alcanzan velocidades máximas superiores a los 250 km/h ya que como parte de su recorrido lo realizan sobre la red ferroviaria convencional (que suele admitir como máximo 160 km/h), no utilizan material móvil de tan altas prestaciones como los servicios de *AV* puros, que estaría infrautilizado en dichos tramos. El material móvil utilizado para estos servicios es de rodadura desplazable para poder variar su ancho de vía, por lo que en sus viajes pasarán (por lo general una sola vez) por un cambiador de ancho.

- Servicios de *AV* de media distancia: cumplen una misión similar a los servicios ferroviarios regionales convencionales en las líneas principales, es decir, ofrecer servicios de transporte de menor velocidad (utilizan trenes que alcanzan una velocidades de hasta 250 km/h), media distancia (en torno a una hora y media de tiempo de viaje; 200 km de distancia máxima) y mayor número de paradas que los trenes de larga distancia. Estos trenes captan la demanda de las estaciones secundarias de las líneas de *AV*, en las cuales no tienen parada los servicios más rápidos, y por lo tanto, atienden a una demanda menor que los anteriores.

Teniendo en cuenta la mencionada rentabilidad de la explotación de los servicios de *AV* y la calidad de las infraestructuras puestas a su disposición, se considera que pueden soportar un nivel de tarificación por encima de los costes marginales (y por encima de los trenes de larga distancia convencionales), por lo que se van a fijar algunos de los cánones por encima del nivel mínimo de tarificación. Dicho incremento será menor para los trenes de menores prestaciones (*AV* de media distancia y trenes que utilizan también la red convencional).

### **3.4.6.1. Selección de costes imputar a los servicios ferroviarios de AV**

Se justifica a continuación la selección de costes a imputar a los servicios ferroviarios de AV. Si no se hace ninguna distinción, los argumentos expuestos son válidos tanto para los trenes de larga distancia como para los de media distancia.

#### Costes de estaciones

Además de los servicios e instalaciones tradicionales, las estaciones y terminales de AV ofrecen una gran variedad de servicios a los viajeros (salas de espera exclusivas y de gran confort para los viajeros de AV, atención al viajero hasta el mismo andén con azafatas/os en los puntos de acceso y en los propios andenes, numerosos controles de seguridad, etc.). Todos estos servicios provocan que la explotación de las estaciones de AV generen unos costes muy importantes, por lo que se considera que los trenes de AV deben pagar la totalidad de los mismos (100% del Canon por el Uso de Estaciones).

#### Costes por Sistema de Tracción

Puesto que todas las líneas de AV de nueva construcción se encuentran electrificadas, los servicios de AV se prestan con trenes eléctricos.

Al igual que ocurre con la vía, la catenaria de una línea de AV debe estar en óptimas condiciones resistentes y geométricas para garantizar la explotación del servicio con seguridad y fiabilidad. Por ello son habituales las labores de auscultación de la catenaria en este tipo de líneas (mantenimiento preventivo). El coste generado por la auscultación, junto con otras operaciones de mantenimiento y la explotación del sistema debe ser traspasado a los operadores que utilizan este tipo de infraestructuras (imputación de la totalidad del Canon por Sistema de Tracción).

### Costes de gestión y control de tráfico

Los trenes de *AV* necesitan de sofisticados sistemas de control de tráfico<sup>42</sup> y comunicaciones, diseñados específicamente para este tipo de tráfico. La validación (a través de periodos de pruebas y ensayos) y operación de los mismos generan importantes gastos que deben ser asumidos por los operadores de servicios de *AV* (imputación de la totalidad del Canon por Gestión del Tráfico).

### Costes de mantenimiento y renovación

Respecto a los costes de mantenimiento y renovación de las líneas de *AV* hay que decir que, si bien en las líneas de ferrocarril convencionales las mayores partidas se destinan a intervenciones puntuales de cara a restablecer las características óptimas de la infraestructura (sustitución de materiales, bateo y nivelación de la vía, etc.), en las líneas de *AV* los gastos de mantenimiento más importantes se refieren a auscultación y mantenimiento periódico de la vía (de cara a garantizar la seguridad cuando se circula a gran velocidad), siendo los costes de renovación relativamente pequeños debido al corto tiempo de vida que generalmente tienen estas infraestructuras. Aún así, debido a las operaciones diarias de auscultación y mantenimiento preventivo que se realizan, sus costes de mantenimiento pueden llegar a ser mayores que en las líneas convencionales, en las que a veces se descuidan estas labores.

Por su rentabilidad económica y la importancia de los costes de mantenimiento que genera, se propone la imputación total de los costes de mantenimiento a los trenes de *AV* (pago del 100% del Canon por Circulación).

### Costes de inversión

Existen razones importantes para pensar que el canon aplicable a los trenes de *AV* puede financiar parte del coste de construcción de la infraestructura ferroviaria: rentabilidad en la explotación de los servicios, infraestructura no amortizada y conocimiento del valor

---

<sup>42</sup> Actualmente, el ERTMS (European Railway Traffic Management System, o Sistema Europeo de Gestión del Tráfico Ferroviario) es el sistema interoperable que se está instalando en las líneas de *AV* europeas. Este sistema tiene tres versiones (niveles 1, 2 y 3) que ofrecen prestaciones crecientes (en cuanto a velocidad, capacidad de transporte y seguridad).

de la misma debido a su reciente construcción. En la práctica (sistemas de tarificación analizados en Europa) se reconocen estas circunstancias y se traspasan a los operadores de *AV* algunos de los costes de inversión, como los intereses que soporta el gestor, la financiación de mejoras o una parte de la amortización, recayendo el resto sobre los presupuestos del Estado.

Por lo tanto, se propone que los servicios de *AV* puros paguen una parte de los costes de inversión en las líneas de *AV*. La contribución a la financiación de estas infraestructuras se va a fijar teniendo en cuenta el incremento del canon que pueden soportar en función de las prestaciones que ofrecen (como aproximación al beneficio que pueden obtener por el uso de la infraestructura).

- Trenes de larga distancia que circulan exclusivamente por la red de *AV*: se considera que, debido a que ofrecen las mayores prestaciones de velocidad y confort, son los que mayores beneficios pueden obtener, por lo que se les imputa el nivel máximo de costes de inversión. El nivel máximo se fija en el 20% (se recuerda que el nivel máximo de recuperación de costes de inversión que se ha encontrado corresponde a la planificación económica de la *OM* 2003) .
- Trenes de larga distancia que circulan tanto por la red de *AV* como por la convencional y trenes media distancia que circulan por la red de *AV*: por ofrecer menores prestaciones y atender a una menor demanda que los anteriores, se considera que pueden soportar un menor incremento del canon, por lo que se les imputa el 10% de los costes de inversión.

La recuperación de costes de inversión en líneas de *AV* de la red transeuropea de transporte se realizará de acuerdo con lo dicho para los trenes convencionales internacionales es decir, limitando el incremento de las cargas y sin perder de vista el canon resultante de origen a destino en un itinerario internacional completo.

### Costes de congestión

Las altas prestaciones que ofrecen las líneas de *AV* (doble vía electrificada, cuidado mantenimiento, sofisticado sistema de control de tráfico, etc.) les permiten soportar elevados niveles de tráfico.

	<b>Velocidad máxima</b>	<b>Intervalo entre trenes (línea con doble vía)</b>
<b>ERTMS Nivel 1</b>	300 km/h	5' 30''
<b>ERTMS Nivel 2</b>	350 km/h	2' 30''
<b>ERTMS Nivel 3</b>	>350 km/h	<2' 30''

*Nota: el ERTMS nivel 3 está todavía en fase de desarrollo*

Fuente: Calvo et al (2006)

**Tabla 44. Capacidad de transporte de las líneas de *AV* según el nivel del ERTMS**

Sin embargo, esto no quiere decir que estén libres de conflictos por el uso de la capacidad de transporte que ofrecen. Los problemas de capacidad en las líneas de *AV* surgen cuando el nivel de tráfico se acerca a la capacidad máxima de la infraestructura, cuando distintos operadores quieran utilizar el mismo surco<sup>43</sup>, o cuando la línea se utilice para tráficos de diferentes características, como trenes de viajeros de menor velocidad o trenes de mercancías (algo mucho más inusual y que, en la práctica sólo ocurre en algunas líneas de *AV* alemanas).

Por otro lado, algunas estaciones y terminales de *AV* sufren problemas de congestión. Esto se debe a dos razones: el uso compartido con otros tráficos y la rápida expansión de los servicios de *AV* con la inauguración de nuevas líneas y la posibilidad de nuevas relaciones.

Por ello, los trenes de *AV* deben pagar por la capacidad de transporte que consumen (100% del Canon por Capacidad).

---

<sup>43</sup> Hay que tener en cuenta que la rentabilidad de estos servicios los hace susceptibles de ser prestados en régimen de libre competencia.

### Costes de accidentes y medioambientales

Como contribución a la sostenibilidad global del sistema de transportes, los servicios ferroviarios de *AV* se beneficiarán de la compensación por el ahorro de costes externos que suponen con respecto a otros medios de transporte. Así pues, la imputación del Canon por Costes Externos servirá para justificar, al menos, parcialmente, los costes de inversión no pagados por los operadores.

#### **3.4.6.2. Nivel de tarificación para los servicios ferroviarios de alta velocidad**

Se propone utilizar los precios de Ramsey para modular el canon de los trenes que circulan por líneas de *AV*. La rentabilidad de estos servicios de transporte y la gran calidad de las infraestructuras que utilizan permiten aumentar el nivel de recuperación de costes.

Según lo anteriormente expuesto, los operadores de servicios ferroviarios de *AV* deberán pagar la totalidad de los costes de mantenimiento, sistema de tracción, de control de tráfico, estaciones y congestión (imputación total de los Cánones de Circulación, Sistema de Tracción, Gestión del Tráfico, Estaciones y Capacidad).

El coste de construcción de la infraestructura no se imputará en su totalidad. El porcentaje imputado dependerá de la velocidad máxima del tren, parámetro relacionado con la elasticidad con respecto al precio por el uso de infraestructura, ya que los trenes más rápidos son los que mejores prestaciones ofrecen y mayor demanda pueden captar, y por lo tanto, los que mayores beneficios generan (a mayor beneficio, menor sensibilidad a un aumento de costes). Así pues, la imputación de costes de inversión queda como sigue: un 20% para los trenes de larga distancia que circulan exclusivamente por la red de *AV* y un 10% para los trenes de *AV* de media distancia o que circulan también por la red ferroviaria convencional.

La subvención de los costes de inversión no cubiertos con esta propuesta de tarificación puede justificarse, al menos en parte, como compensación por su contribución a un sistema de transportes sostenible (balance del Canon por Costes Externos).

Debido a la inclusión de todos los costes (excepto parte de los costes de inversión) en la propuesta de tarificación para los trenes de *AV*, el nivel de cobertura del sistema de tarificación puede situarse en torno al 60 %.

El sistema de canon propuesto para los servicios ferroviarios de *AV* puros está en concordancia con la política de transportes de la *UE*, que en su Directiva 2001/14/CE permite fijar las cargas por el uso por encima de los costes marginales cuando los operadores puedan soportarlo.

Debido a las muchas características en común que presentan, el nivel de tarificación a aplicar a los trenes de *AV* de larga distancia cuando circulen por la red convencional será el de los trenes de larga distancia convencionales, incluyendo además, el correspondiente Canon por Cambiador de Ancho.

### **3.4.7. Servicios ferroviarios de mercancías**

Los trenes de mercancías unen importantes centros de producción entre sí y con los principales centros de consumo. Suelen circular a velocidades máximas situadas en torno a los 100 km/h y pueden suponer una buena alternativa al transporte por carretera a partir de los 300-400 km. Los principales condicionantes a tener en cuenta a la hora de establecer el nivel de tarificación para los servicios ferroviarios de mercancías son:

- Salvo contadas excepciones<sup>44</sup>, circulan por la red ferroviaria convencional.
- Según la política de transportes de la *UE*, tienen que cubrir los costes de explotación del servicio.
- Sufren de una fuerte competencia por parte de la carretera, que tiene como principales ventajas la posibilidad de ofrecer transporte puerta a puerta y la facilidad para establecer tráfico internacional debido a la continuidad de la red de

---

<sup>44</sup> En Alemania, algunas líneas de *AV* son de tráfico mixto. También existen algunos nuevos enlaces internacionales previstos para tráfico mixto, como la línea Figueras-Perpiñán en España o los nuevos túneles transalpinos en Suiza.

carreteras. Como desventajas del transporte de mercancías por carretera hay que citar su gran generación de costes internos (deterioro de la infraestructura) y externos (principalmente accidentes, contaminación y congestión).

- Debido a la comprometida situación económica del transporte ferroviario de mercancías alcanza, como mucho, a cubrir gastos<sup>45</sup>.
- Para aumentar la eficiencia del transporte de mercancías (sector del transporte en el que el ferrocarril produce casi seis veces menos de costes externos que la carretera), la UE aprueba el establecimiento de medidas relacionadas con la tarificación de la infraestructura que promuevan el trasvase de tráfico de la carretera al ferrocarril (financiación cruzada carretera-ferrocarril, inclusión de los costes externos para todos los modos o disminución del canon en función de los costes medioambientales, accidentes, etc. que la carretera no paga).

### **3.4.7.1. Selección de costes a imputar a los servicios ferroviarios de mercancías**

#### Costes de las estaciones

Hoy en día los tráfico de mercancías suelen utilizar estaciones independientes de las de viajeros, principalmente estaciones de clasificación y estaciones intermodales. En las estaciones de clasificación se fraccionan los trenes que llegan y los vagones se clasifican para formar nuevos trenes según los destinos. En las estaciones intermodales se produce el trasbordo de mercancías del ferrocarril a otros modos de transporte. La utilización de estas instalaciones para estacionamiento, maniobras, carga y descarga genera unos costes de mantenimiento y operación que deben ser imputados a los

---

<sup>45</sup> Debido a que en Europa desde principios de los años noventa (sobre todo a partir de la promulgación de la Directiva 91/440/CE), la actividad del transporte de mercancías por ferrocarril dejó de tener el carácter de servicio público, las compañías ferroviarias nacionales redujeron costes y aumentaron productividad en el transporte de mercancías. Este proceso les ha llevado a que actualmente, este tipo de negocio se encuentre cercano al equilibrio presupuestario en muchos países de la UE (79,9 % en España, según el informe de *RENFE* 2005, aunque esta cifra incluye también el resultado de la explotación de las estaciones de mercancías), e incluso esté obteniendo un margen de beneficios en alguno de ellos (la compañía ferroviaria nacional francesa SNCF obtuvo en 2004 cien millones de euros de beneficios por el transporte de mercancías; este buen resultado se debió en parte a la reducción de personal y al cierre de numerosas estaciones de mercancías (del Val, 2005).

operadores según el uso (imputación del 100% del Canon por Uso de las Estaciones de Mercancías).

#### Costes por Sistema de Tracción

Tanto la tracción diesel como la eléctrica son adecuadas para el remolque de trenes mercantes. Ahora bien, cuando la línea está electrificada, la mayor potencia y menores costes generados por las locomotoras eléctricas las hacen mucho más eficientes, por lo que los trenes de mercancías suelen utilizar tracción eléctrica en las líneas electrificadas (y diesel en el resto).

Así pues, según el sistema de tracción utilizado (eléctrica o diesel), los trenes de mercancías deben pagar por los costes que la explotación y el mantenimiento del sistema de suministro de dichas fuentes de energía (pago de la totalidad del Canon por Sistema de Tracción).

#### Costes de gestión y control del tráfico ferroviario

El hecho de que los trenes de mercancías circulen habitualmente por líneas convencionales de tráfico mixto y en muchas ocasiones con problemas de congestión, hace que sea necesario un eficiente sistema de control de tráfico de cara a garantizar la seguridad y el máximo aprovechamiento de la capacidad de la línea. Por lo tanto, los servicios de mercancías deben pagar proporcionalmente a su tráfico este coste común de la infraestructura ferroviaria (imputación del 100% del Canon por Gestión del Tráfico).

#### Costes de mantenimiento y renovación

Debido a condicionantes económicos (resultado de la explotación de los servicios en torno al beneficio nulo) y sociales (producción de una sexta parte de los costes externos con respecto a la carretera), se propone traspasar a los operadores de mercancías los costes marginales de mantenimiento y renovación. Así pues, los trenes de mercancías deben pagar el 10% del Canon de Circulación, debiendo subvencionar el resto los presupuestos generales del Estado, por su gran contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte. Esta subvención se justifica en la metodología por medio de la compensación del Canon por Costes Externos.

Esta propuesta está en completa concordancia con las directrices de la Conferencia Europea de Ministros de Transporte, que recomienda la tarificación a costes marginales (incluyendo la renovación de la vía) para los servicios ferroviarios de mercancías (ECMT, 2005a).

#### Costes de inversión

Se descarta la elevación del canon para financiar la construcción y mejora de la red ferroviaria en el caso de los trenes de mercancías debido a las siguientes razones:

- El transporte de mercancías es un sector muy competitivo y elástico: el incremento de costes que para el ferrocarril supondría la imputación de la financiación de infraestructuras ocasionaría importantes pérdidas de tráfico.
- La disminución de la cuota de transporte por ferrocarril en el reparto modal supone por lo general una transferencia de tráfico a la carretera, modo mucho menos eficiente.
- En muchas ocasiones las líneas con más demanda son parte de itinerarios internacionales. Si los sistemas de tarificación de los respectivos países basan su recuperación de costes de inversión en la elevación de cargas en estas líneas, el canon total a pagar por un tren internacional de mercancías puede resultar tan elevado que haga inviable económicamente la actividad del operador en dicho corredor de transporte.
- Puede dar lugar al establecimiento de cánones muy distintos en cada país, dependiendo de su criterio de financiación, por lo que la Directiva 95/19/EC propuso el establecimiento de cargas uniformes en las líneas de la *RTTFM* de Transporte de Mercancías.

A estos condicionantes hay que añadir que normalmente los trenes de mercancías circulan por la red ferroviaria convencional, por lo que debido a las mismas razones que en los tráfico de cercanías y convencionales de larga distancia y regionales, no se recomienda la imputación de los costes de construcción. Respecto a las actuaciones de mejora y modernización de la red ferroviaria relacionadas con los tráfico de mercancías, pueden citarse:

- Electrificación de líneas: las líneas principales se encuentran electrificadas en su mayoría, y en las secundarias el ahorro en la explotación no justifica la elevada inversión inicial que supone la electrificación, por lo que en general estas actuaciones no suelen ser habituales.
- Actuaciones de mejora que aumentan la capacidad de transporte de la línea y de las que se benefician en gran medida los trenes de mercancías son la instalación de un sistema de control de tráfico más eficiente, el refuerzo de puentes, el aumento de longitud de las vías de apartado y la ampliación y modernización de las estaciones de mercancías.

La práctica habitual en Europa es la no imputación del costes de inversión a los trenes de mercancías; ni de líneas, ni de estaciones, sino que cuando se trata de mejorar infraestructuras clave para el transporte de mercancías por ferrocarril la financiación corre a cargo de los presupuestos de las administraciones públicas y Fondos Europeos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la experiencia europea y el objetivo de sostenibilidad del sistema del transporte en su conjunto, se recomienda la no imputación de los costes de modernización y mejora de la infraestructura ferroviaria a los trenes de mercancías.

Por las consideraciones anteriormente expuestas, se propone que los costes de inversión asociados a los trenes de mercancías sean soportados por financiación pública (presupuestos nacionales y de la *UE*), como compensación por su contribución a la sostenibilidad del sistema de transportes. Esta propuesta puede justificarse a través de la aplicación del Canon por Costes Externos.

### Costes de congestión

Si hay un tipo de tráfico que sufre especialmente los problemas de congestión en la red ferroviaria convencional, es el de mercancías. Esta situación es consecuencia de que la práctica habitual en Europa es que los trenes de viajeros tengan preferencia de paso sobre los mercantes, lo que supone elevados tiempos de espera en estaciones intermedias para la realización de cruces y adelantamientos que alargan (y en muchas ocasiones retrasan) los tiempos de viaje de los trenes de mercancías. Otro motivo del incremento de los tiempos de viaje de los mercantes es el hecho de que normalmente se

les detenga a la entrada de tramos congestionados hasta que llegue un periodo de baja demanda.

Los trenes de mercancías consumen mucha capacidad en línea, ya que normalmente circulan a una velocidad máxima de 100 km/h. Este gran consumo de capacidad unido a la dificultad de pagar por ella suponen grandes barreras para que los trenes de mercancías puedan optar a algunos surcos fuera de las horas valle (que se corresponden con la noche y algunas horas sueltas a lo largo del día). Normalmente los trenes de mercancías realizan la mayor parte de su recorrido por la noche, ya que al circular pocos trenes de viajeros, hay mucha capacidad disponible. Pero esto no quiere decir que, en determinadas situaciones, no sea necesario el reconocimiento de algún tipo de prioridad para estos trenes si se quiere conseguir un mínimo de calidad en el servicio. Hay dos situaciones clave en las que los servicios ferroviarios de mercancías deben tener la opción de optar a una cierta capacidad, al menos durante las horas llano:

- Líneas situadas en el entorno de las grandes ciudades. El acceso a algunas estaciones intermodales y polígonos industriales situados dentro de áreas metropolitanas o el tránsito a través de las ciudades (que, a diferencia de la carretera, la mayoría carecen de líneas de circunvalación) se encuentra muy restringido para los trenes de mercancías, debido a los problemas de congestión existentes en estas zonas.
- Líneas con tramos congestionados. Normalmente coinciden con puertos de montaña y líneas transfronterizas.

Si no se contempla la posibilidad de ofrecer surcos de mediana calidad a los trenes de mercancías en estas situaciones, su viaje puede durar varios días, ya que el tiempo de viaje puede dispararse si los trenes tienen que estar parados la mayor parte del día a la puerta de las ciudades o de los cuellos de botella<sup>46</sup>.

Por lo tanto, para mejorar sus condiciones de competencia frente a la carretera, se recomienda que los trenes de mercancías puedan optar a una cierta capacidad de la línea

---

<sup>46</sup> Estos problemas de capacidad (junto con otros de interoperabilidad) motivan que en algunas relaciones internacionales, la velocidad media de los trenes de mercancías sea de 18 km/h, menos que un rompehielos en el Mar Báltico (CE, 2001a).

pese a que ésta se encuentre congestionada y imputándoseles el correspondiente canon por capacidad, aunque está claro que para que no se pierdan estos tráficos, debería estar subvencionado. Esta opción está de acuerdo con la propuesta de Nilsson (2002a), de establecer negociaciones particulares para articular descuentos o subvenciones en el canon por capacidad de tal forma que algunos tráficos de mercancías puedan acceder a determinados surcos en aras de la sostenibilidad del sistema de transporte en su conjunto.

El problema de la congestión también puede estar presente en las estaciones de mercancías, pero hay que tener en cuenta que el tiempo de permanencia en dichas instalaciones veces depende de aspectos ajenos al operador, como el número y disposición de vías de la estación, número y eficacia de sus instalaciones de manipulación y almacenamiento de carga o la facilidad de acceso desde otros modos de transporte. Por ello, y teniendo en cuenta además los objetivos de sostenibilidad anteriormente mencionados, no parece adecuado adoptar penalizaciones por el tiempo de permanencia (mientras la duración de la estancia se ajuste a las posibilidades reales de la estación), sino que se considera suficiente con el cobro por su uso.

Así pues, se propone la subvención del Canon por Capacidad a los trenes de mercancías por su comprometida situación en el mercado del transporte y por su gran contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte. Esta subvención se justificará por la compensación con el Canon por Costes Externos.

Las estaciones de mercancías son instalaciones clave para potenciar el transporte de mercancías por ferrocarril, por lo que países como Suiza, donde se potencia la eficiencia del sistema de transporte en su conjunto, subvencionan totalmente el uso de las mismas.

#### **3.4.7.2. Nivel de tarificación para los servicios ferroviarios de mercancías**

El modelo propuesto aboga por imputar a los trenes de mercancías los costes más directamente relacionados con el uso de la infraestructura ferroviaria. En concreto, se les traspa los costes de mantenimiento y explotación de líneas ferroviarias, estaciones de mercancías y sistema de tracción. Los costes de inversión deben ser soportados por

las administraciones públicas, y el canon por capacidad, subvencionado al operador para su transmisión al gestor.

Este bajo nivel de tarificación se justifica por razones de aumento de eficiencia del sistema de transporte en su conjunto (producción de una sexta parte de los costes externos de la carretera), la sensibilidad del transporte de mercancías frente a un incremento de costes y de armonización de las condiciones de competencia con otros modos, principalmente la carretera.

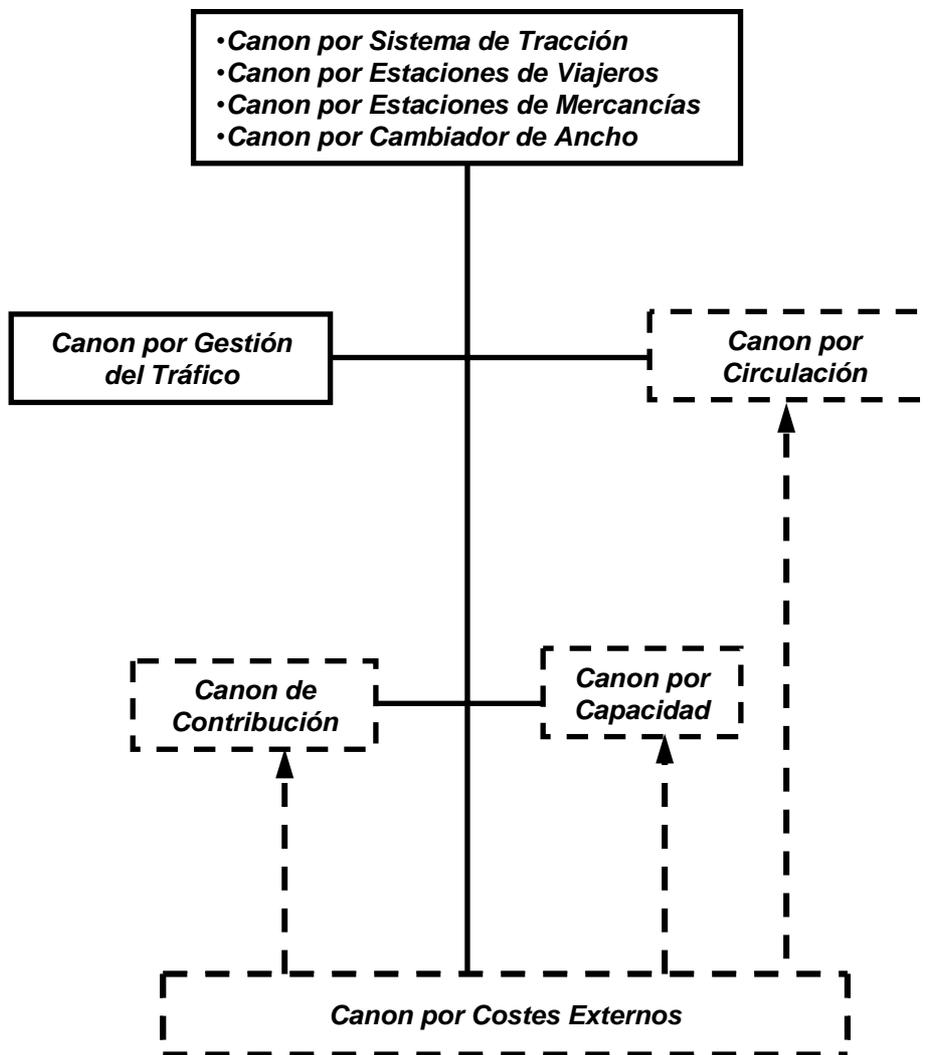
Por lo tanto, se propone que los operadores de mercancías soporten los Cánones por Circulación (nivel de costes marginales, 10%), Gestión del Tráfico (100%), Sistema de Tracción (100%) y Estaciones (100%). La subvención del Canon por Circulación (90%), por Capacidad (100%) y de Contribución (100%) se tratará de justificar por medio de la compensación del Canon por Costes Externos. Con este sistema de tarificación se alcanzaría a recuperar en torno a un 15 % de los costes de infraestructura.

Las decisiones de no imputación de algunos costes a los tráficos de mercancías que se han tomado están de acuerdo con la política de transportes de la *UE* y la práctica habitual en muchos países europeos:

- La Conferencia Europea de Ministros de Transporte propone el nivel mínimo de tarificación para los tráficos de mercancías. Los costes así cubiertos, más la contribución presupuestaria de las administraciones públicas implicadas, deben permitir al gestor de la infraestructura recuperar la totalidad de costes (ECMT, 2005a).
- Dinamarca les concede subvenciones medioambientales de hasta el 50 % del canon total. Suecia les subvenciona el canon por accidentes. En Francia se les reduce en un 70 % la carga de circulación. En Suiza se disminuye en un 60 % la carga de circulación para los tráficos de transporte combinado, el 100 % el margen de contribución para la financiación de mejoras y el 100% por el uso de estaciones de mercancías. Aparte, existen descuentos en Italia que aumentan con el volumen de tráfico y descuentos por flexibilidad en la programación de horarios en Alemania, Reino Unido y Suiza.

### 3.4.8. Resumen

Teniendo en cuenta los condicionantes relacionados con la política de económica y de transportes de cada país, y la mencionada diversidad de líneas y servicios de transporte ferroviario, se propone un sistema de tarificación flexible. El sistema propuesto consta de una estructura básica común adaptable a los condicionantes internos y externos del sistema ferroviario (Figura 12) a través del establecimiento de distintos niveles de tarificación entre los extremos (coste marginal/coste total) que tienen que ver con la compensación que se deriva del Canon por Costes Externos.



Nota 1. Cuadros en discontinua: cánones incluidos en la compensación por Costes Externos

Nota 2. Flechas: transferencias de recursos por el ahorro en costes externos.

Fuente: elaboración propia

**Figura 12. Estructura y funcionamiento del sistema de tarificación propuesto**

Para la adaptación de la estructura básica a cada caso se tienen en cuenta aspectos como la sensibilidad del servicio de transporte al incremento de costes vía cargas por el uso de la infraestructura, su contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte, su interés social y las características de la infraestructura por la que circula. En la Tabla 45 se muestra el nivel de tarificación obtenido según el servicio ferroviario para la adaptación del sistema a un caso general.

SERVICIO FERROVIARIO	Cercanías	Regionales	Larga Distancia	AV	Mercancías
<b>CANON</b>					
Contribución	↑	↑	↑	20-10% ↑	↑
Capacidad	↑	↑	↑	↑	↑
Circulación	10% ↑	10% ↑			10% ↑
Gestión del Tráfico					
Sistema de Tracción					
Estaciones					
Costes Externos					

*Nota 1. Cuadros en negro: canon a pagar por el operador. Cuadros en gris: canon a pagar parcialmente (se indica el porcentaje a pagar por el operador). Cuadros en blanco: Canon subvencionado. Cuadros rayados: diferencia de costes externos ferrocarril-carretera.*

*Nota 2. Flechas: indican transferencias monetarias derivadas de la compensación por Costes Externos.*

*Nota 3. Los trenes de AV que circulan también por la red convencional deben pagar además el Canon por Cambiador de Ancho.*

Fuente: elaboración propia

**Tabla 45. Nivel de tarificación según el servicio ferroviario**

La adaptación de la estructura básica a un caso general lleva al establecimiento de un nivel mínimo de tarificación que traspasa a los operadores los costes marginales de mantenimiento y renovación (10% del Canon por Circulación), así como la totalidad de los costes de mantenimiento y explotación del sistema de control de tráfico, sistema de tracción y estaciones (100% de los Cánones por Gestión del Tráfico, Sistema de Tracción y Estaciones). Este nivel mínimo de tarificación se aplica a los servicios de mayor interés social y más sensibles a un incremento de costes vía canon (cercanías, regionales y mercancías).

A los trenes de larga distancia (convencionales y de AV) que circulan por la red convencional se les aplica un nivel intermedio de tarificación. Así pues, además de los

costes del nivel mínimo, se les hace pagar la totalidad de los costes de mantenimiento y renovación y congestión (100% del Canon por Circulación y Capacidad).

El nivel máximo de tarificación se aplica a los trenes que circulan por las líneas de *AV* (por ser los más rentables y los que utilizan la infraestructura de mayor calidad), a los cuales, además de los costes incluidos en el nivel intermedio, se les imputa parte de los costes de inversión (del 10 al 20% del Canon de Contribución, según la velocidad del tren).

Aunque se ha considerado un caso general en cuanto a servicios de transporte e infraestructuras, los porcentajes de imputación de costes (y con ello, el nivel de tarificación) pueden necesitar ser modificados para adaptar el sistema a casos especiales (situaciones extremas de muy poco/muchísimo apoyo financiero de las administraciones públicas al ferrocarril, predominio de unos servicios de transporte sobre otros, etc.).

Se propone que los costes no imputados a los operadores sean soportados por las administraciones públicas responsables del sistema de transportes como compensación por el beneficio social que supone el atender una determinada demanda de transporte mediante ferrocarril. En la metodología, la compensación se articula en torno al Canon por Costes Externos (igual a la diferencia entre costes externos del ferrocarril y el modo alternativo), y se materializa en la reducción del canon total a pagar por el ahorro de costes externos generado (cuando el ferrocarril genera menos costes externos). Otras razones que pueden ayudar a justificar la inversión en la infraestructura ferroviaria pueden ser la mejora de la accesibilidad y objetivos de política de transportes (como igualar las condiciones de competencia, gestión de la demanda, etc.).

Cuando el Canon por Capacidad sea compensado por el Canon por Costes Externos, las administraciones públicas implicadas en el sistema de transporte deberían abonar directamente al operador dicho canon. El operador debería transferirlo al gestor de la infraestructura, que de esta forma obtendría ingresos por la explotación de sus recursos productivos, lo que ayudaría a que sus ingresos superasen la mitad de sus gastos de producción, y así no se transmitiese su déficit a las cuentas del Estado (según ordenan las normas *SEC-95 -CE*, 1996-). Los ingresos así obtenidos deben reinvertirse en la mejora de la infraestructura ferroviaria.



## **4. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO A LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA**

### **4.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La metodología propuesta va a ser aplicada en la red ferroviaria española. Existen dos razones por las que se ha tomado esta decisión: por un lado, la red ferroviaria española es tan heterogénea (en cuanto a infraestructura y servicios prestados), que se identifica perfectamente con el caso más general; por otro lado, la siempre difícil tarea de obtención de datos sobre costes de infraestructuras se ve facilitada por la cercanía de las fuentes.

Respecto a los datos hay que decir que, para la confección del canon a aplicar en un periodo futuro, habría que partir de las estimaciones de tráfico y costes previstos para dicho horizonte. De estas variables, la que mayor incertidumbre acarrea es la inversión en construcción y mejoras. Así pues, en España, el tráfico ferroviario se mantiene prácticamente estable desde el año 2000, mientras que la inversión ha crecido más del doble desde dicho año (Ministerio de Fomento, 2004). Para esta aplicación práctica se van a utilizar los datos más recientes de que se dispone, correspondientes a 2005, por lo que los resultados finalmente obtenidos serán más ajustados a la realidad de dicho año, para ir perdiendo exactitud en los siguientes (validez de los resultados a corto plazo). Para la cuantificación del canon a pagar a medio-largo plazo habría que actualizar estos datos, mediante extrapolaciones de tráfico y previsiones de inversión en infraestructura ferroviaria.

#### **4.1.1. La red ferroviaria española**

El sistema de tarificación propuesta se va a aplicar a la red ferroviaria de ancho ibérico (1.668 mm) e internacional (1.435 mm) gestionada por *ADIF*. A continuación describe a

grandes rasgos dicha red (*ADIF*, 2005 y 2006). La clasificación de líneas según su ancho de vía queda como sigue:

- Longitud total: 12.808 km de líneas.
- Red de *AV* (ancho internacional): 1.053 km.
- Red convencional (ancho ibérico): 11.759 km.
- Red con tres carriles: 21 km.
- Red de vía estrecha (ancho métrico) 18 km.

En cuanto a su sistema de tracción:

- Vía única electrificada 3.629 km.
- Vía única no electrificada 5.236 km.
- Vía doble electrificada 3.913 km.
- Vía doble no electrificada 30 km.

En cuanto a su velocidad máxima, tramos con velocidad:

- Superior a 200 km/h: 656 km.
- 200 km/h: 675 km.
- Entre 140 y 160 km/h: 4.529 km.
- Entre 100 y 140 km/h: 3.717 km.
- Inferior a 100 km/h: 3.231 km.

En 2005 (Figura 13) la red de *AV* (nuevas líneas) se limita a las líneas Madrid-Sevilla (471 km), Madrid-Lérida (482 km) y Madrid-Toledo (21 km). Existen algunos tramos de líneas convencionales adaptadas a *AV* en la línea Barcelona-Valencia, y en torno a Albacete, La Encina y Huesca (79 km desde Zaragoza). El resto de la red (excepto algunas variantes realizadas) está formada por líneas convencionales. En la Tabla 46 se describen las principales características de estos tipos de líneas.



Fuente: ADIF (2005)

**Figura 13. Red ferroviaria considerada para la aplicación práctica**

	NUEVAS LÍNEAS DE AV	LÍNEAS ACONDICIONADAS A AV (TRÁFICO MIXTO)	LÍNEAS CONVENCIONALES
<b>Actuación</b>	Construcción de una nueva línea	Línea existente mejorada (mejoras de trazado, de sistemas de control de tráfico, de electrificación, etc.)	Mejoras y modernizaciones limitadas. Conservación y mantenimiento
<b>Configuración</b>	Doble vía	Vía doble/única	Vía doble/única
<b>Velocidad máxima (km/h)</b>	350	250	160
<b>Velocidad mínima (km/h)</b>	220	100	75
<b>Ancho de vía (mm)</b>	1.435	1º: 1.668 2º: 1.435 (travesía polivalente)	1.668
<b>Pendiente máxima (‰)</b>	25 (longitud < 6 km); 15 si tráfico mixto	15	25
<b>Radio mínimo (m)</b>	6.500-7.250	3.120-4.000	500-1.000
<b>Tracción</b>	Eléctrica (CA; tensión: 25 o 2x25 kV)	Eléctrica (2x25 kV en CA ó 3 kV en CC) ó diesel	Diesel o eléctrica (CC; tensión: 3 kV)
<b>Control de tráfico</b>	ERTMS (niveles 2 y 3)	ERTMS (niveles 1 y 2) o Sistema de Bloqueo Automático	Gran variedad de sistemas (bloqueo telefónico, eléctrico, automático, etc.)
<b>Sistema de comunicaciones</b>	GSM-R (vía radio)	Fibra óptica, radio, GSM-R	Gran variedad de sistemas (teléfono, radio, fibra óptica, etc.)
<b>Interoperabilidad</b>	Sí	No siempre	No

Fuente: Calvo et al (2006)

**Tabla 46. Principales características de la red ferroviaria española**

De la Tabla 46 se deduce que la calidad del trazado y del equipamiento de las nuevas líneas de *AV* es mucho mayor que en las líneas convencionales, encontrándose las líneas acondicionadas a *AV* a un nivel intermedio.

## 4.1.2. Servicios de transporte prestados y trenes utilizados

### 4.1.2.1. Cercanías

Actualmente existen núcleos de cercanías en Asturias, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Madrid, Málaga, Murcia, Santander, San Sebastián, Sevilla y Valencia. En ellos se incluyen unas 500 estaciones. Este es el servicio que más viajeros mueve diariamente por ferrocarril en España: 1.519.000 en un día laboral medio. Los usuarios de este servicio son viajeros habituales que lo utilizan para acudir al trabajo o a los estudios. El núcleo de cercanías más utilizado es el de Madrid. Su red está formada por 10 líneas (algunas de ellas con tráfico exclusivo de cercanías), con una longitud total de 322 km. Durante 2004, el número de viajeros en un día medio fue de 881.000, lo que supone el 58% del conjunto de viajeros de cercanías de toda la red española. Normalmente, para estos servicios se utilizan unidades de tren eléctricas (Calvo et al, 2006 y *RENFE*, 2005).



Fotografía: F. Aranda

**Figura 14. Tren de cercanías serie 451. Junio de 2005, Tudela (Navarra)**

#### 4.1.2.2. Regionales

Son servicios de media distancia que unen ciudades importantes (normalmente, capitales de provincia) con su ámbito de influencia. Estos servicios utilizan automotores diesel o eléctricos. Muchos de ellos están subvencionados por las comunidades autónomas por las que discurren.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 15. Tren regional serie R-598. Febrero de 2007, Atarfe-Sante Fé (Granada)**

#### 4.1.2.3. Larga distancia

Unen las principales ciudades del país. Los servicios de viajeros de larga distancia son los únicos en los cuales todavía se utilizan trenes convencionales, aunque en su mayoría se realizan con trenes *TALGO* y automotores eléctricos.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 16. Locomotora serie 252 remolcando un tren convencional (Arco “García Lorca”). Marzo de 2007, viaducto de Guarrizas (Jaén)**

Los trenes de larga distancia pueden ser diurnos o nocturnos, aunque desde hace unos años *RENFE* ha orientado su oferta hacia los trenes diurnos, suprimiendo los nocturnos.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 17. Locomotora serie 319 remolcando un tren *TALGO* III. Mayo de 2006, puente de Rambla Seca (Granada)**

#### 4.1.2.4. Alta velocidad

Son los servicios que discurren por la red de *AV*, aunque también pueden alcanzar destinos fuera de ella (mediante trenes de ancho variable y cambiadores de ancho).

Utilizan automotores eléctricos y trenes *TALGO*.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 18. Tren de AV serie 102 circulando por una línea de AV. Agosto de 2005, Alcolea del Pinar (Guadalajara)**



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 19. Locomotora serie 319 remolcando un TALGO AV circulando por una línea convencional. Marzo de 2007, Puente de San Francisco de Loja (Granada)**

#### **4.1.2.5. Demanda de los servicios ferroviarios de viajeros**

En España, la cuota de mercado del ferrocarril en el transporte de viajeros tan sólo alcanza el 4,7% (en términos de p-km). La carretera acapara la mayor parte del mercado, con una cuota del 90%, mientras que el transporte aéreo y marítimo captan un 5,0 y 0,3% respectivamente (Ministerio de Fomento, 2006).

Respecto al modo de transporte ferroviario, la demanda total de los servicios de viajeros prestados por *RENFE* durante el año 2005 fue de 19.809 viajeros-km. Respecto a la distribución de esta demanda según los distintos servicios, cercanías acapara la mayor parte (42,5%), seguido por los servicios convencionales de larga distancia (31,9%), regionales (13,9 %) y *AV* (11,7%). También si se considera el número de viajeros, cercanías es el servicio que más viajeros mueve (458,1 millones de viajeros en 2005 frente a los 27,6 millones de regionales, 12,6 millones de grandes líneas y 7,2 millones de *AV*. Respecto al aprovechamiento de cada uno de los servicios (en términos de plazas-km ocupadas con respecto a las plazas-km ofertadas), el mayor índice corresponde a los trenes convencionales de larga distancia y de *AV*, con el 64,4 y 60,1% respectivamente, mientras que trenes de cercanías y regionales alcanzan ocupaciones bastante menores (38,7 y 35,1% respectivamente) (*RENFE*, 2006a).

#### **4.1.2.6. Mercancías**

La compañía ferroviaria estatal *RENFE* (2005) trata de ofrecer servicios de transporte de mercancías rápidos y fiables; también se han incorporado servicios de valor añadido (seguimiento de la mercancía, compromiso en plazos, puerta a puerta, etc.). *RENFE* presta todos los servicios de transporte de mercancías a través de la *UN* Mercancías *RENFE*, que absorbió a las anteriores *UN* de Cargas y *UN* de Transporte Combinado. Esta nueva *UN* está especializada en la gestión y comercialización del transporte multimodal e intermodal de mercancías en vagón completo, contenedores, cajas móviles, semirremolques y servicios de logística asociada.

*Transporte de mercancías en régimen de vagón completo*

El transporte de mercancías en régimen de vagón completo se refiere a que los trenes de mercancías son “trenes puros”. Esto quiere decir que transportan un solo tipo de mercancía que además, pertenece a un único cliente. Por lo tanto, las composiciones de los trenes de mercancías no suelen incluir vagones de muchos tipos, sino que son bastante homogéneas.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 20. Locomotora serie 319 remolcando un tren de cisternas. Marzo de 2007, Sierra Elvira (Granada)**

### *Transporte combinado*

Da servicio a la cadena de transporte intermodal. Por ello, sus trenes transportan principalmente contenedores sobre vagones porta-contenedores. Un tren de contenedores sí que puede ser multiciente y por lo tanto transportar diferentes mercancías; un cliente no tiene porqué contratar un tren completo, sino que puede facturar contenedores aislados. Esto es posible gracias a la unificación del recipiente (contenedor), que facilita su almacenamiento, transporte, carga y descarga y por la posibilidad de establecer un servicio puerta a puerta barato y rápido, mediante su trasbordo a camiones.



Fotografía: F. J. Calvo

**Figura 21. Locomotora serie 269 remolcando un tren de contenedores. Marzo de 2007, Vadollano (Jaén)**

#### **4.1.2.7. Demanda de los servicios de mercancías**

La cuota de mercado de transporte ferroviario de mercancías en España es muy pequeña, ya que tan sólo alcanza el 2,7% de las t-km. El modo de transporte predominante es la carretera, con el 85,0%; el transporte marítimo también capta una cuota importante, con el 9,6%; transporte por tubería capta el 2,7% y aéreo, el 0,1% (*RENFE*, 2006a).

Durante el año 2005, el tráfico de mercancías transportado por *RENFE* alcanzó los 11.071 millones de toneladas-km (*RENFE*, 2006a). En el año 2004, el tráfico en régimen de vagón completo alcanzaba el 63%, y el transporte combinado el resto, aunque está creciendo año tras año (*RENFE*, 2005).

Tomando como indicador las toneladas, durante el año 2005 se transportaron 2.245 miles de toneladas. El peso bruto medio de los trenes fue de 785 toneladas, y su carga

neta, de 307 toneladas. El aprovechamiento (en términos de TKN/TKB) se situó en el 39,1% (*RENFE*, 2006a).

## 4.2. VALORACIÓN DE LOS CÁNONES

En este apartado se van a calcular los cánones que integran el sistema de tarificación propuesto para el caso de la red ferroviaria española. Su estimación se realiza a partir de las cuentas anuales del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (*ADIF*), la memoria anual de la compañía ferroviaria nacional (*RENFE*) y datos estadísticos del Ministerio de Fomento.

### 4.2.1. Canon por las Estaciones de Viajeros

A través de este canon se imputan a los operadores los costes de mantenimiento y explotación de las estaciones de viajeros. Se describen a continuación los pasos a seguir para obtener su cuantía económica.

Según *ADIF* (2006), dichos gastos derivan del mantenimiento y explotación de las instalaciones (venta de billetes, salas de espera, instalaciones de acceso a andenes, etc.) y servicios (información, atención al cliente, seguridad, etc.) puestos a disposición de los viajeros, y en el año 2005 ascendieron a 146,6 millones de euros. Por lo tanto, si se divide este coste por el número de viajeros (505,5 millones) o por el número de tren-kilómetro (184,21 millones) (*RENFE*, 2006a), se obtiene un coste unitario de 0,29 EUR/viajero ó 0,80 EUR/tren-km.

A partir de este valor medio es posible obtener el canon por el uso de estaciones de viajeros a pagar por cada servicio ferroviario utilizando la fórmula y los pesos propuestos en el apartado 3.3.1.1.1. Multiplicando Los resultados se muestran en la Tabla 47.

SERVICIO FERROVIARIO	Viajeros (miles)	Canon Estaciones Viajeros (EUR/viajero)	Viajeros/tren	Canon Estaciones Viajeros (EUR/tren)
<b>Cercanías</b>	458.100	0,304	149	<b>45,23</b>
<b>Regionales</b>	27.600	0,101	84	<b>8,50</b>
<b>Larga Distancia</b>	12.600	0,202	169	<b>34,20</b>
<b>AV</b>	7.200	0,304	185	<b>56,16</b>
<b>Total/media</b>	505.500	0,290		

Fuente: *RENFE* (2006a) y *ADIF* (2006)

**Tabla 47. Cálculo del Canon por Estaciones de Viajeros**

De la Tabla 47 se deduce que, tal y como se propuso en la metodología, el Canon por Estaciones de Viajeros a pagar por los servicios ferroviarios regionales supone la tercera parte del impuesto a los de cercanías y *AV*, para tener en cuenta las prestaciones y costes generados por las estaciones adaptadas a estos tráficos. Los servicios de larga distancia, con un nivel intermedio de prestaciones y costes generados en estaciones, soportan un canon igual al doble que el correspondiente a los trenes regionales.

El número de viajeros que transporta cada tren influye en la utilización de las estaciones. Así pues, la ocupación condiciona el canon final a pagar por los distintos servicios ferroviarios, obteniéndose un canon de 8,50 EUR/tren para los trenes regionales, unas cuatro veces más para los trenes de larga distancia, unas cinco veces más para los de cercanías, y unas seis veces más para los de *AV*.

#### **4.2.2. Cálculo del Canon por las Estaciones de Mercancías**

La memoria de *ADIF* (2006) solamente aporta el coste total de mantenimiento y explotación de las terminales de mercancías, incluyendo los servicios auxiliares en ellas prestados. Por lo tanto, a falta de datos de costes desagregados se propone considerar, para esta aplicación a gran escala, el coste medio obtenido dividiendo el coste anual por el número de circulaciones de trenes de mercancías. De la Tabla 48 se deduce que,

considerando como parámetro de imputación aproximado el coste medio, el canon por el uso de las estaciones de mercancías asciende a 545,41 EUR/tren<sup>47</sup>.

SERVICIO FERROVIARIO	Coste estaciones (millones EUR)	Nº trenes	Canon Estaciones Mercancías (EUR/tren)
Mercancías	113,3	207.735	545,41

Fuente: *RENFE* (2006a) y *ADIF* (2006)

**Tabla 48. Cálculo del Canon por Estaciones de Mercancías**

#### 4.2.3. Cálculo del Canon por Sistema de Tracción

La forma ideal de estimar esta carga es a partir de los costes de mantenimiento y explotación de las instalaciones destinadas a este servicio; a continuación este coste debe repartirse entre los trenes que utilizan cada sistema, según los parámetros indicados.

La red gestionada por *ADIF* cuenta con 38 puntos de suministro de gasoil, 7.542 km de vías electrificadas y 300-400 subestaciones de tracción. Pero el gestor no ofrece desglosados los costes asociados a dichas instalaciones (agrupa la explotación del sistema de tracción con el de telecomunicaciones, y el mantenimiento del mismo con el de la vía). Debido a esta falta de datos se propone fijar la Carga por el Sistema de Tracción para los trenes eléctricos igual a 0,05 EUR/pantógrafo-km, valor que se proponía en el primer sistema de tarificación implantado en España (Ministerio de Fomento, 2003a). Por lo tanto, y puesto que la Carga por Circulación incluirá el mantenimiento del sistema de electrificación, habrá que descontar dicho valor a los trenes diesel.

---

<sup>47</sup> Obviamente, esta cifra disminuirá para un tren puro que circula completo de origen a destino y aumentará por ejemplo, en el caso de un tren de contenedores que tenga su origen y/o destino en una estación intermodal gestionada por *ADIF*.

#### **4.2.4. Cálculo del Canon por Cambiador de Ancho**

El único dato que se ha encontrado relacionado con el coste de estas instalaciones es la carga por su uso de los sistemas de tarificación españoles. Para la presente aplicación se va a considerar el precio asignado en la última Orden Ministerial (Ministerio de Fomento, 2005b): 100 EUR/paso.

#### **4.2.5. Cálculo del Canon por Gestión del Tráfico**

Dividiendo los costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario, que ascendieron a 169,4 millones de euros entre los 184,21 millones de tren-km gestionados (*ADIF*, 2006 y *RENFE*, 2006a), se obtiene un coste de 0,92 EUR/tren-km. Este valor es similar al obtenido en el estudio “InfraCost” realizado por la UIC en 12 países europeos, donde el coste medio de gestión y control del tráfico ferroviario se estimó en 0,75 EUR/tren-km (Bente et al, 2004).

#### **4.2.6. Cálculo del Canon por Circulación**

A través de este canon se recuperan los costes de mantenimiento y renovación de la infraestructura ferroviaria. Se describen a continuación los pasos a seguir para obtener su cuantía económica.

##### **4.2.6.1. Características de los trenes**

Como parámetro de imputación de los costes de mantenimiento y renovación se propuso el tráfico ficticio (Tf-km), por lo que el primer paso para calcular el Canon por Circulación es hallar las Tf a las que equivale cada tren.

En términos generales, para cada servicio ferroviario hay un tipo de tren más apropiado puesto que sus prestaciones, capacidad, costes, etc., lo hacen más adecuado para un servicio u otro. Así pues, las unidades de tren (también llamadas trenes autopropulsados o automotores) son muy apropiados para servicios de cercanías, regionales y *AV*. Los servicios de larga distancia se prestan tanto con automotores como con trenes

convencionales (formados por locomotora y coches). Actualmente los trenes de mercancías utilizan tan sólo trenes convencionales. Por otro lado, la homogeneización del material móvil adscrito a un determinado servicio permite optimizar las labores de mantenimiento y la formación del personal de conducción. Las razones expuestas propician el desarrollo de material móvil para servicios específicos, lo cual se refleja en el parque de las respectivas compañías ferroviarias.

Puesto que las características del tren que se pone en circulación (velocidad, peso, tipo de material móvil, etc.) tienen una gran importancia en el deterioro causado en la infraestructura, se van a identificar los servicios ferroviarios prestados en España con los trenes que habitualmente utilizan.

En España, tras veinte años de *RENFE* dividida, a nivel contable y operativo, en Unidades de Negocio independientes (*AV*, Grandes Líneas, Mercancías, etc.), el fenómeno de adscripción de un determinado material móvil a un servicio concreto es muy acusado. En la Tabla 49 se muestran los trenes más característicos que se utilizan en los distintos servicios ferroviarios. Como puede apreciarse, la gran mayoría de los servicios de viajeros se prestan con unidades de tren y trenes *TALGO*, utilizándose los trenes convencionales tan sólo para algunos servicios de larga distancia.

TREN		Velocidad máxima (km/h)	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
CERCANÍAS	UTE 440	140	Mc-R-Rc. BoBo-22-22
	UTE 446	100	Mc-R-Mc. BoBo-22-BoBo
	UTE 447	120	Mc-R-Mc. BoBo-22-BoBo
	UTE 450	140	Mc-4R-Mc. BoBo-4(22)-BoBo
	UTE 451	140	Mc-R-Rc. BoBo-22-22
REGIONAL	UTD 596	120	Mc.1AA1
	UTD 592	120	Mc-R-Mc. 1AA1-22-1AA1
	UTD 592.2	140	Mc-R-Mc. 1AA1-22-1AA1
	UTE 440	140	Mc-R-Rc. BoBo-22-22
	UTE 470	140	Mc-R-Rc. BoBo-22-22
	UTD 594	160	Mc-Mc.1AA1-1AA1
	UTD 598	160	Mc-R-Mc.1AA1-22-1AA1 (tren basculante)
	UTE 448	160	Mc-R-Rc. BoBo-22-22
LARGA DISTANCIA	LE 252+4 C 10.000	160	BoBo+4C
	LD 333+4 C 10.000	140	CoCo+4C
	LE 252+12 C Talgo	180	BoBo+12C Talgo (ejes guiados, tren pendular)
	UTE 490	220	Mc-R-Mc. 12 ejes (4 ejes motores) (tren basculante)
	UTE 101	220	Mc-8R-Mc. BoBo-8t-BoBo
AV	LE 252+12 C Talgo	220	BoBo+12C Talgo (ejes guiados, tren pendular)
	UTE 104	250	Mc-M-M-Mc. 16 ejss (8 ejes motores)
	UTE 100	300	Mc-8R-Mc. BoBo-8R-BoBo
	UTE 102	300	Mc-12C Talgo-Mc. BoBo-12C-BoBo (ejes guiados, tren pendular)
MERCANCÍAS	LE 269	100	BB+vagones con carga máxima por eje de: 20 t
	LD 319	100	CoCo+vagones con carga máxima por eje de: 20 t

Nota 1. Mc: coche motor con cabina/cabeza tractora. R: coche de unidad de tren. Rc: coche con cabina. M: coche motor. C: coche remolcado por locomotora. LE: locomotora eléctrica. LD: locomotora diesel.

Nota 2. 1A: eje portante agrupado con un eje motor en un bogie. Bo: dos ejes motores (con motores independientes) agrupados en un bogie. B: dos ejes motores (con un motor compartido) agrupados en un bogie 2: dos ejes portantes agrupados en un bogie

Fuente: elaboración propia

**Tabla 49. Material móvil utilizado en la red ferroviaria española**

#### 4.2.6.2. Cálculo de las toneladas ficticias

La imputación del Canon por Circulación a los distintos servicios ferroviarios se va a realizar teniendo en cuenta el deterioro de la infraestructura que sus trenes más característicos generan a través de las toneladas ficticias a las que cada tren equivale. Por ello, se muestra en la Tabla 50 el cálculo de las Tf de cada tren.

Para calcular las Tf es necesario conocer la velocidad media de circulación de los trenes (excluyendo las paradas). Este dato es difícil de conseguir (podría obtenerse del gestor de infraestructura o por medio de un simulador), ya que depende del trazado de la línea, distancia entre paradas, etc. Para una aplicación general, puede considerarse que la velocidad media es igual a  $2/3$  de la máxima. Como comprobación de esta hipótesis, puede decirse que la velocidad comercial de los trenes de *RENFE* es de 53 km/h para cercanías, 72 km/h para regionales, 91 km/h para larga distancia, 125 para trenes *TALGO* cuando circulan por líneas de alta velocidad, 183 km/h para trenes de alta velocidad y 54 km/h para trenes de mercancías (*RENFE*, 2005); como puede observarse en la Tabla 50, todas estas velocidades son inferiores a las obtenidas con la hipótesis mencionada, debido a que la velocidad comercial incluye el tiempo de parada en las estaciones. Por otro lado, se ha calculado la velocidad media de un tren de alta velocidad de la serie100 entre Madrid y Sevilla sin paradas y se ha obtenido 202 km/h, valor casi idéntico al supuesto.

TREN		Velocidad máx. (km/h)	Velocidad media (km/h)	S	Kv,m	T	Kt	Tt	Tf	Tf*
CERCANÍAS	UTE 440	140	93,33	1,15	1,00	90	1,20	66	195	208
	UTE 446	100	66,67	1,05	1,00	44	1,20	120	197	
	UTE 447	120	80,00	1,05	1,00	44	1,20	120	197	
	UTE 450	140	93,33	1,15	1,00	200	1,20	140	423	
	UTE 451	140	93,33	1,15	1,00	100	1,20	70	212	
REGIONAL	UTD 596	120	80,00	1,05	1,00	0	1,20	56	71	171
	UTD 592	120	80,00	1,05	1,00	39	1,20	93	159	
	UTD 592.2	140	93,33	1,15	1,00	39	1,20	93	174	
	UTE 440	140	93,33	1,15	1,00	90	1,20	66	195	
	UTE 470	140	93,33	1,15	1,00	90	1,20	66	195	
	UTD 594	160	106,67	1,25	1,00	0	1,20	91	137	
	UTD 598	160	106,67	1,25	1,00	55	1,20	128	261	
	UTE 448	160	106,67	1,25	1,00	87	1,20	64	205	
LARGA DISTANCIA	LE 252+4 C 10.000	160	106,67	1,25	1,00	176	1,40	86	371	378
	LD 333+4 C 10.000	140	93,33	1,15	1,00	176	1,40	120	396	
	LE 252+12 C Talgo	180	120,00	1,25	0,90	204	1,40	86	380	
	UTE 490	220	146,67	1,35	1,00	51	1,20	106	241	
	UTE 101	220	146,67	1,35	1,00	255	1,20	138	567	
AV	LE 252+12 C Talgo	220	146,67	1,35	0,90	204	1,40	86	410	451
	UTE 104	250	166,67	1,40	1,00	0	1,20	222	373	
	UTE 100	300	200,00	1,40	1,00	255	1,20	138	588	
	UTE 102	300	200,00	1,40	0,90	193	1,20	136	472	
MERCANCIAS	LE 269	100	66,67	1,05	1,15	697	1,40	88	971	973
	LD 319	100	66,67	1,05	1,15	675	1,40	110	977	

Nota 1. Se recuerda que la formula de cálculo era:  $Tf = S*(Kv,m*T+Kt*Tt)$ . S: aumenta de 1,00 a 1,50 con la velocidad. Kv= 1,00, excepto para los coches con ejes guiados, que es igual a 0,9. Km: 1,15 para los vagones de mercancías. T: toneladas remolcadas. Kt: factor igual a 1,40 para locomotoras e igual a 1,20 para unidades de tren. Tt: peso motor del tren (t).

Nota 2. \*: media ponderada con el número de trenes de cada serie.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 50. Toneladas ficticias de los trenes que circulan por la red ferroviaria española**

De la columna Tf de la Tabla 50 se deduce que los trenes mas agresivos para la vía son los de mercancías, hecho que se debe sobre todo a la gran carga que remolcan. De los trenes de viajeros, los que mas deterioran la vía son, de mas a menos: series 100 y 101 (debido a su gran velocidad y elevado peso), serie 102 (menos agresivo que los anteriores por ser mas ligero y tener ejes guiados), trenes de cercanías serie 450 (por su gran peso y velocidad), trenes *TALGO* de *AV* (los factores que mas influyen en el deterioro que causan a la vía son la velocidad y el hecho de llevar locomotora), trenes de larga distancia (por el hecho de tener tracción concentrada, mucho peso remolcado y elevada velocidad), a continuación vendrían las unidades de tren mas veloces (series 104, 490 y 598) y en ultimo lugar podrían agruparse el resto de trenes para servicios regionales y de cercanías (de menor peso, velocidad y con tracción distribuida). En general puede concluirse que, en concordancia con la Formula 2, los trenes mas pesados, mas rápidos y con tracción concentrada son mas agresivos a la vía y por ello generan mayores costes de mantenimiento y renovación.

Si se analizan las toneladas ficticias que genera el “tren tipo” de cada servicio ferroviario (y por lo tanto, el deterioro que producen en la vía), se obtiene, de más a menos: mercancías, *AV*, larga distancia, cercanías y regionales.

#### **4.2.6.3. Estimación del coste de mantenimiento y renovación**

Para realizar una asignación de costes más ajustada, se va a desglosar el tráfico anual en la red ferroviaria española por servicios ferroviarios. El paso de tráfico real (en tren-km) a tráfico ficticio (en Tf-km) se hace multiplicando por las toneladas ficticias medias (Tf\*) calculadas para el “tren tipo” de cada servicio. Esta aproximación se realiza porque no se dispone de tráfico desagregados por tipos de trenes pero, puesto que en general para cada servicio se utilizan trenes de parecidas características, se considera aceptable.

En el proceso de asignación de costes también se va a tener en cuenta las diferencias en cuanto a operaciones de mantenimiento y renovación entre la red ferroviaria convencional y la de *AV* (en la red convencional predominan la intervenciones correctivas y de renovación, mientras que en las nuevas líneas de *AV* predominan las

labores de auscultación y mantenimiento preventivo), ya que pueden suponer distinta generación de costes, por lo que se van a tratar por separado.

SERVICIO FERROVIARIO	Tren-km (millones)	Tf*	Red ferroviaria	Tf*-km (millones)	Costes mantenimiento y renovación (millones EUR)	Canon por Circulación (EUR/Tf*-km)
Cercanías	55,5	208	Convention al	70.283,3	633,4	<b>0,0090</b>
Regionales	35,3	171				
Larga Distancia	38,2	378				
Mercancías	39,3	973				
AV	13,1	451	HS	5.903,6	137,2	<b>0,0232</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de *RENFE (2006a)* y *ADIF (2006)*

**Tabla 51. Cálculo del Canon por Circulación (unitario)**

Por lo tanto, se aprecia que el coste unitario de mantenimiento y renovación (Canon por Circulación unitario en EUR/Tf\*-km) en la red de alta velocidad es 2,6 veces mayor que el correspondiente a las líneas convencionales. Esto se debe principalmente a dos razones: por un lado, la gran calidad de la infraestructura que requieren las líneas de alta velocidad para garantizar la seguridad y disponibilidad del servicio, lo que supone un coste importante en auscultación y mantenimiento preventivo; por otro lado, el nivel de tráfico en las líneas de alta velocidad españolas es todavía bajo: unos 500 trenes/semana en la línea Madrid-Sevilla, y unos 200 trenes/semana en la línea Madrid-Lérida (*RENFE, 2006b*), aspecto determinante en el aumento de los costes unitarios.

A continuación (Tabla 52) se multiplica el peso ficticio de cada tren por el Canon por Circulación unitario para obtener el Canon por tren-km.

TREN		Ft	Unitario (EUR/Tf*- km)	Total (EUR/tren- km)	Medio (EUR/tren- km)	A pagar (EUR/tren- km)
CERCANÍAS	UTE 440	195	0,0090	1,75	2,21	0,18
	UTE 446	197	0,0090	1,78		0,18
	UTE 447	197	0,0090	1,78		0,18
	UTE 450	423	0,0090	3,81		0,38
	UTE 451	212	0,0090	1,91		0,19
REGIONAL	UTD 596	71	0,0090	0,64	1,57	0,06
	UTD 592	159	0,0090	1,43		0,14
	UTD 592.2	174	0,0090	1,56		0,16
	UTE 440	195	0,0090	1,75		0,18
	UTE 470	195	0,0090	1,75		0,18
	UTD 594	137	0,0090	1,23		0,12
	UTD 598	261	0,0090	2,35		0,23
	UTE 448	205	0,0090	1,85		0,18
LARGA DISTANCIA	LE 252+4 C 10.000	371	0,0090	3,34	3,52	3,34
	LD 333+4 C 10.000	396	0,0090	3,57		3,57
	LE 252+12 C Talgo	380	0,0090	3,42		3,42
	UTE 490	241	0,0090	2,17		2,17
	UTE 101	567	0,0090	5,11		5,11
AV	LE 252+12 C Talgo	410	0,0232	9,54	10,71	9,54
	UTE 104	373	0,0232	8,67		8,67
	UTE 100	588	0,0232	13,66		13,66
	UTE 102	472	0,0232	10,96		10,96
MERCANCIAS	LE 269	971	0,0090	8,75	8,78	0,88
	LD 319	977	0,0090	8,80		0,88

*Nota: TALGO AV se asimila a TALGO Larga Distancia cuando circula por la red convencional*  
Fuente: elaboración propia

**Tabla 52. Canon por Circulación según tipo de tren y según servicio ferroviario**

Según los resultados obtenidos en la Tabla 52, los Cánones por Circulación más elevados (mayores costes de mantenimiento y renovación generados) corresponden a los trenes de alta velocidad (entre 8,67 y 13,66 EUR/tren-km), debido a que generan muchas toneladas ficticias y a que la carga unitaria es mayor; a continuación se sitúan los trenes de mercancías (casi 9 EUR/tren-km), trenes serie 101 y trenes de dos pisos (5,11 y 3,81 EUR/tren-km respectivamente), trenes de largo recorrido remolcados por locomotoras (entre 3,34 y 3,57 EUR/tren-km), y por último, el resto de trenes autopropulsados que circulan por la red convencional (entre 0,64 y 2,35 EUR/tren-km).

También se deduce que, teniendo en cuenta tanto las características de los trenes como las de la infraestructura (columna de Canon medio de la Tabla 52), los trenes que más

costes de mantenimiento y renovación producen son los de *AV*, seguidos por los de mercancías y larga distancia. Trenes de cercanías y regionales producen unos costes mucho menores.

Por último, considerando el nivel de costes de mantenimiento y renovación imputado a cada servicio ferroviario, se obtiene el Canon por Circulación a pagar por los operadores. De la última columna de la Tabla 52 se deduce que:

- Los trenes que circulan por la red de *AV* soportan el Canon más elevado: 10,71 EUR/tren-km de media.
- De los trenes que circulan por la red convencional, los de Larga Distancia son los que más pagan (3,52 EUR/tren-km de media). A continuación se sitúan los trenes de mercancías, que pagan unas cuatro veces menos que los de Larga Distancia. El resto de trenes pagan cargas más reducidas.

#### **4.2.6.4. Análisis de resultados**

Para analizar la validez de los resultados pueden compararse los costes estimados para la metodología con los obtenidos en otros estudios de costes a nivel europeo y nacional:

##### ***4.2.6.4.1. Comparación con los costes según la UIC***

El estudio de la UIC (2004) aporta datos de costes en EUR/km y EUR/tren-km. Lo interesante de este estudio es que distingue entre costes de mantenimiento y costes de renovación. Su mayor inconveniente es que no asocia costes y tráfico con ningún país, ya que esta relación no se ha hecho pública, por lo que no puede llevarse a cabo una comparación con los datos de un país participante en el mismo. Tampoco es aceptable interpolar entre los datos de dos países por existir una gran dispersión entre los resultados: así pues, países con igual tráfico muestran costes (totales y unitarios) muy distintos (entre el doble y el triple) (ver países D y G, ó Q y U en Tabla 24). Esta gran dispersión de resultados, unida al hecho de que se desconoce a qué país corresponde cada dato, hace que sólo puedan utilizarse, con mucha cautela, los datos medios.

Coste medio UIC 2004			Tráfico medio	Coste medio UIC 2004		
Mantenimiento	Renovación	Total		Mantenimiento	Renovación	Total
Coste (x1000 EUR/km)			(x1000 tren-km/km)	(EUR/tren-km)		
34,1	35,5	<b>69,7</b>	15,2	2,2	2,3	<b>4,6</b>

Fuente: UIC (2004)

**Tabla 53. Costes medios de mantenimiento y renovación según la UIC**

Para comprobar la validez de la aplicación de estos datos medios a España hay que comparar, como mínimo, el tráfico en la red española con el tráfico medio en las redes del estudio. En España, la red convencional tiene una longitud de 11.759 km, y soporta un tráfico anual de 168,3 millones de tren-km, por lo que su tráfico medio es de 14.311 tren-km/km, valor bastante aproximado (un 6% inferior) a la media del estudio. Por lo tanto, se considera aceptable utilizar los valores medios del estudio para validar el Canon por Circulación (igual a los costes de mantenimiento y renovación) estimado para la red española.

Así pues, los costes de mantenimiento y renovación según la Union Internacional de Ferrocarriles (UIC, 2004) se sitúan entre 2,1 y 14,5 EUR/tren-km, valores entre los cuales se encuentran los Cánones por Circulación calculados para la red española. Por último, el coste medio se estimó por la UIC en 4,6 EUR/tren-km, valor bastante aproximado (un 16% inferior) al Canon medio calculado (5,4 EUR/tren-km), por lo que la estimación realizada (teniendo en cuenta además la dispersión de los datos de la UIC) se considera correcta.

#### **4.2.6.4.2. Comparación con los costes según estudios a nivel nacional**

Tomando el 10% del Canon por Circulación medio (a partir de los datos de la Tabla 52) puede obtenerse una aproximación a los costes marginales de mantenimiento y renovación en la red ferroviaria española. Así pues, se obtiene 0,24 EUR/tren-km como valor medio para los trenes convencionales de viajeros y 0,88 EUR/tren-km para los trenes de mercancías. Respecto a los datos de costes de los estudios realizados en Suiza, Suecia, y Austria, tienen la limitación de que no incluyen el coste de renovación, por lo que no pueden compararse con el coste unitario calculado para la metodología. Por ello, se va a realizar la comparación con los países que sí incluyen estos costes: Finlandia y Reino Unido.

PAIS	España		Finlandia		Reino Unido
	EUR/tren-km	TB	EUR/1000 TKB	EUR/tren-km	EUR/tren-km
<b>Viajeros</b>	<b>0,24</b>	194	1,23	<b>0,24</b>	<b>0,19</b>
<b>Mercancías</b>	<b>0,88</b>	785	1,23	<b>0,97</b>	<b>?</b>

*Nota 1. Puesto que los estudios de Finlandia y Reino Unido se refieren a líneas convencionales, en el caso de España solo se consideran los trenes convencionales.*

*Nota 2. TB: toneladas brutas. TKB: toneladas brutas-km.*

*Nota 3. ?: dato no disponible.*

Fuente: Thomas (2002) y elaboración propia

**Tabla 54. Comparación de los costes marginales de mantenimiento y renovación estimados para España con los de Finlandia y Reino Unido**

Aunque hay que tomar con mucha cautela estas comparaciones (ya se ha comentado la diferente clasificación de costes según los países, la influencia de las condiciones climáticas en los costes de mantenimiento, los estándares de calidad de la vía que se consideran en cada país, etc.), en la Tabla 54 se observa que los costes obtenidos para España coinciden con los de Finlandia para los trenes de viajeros y son muy parecidos para los trenes de mercancías. Los costes del Reino Unido son algo inferiores a los estimados para España.

#### **4.2.6.4.3. Validez de los costes estimados**

A pesar de las limitaciones de los datos y de las aproximaciones realizadas, los costes de mantenimiento y renovación estimados para cuantificar el Canon por Circulación en su aplicación a la red ferroviaria española son muy similares a los obtenidos en estudios a nivel europeo (estudios de la UIC) y en Finlandia, por lo que se considera que dicha estimación es válida y ajustada a la realidad.

#### **4.2.7. Cálculo del Canon de Contribución**

A través del Canon de Contribución se imputan a los operadores parte de los costes de inversión en la red ferroviaria (construcción y mejoras). El coste anual de la inversión realizada se compone de la amortización más el coste del capital obtenido en el mercado financiero (interés).

En España, con 11.759 km de líneas ferroviarias convencionales y 1.053 km de líneas de alta velocidad (8% de la red), el 90% de la inversión en construcción y modernización se dedica a la red de alta velocidad (*ADIF*, 2006), por lo que se han estudiado por separado ambas redes.

#### **4.2.7.1. Red de Alta Velocidad**

##### ***4.2.7.1.1. Costes de inversión***

Por tratarse de líneas construidas recientemente o en proyecto, el coste aproximado de las líneas de *AV* puede obtenerse a partir del presupuesto asignado en el plan de infraestructuras correspondiente o a partir de datos de costes publicados posteriormente.

En España, el PEIT (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte) asigna el siguiente coste a la construcción de líneas de altas prestaciones (líneas de *AV*, algunas de ellas para tráfico mixto, con doble vía electrificada y ancho internacional): 83.450 millones EUR para la construcción de unos 9.000 km de líneas de altas prestaciones en el periodo 2005-2020, lo que supone unos 9 millones EUR/km (Ministerio de Fomento, 2005a). La anterior estimación se ve avalada por el coste de construcción de la línea Madrid-Lérida, que fue de 9 millones EUR/km (S. D. G., 2004). Esta cifra incluye el coste de toda la obra civil (infraestructura, superestructura, sistema de electrificación, sistema de control de tráfico y comunicaciones y estaciones) y los intereses del capital.

##### ***4.2.7.1.2. Vida útil y valor residual***

Para obtener una repercusión anual del coste de construcción es preciso considerar la vida útil de la obra construida. Aunque la vida útil de una línea ferroviaria es difícil de estimar (ya que esta compuesta de muchos elementos cuyo desgaste varía mucho de unos a otros), se ha calculado una aproximación a través de la media de la vida útil de los elementos más importantes que la componen, ponderada con el coste de cada uno de ellos (Tabla 55). Para ello, se han considerado los datos de vida útil y costes recogidos en dos estudios (Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987b y Baumgartner, 2001), obteniéndose una vida útil de 68 años.

Elemento	Observaciones	Vida útil (años)	Coste (millones EUR/km)
Explanaciones	Densidad de población considerada: 50 habitantes/km <sup>2</sup> . Línea de AV. Dificultad topográfica media.	75	8,011
Túneles			
Puentes metálicos			
Puentes de fábrica			
Vía	Carril 60 kg/m	35	0,400
Estaciones viajeros	1 terminal gran tamaño/300 km+1 Apartadero/50 km	60	0,967
Talleres de vía y obras	No se considera	60	-
Talleres y depósitos de material móvil	No se considera	60	-
Subestación eléctrica	1 subestación 2x30 MVA/40 km	60	0,300
Catenaria	Sistema AC 25 kV	40	0,200
Sistema de comunicaciones y control de tráfico	Bloqueo automático, comunicaciones por radio	30	0,585
<b>Media ponderada/Total</b>		<b>68</b>	<b>10,463</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (1987b) y Baumgartner (2001)

**Tabla 55. Vida útil de la infraestructura ferroviaria**

Respecto al valor residual de la infraestructura ferroviaria, y a pesar de que el Manual de Evaluación de Inversiones de Ferrocarriles de Vía Ancha (Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1987b) lo estima en el 5% de su valor inicial, se va a depreciar esta cantidad, ya que se considera que (por razones de seguridad) la infraestructura ferroviaria no se usa hasta su inutilidad total, sino que se renueva antes; por otro lado, el valor residual de estas instalaciones se considera despreciable con respecto a su altísimo coste de construcción.

#### **4.2.7.1.3. Canon de Contribución**

Dividiendo el coste de construcción por la vida útil, se obtiene la repercusión anual del coste de construcción (Tabla 56).

Coste de construcción (EUR/km)	9.000.000
Vida útil (años)	68
<b>Coste anual de amortización (EUR/km)</b>	<b>132.353</b>
Oferta anual de transporte (millones de plazas-km)	3.869
Longitud de la red AV (km)	1.053
<b>Oferta unitaria (plazas-km/km)</b>	<b>3.674.264</b>
<b>Coste de construcción en relación con la oferta (EUR/plaza-km)</b>	<b>0,0360</b>

Fuente: Ministerio de Fomento (2005a), S.D.G. (2004) y *RENFE* (2006a)

**Tabla 56. Repercusión del coste de construcción de las líneas de AV por cada unidad de transporte ofrecida**

Puesto que se ha propuesto imputar el coste de la inversión en función de la oferta de plazas que realiza el operador ferroviario, se hace necesario conocer el coste de construcción por cada unidad transporte ofrecida (EUR/plaza-km). Para ello se tiene en cuenta que sobre los 1.053 km de la red de AV existente en 2005 se ofertaron 3.869 millones de plazas-km (*RENFE*, 2006a). Dividiendo ambos datos (Tabla 56) se obtiene la oferta realizada sobre cada km de línea de AV (plazas-km/km). A continuación, dividiendo el coste de amortización anual entre la oferta unitaria se obtiene la repercusión del coste de construcción con respecto a la oferta.

Para obtener el Canon de Contribución a pagar por cada tren hay que considerar el número de plazas que ofrece y el porcentaje de amortización imputado según la velocidad a la que circula el tren. Respecto a esto último, hay que tener en cuenta que el coste de construcción de nuevas líneas de AV es tan elevado que en su mayor parte es soportado por los presupuestos del Estado. En el caso de España, el primer sistema de tarificación consideraba como valor máximo de imputación de los costes de construcción de la red ferroviaria de alta velocidad el 25-30%; en esta aplicación se va a considerar el 20% para trenes que alcanzan velocidades máximas en torno a los 300 km/h y el 10% para trenes que alcanzan unos 200 km/h.

TREN	Plazas	Coste de construcción en relación con la oferta		Imputación de Coste	Canon de Contribución
	Nº	EUR/plaza-km	EUR/tren-km	%	EUR/tren-km
LE 252+12 C Talgo	330	0,036	11,88	10	1,19
UTE 104	237		8,53		0,85
UTE 100	320		11,52	20	2,30
UTE 102	318		11,45		2,29

**Tabla 57. Cálculo del Canon de Contribución (red de AV)**

De la Tabla 57 se deduce que el canon a pagar por los trenes de AV de mayores prestaciones (UTE 100 y UTE 102) oscila aproximadamente entre el doble y el triple que el correspondiente a los trenes de menores prestaciones.

#### 4.2.7.2. Red convencional

El coste de inversión en la red ferroviaria convencional se ha calculado sumando la inversión por parte del Estado (545,5 millones de euros), más la realizada por ADIF (117,9 millones de euros). Por último, y aunque en la Memoria Financiera de ADIF figure como gasto, también se consideran inversión los 297,4 millones de euros dedicados a Proyectos y Construcción de Líneas Convencionales. Esta partida se destina principalmente a obras de mejora y modernización como la eliminación de pasos a nivel, variantes de trazado, modernización de estaciones, integración del ferrocarril en las ciudades e instalación de modernos sistemas de comunicaciones y control de tráfico (ADIF, 2006). Dividiendo la suma de dichas partidas (960,7 millones de euros) por el tráfico (en tren-km) se obtiene el Canon de Contribución atribuible a los trenes que circulan por la red convencional.

Inversión en la red convencional	Tráfico	Canon de Contribución
EUR (millones)	tren-km (millones)	EUR/tren-km
960,700	168,279	5,71

Fuente: elaboración propia a partir de datos de RENFE (2006a) y ADIF (2006)

**Tabla 58. Cálculo del Canon de Contribución (red convencional)**

De las Tablas 56 y 58 se deduce que, a pesar de que como se comentó anteriormente la inversión en la red convencional es mucho menor que en la red de AV, los costes de

modernización y mejora de la red ferroviaria son tan grandes, que su imputación a los operadores puede comprometer seriamente su continuidad en el mercado. Para ello, basta con tener en cuenta que el Canon de Contribución asciende a 5,71 EUR/tren-km, valor ya de por sí muy cercano a los ingresos de Cercanías y Regionales y que, sumándole el resto de costes imputados (a través del Canon por Circulación, por Gestión del Tráfico, por Capacidad) puede hacer inviable la prestación de muchos servicios ferroviarios.

SERVICIO FERROVIARIO	Ingresos (EUR/tren-km)	Procedencia mayoritaria de los ingresos
Cercanías	6,39	venta títulos transporte y venta tráfico al Estado
Regionales	4,56	venta títulos transporte y venta tráfico al Estado y Comunidades Autónomas
Larga Distancia	10,99	venta títulos transporte
AV	20,56	venta títulos transporte
Mercanías	8,95	tráfico mercancías

Fuente: elaboración propia a partir de datos de *RENFE* (2006a)

**Tabla 59. Ingresos según el servicio ferroviario**

#### 4.2.8. Cálculo del Canon por Capacidad

Mediante el Canon por Capacidad se traspasan al operador los costes relacionados con la congestión de la infraestructura ferroviaria.

La red ferroviaria española no presenta grandes problemas de congestión. En la red convencional existen algunos tramos con nivel de ocupación de capacidad alto en torno a Madrid, Barcelona, Bilbao y el Corredor Mediterráneo (Barcelona-Valencia-Alicante). Por su parte, la red de alta velocidad soporta tráfico muy por debajo de su capacidad. Así pues, el nivel de tráfico en la línea Madrid-Sevilla se sitúa en torno a la mitad de su capacidad y en las líneas sin terminar, como la Madrid-Barcelona en su tramo Madrid-Lérida, el nivel de tráfico es todavía más bajo.

Para calcular la carga de capacidad se hace necesario conocer el periodo horario durante el cual el tren circula por cada tramo, para así poder conocer el grado de congestión. Puesto que dichos aspectos dependen del itinerario y horario de circulación de cada tren,

para esta aplicación general se van a suponer unos surcos estándar para cada servicio ferroviario, atendiendo a las características de las líneas por las que suelen circular y del tipo de surcos que consumen.

#### **4.2.8.1. Diseño del surco estándar para cada servicio ferroviario**

Puesto que los surcos solicitados por cada servicio ferroviario suelen tener unas características comunes en cuanto a prioridad en la asignación, calidad y capacidad consumida, y para simplificar el cálculo, se propone la utilización de unos “surcos estándar” para cada servicio. Al surco estándar de cada servicio ferroviario le corresponderá un coeficiente multiplicativo ponderado ( $C^*$ ) que será el que finalmente afecte al Canon por Gestión del Tráfico para obtener el precio del Canon por Capacidad.

A mayor duración del viaje, mayor probabilidad de que el tren circule en distintos periodos horarios (o lo que es lo mismo, por tramos con distinto nivel de congestión), por lo que normalmente habrá que aplicar distintos valores del coeficiente multiplicativo. Los periodos horarios y los coeficientes multiplicativos de los distintos surcos son los que se propusieron en la Tabla 39.

En un caso general puede considerarse el siguiente consumo de surcos:

- Trenes de cercanías: su mayor frecuencia se produce durante las horas punta. Suelen tener prioridad sobre ciertos tráfico y consumen mucha capacidad, por su elevado número de paradas (circulación 100% en periodo punta con surco de prioridad y calidad alta-normal y elevado consumo de capacidad).
- Trenes regionales: circulan en horas punta a su llegada o salida a/desde las ciudades, aunque consumen menos capacidad que los de cercanías ya que realizan menos paradas en dichos tramos (circulación del 25% de su viaje en periodo punta con surco de prioridad, calidad y capacidad normal). Puesto que son servicios de mayor longitud que los de cercanías, también suelen circular por líneas con elevada densidad de tráfico en la parte intermedia de su viaje, en las cuales tienen una prioridad y un consumo de capacidad normales (25% del viaje en llano). Se supone

que en el resto de su viaje discurren por líneas secundarias sin problemas de capacidad (50% del viaje por líneas no congestionadas).

- Trenes de larga distancia: consumen una cierta capacidad en las líneas situadas en torno a las grandes ciudades ya que, además de circular a veces en horas punta, tienen prioridad sobre el resto de tráficos, pero consumiendo menos capacidad que cercanías y regionales, al realizar menos paradas y circular a mayor velocidad (asignación del 25% de su circulación en horas punta). Estos trenes realizan la mayor parte de su recorrido en periodos de demanda intermedia y en corredores de gran movilidad en los cuales gozan de prioridad (50% circulación durante periodo llano, con prioridad alta). Por último, debido a la larga duración del viaje de estos trenes y a su amplia cobertura geográfica, los trenes de larga distancia también circulan en periodos valle o por líneas secundarias (25% en valle/línea no congestionada).
- Trenes de *AV* circulando por la red de *AV*. Se trata de líneas nuevas, de uso exclusivo para tráficos de viajeros y sofisticados sistemas de señalización y control de tráfico, por lo que no suele haber congestión. Únicamente puede haber algún leve conflicto de asignación de capacidad cuando circulen trenes de distintas características en cuanto a velocidad y paradas (coexistencia de trenes de *AV* de larga distancia con trenes de *AV* de media distancia y trenes de *AV* que también circulen por la red convencional). En esos casos, se considera que los costes asociados a la mayor prioridad y calidad del surco que demandan los primeros son similares al mayor consumo de capacidad por parte de los segundos. Por ello se les asocia el mismo surco estándar, con un 50% en periodo llano y prioridad/consumo de capacidad normales. Cuando los trenes de *AV* circulen por la red convencional, se asimilarán a trenes de larga distancia.
- Mercancías: Para garantizarles una cierta prioridad en aras de la mejora de su competitividad, se supone que tienen una accesibilidad del 50% a la circulación en horas llano (la mitad de ellas con prioridad similar a los trenes de viajeros). También hay que tener en cuenta que consumen más capacidad que los trenes de viajeros (excepto, quizás, los de cercanías) debido a que circulan a menor velocidad. Por ello también se les ha asignado un consumo de capacidad alto en la mitad de su periodo

de circulación durante las horas llano. Se supone que para el resto de su viaje utilizan horas nocturnas y/o líneas no congestionadas.

En la Tabla 60 se resume el diseño de los surcos estándar (a través del % consumido de cada uno de los surcos) a los distintos servicios ferroviarios:

CARACTERÍSTICAS DEL SURCO		Coeficiente multiplicativo (C)	SURCO CONSUMIDO (%)				
Periodo horario	Prioridad y calidad del surco. Capacidad consumida		Cercanías	Regionales	Larga Distancia	AV	Mercancías
Punta	alta	2,00	75	0	0	0	0
	normal	1,75	25	25	25	0	0
Llano	alta	1,50	0	0	50	0	25
	normal	1,25	0	25	0	50	25
Valle/Línea no congestionada	normal	1,00	0	50	25	50	50
<b>C*</b>			<b>1,94</b>	<b>1,25</b>	<b>1,44</b>	<b>1,13</b>	<b>1,19</b>
Canon por Gestión del Tráfico (Cgt) (EUR/tren-km)			0,92				
Canon por Gestión del Tráfico+por Capacidad (=C*xCgt) (EUR/tren-km)			1,78	1,15	1,32	1,04	1,09
Canon por Capacidad (=C*xCgt-0,92) (EUR/tren-km)			<b>0,86</b>	<b>0,23</b>	<b>0,40</b>	<b>0,12</b>	<b>0,17</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 60. Surcos estándar y Cálculo del Canon por Capacidad**

#### 4.2.8.2. Cálculo del coeficiente multiplicativo ponderado

Multiplicando el coeficiente multiplicativo de cada surco (C) por la utilización que cada servicio ferroviario hace de ellos (% de surco consumido) se obtiene el coeficiente de capacidad ponderado (fila C\* de la Tabla 60).

#### 4.2.8.3. Cálculo del Canon por Capacidad

Multiplicando el coeficiente de capacidad ponderado (C\*) por el coste medio de gestión y control del tráfico ferroviario de la red española (0,92 EUR/tren-km) se obtiene el precio a pagar por los Cánones por Gestión del Tráfico y por Capacidad. Finalmente, si a este precio se le resta el Canon por Gestión del Tráfico se obtiene el Canon por Capacidad de forma independiente (última fila de la Tabla 60).

Según la Tabla 60, a los trenes de cercanías se les asocia el mayor Canon por Capacidad (0,86 EUR/tren-km), debido a su circulación en horas punta y prioridad y consumo de capacidad importantes. Les siguen los trenes de larga distancia (Canon por Capacidad en torno a la mitad de los trenes de cercanías), debido sobre todo a su prioridad en las líneas principales de la red ferroviaria. Los trenes regionales se sitúan en tercer lugar en cuanto a magnitud de este canon, debido a su moderado consumo de capacidad en periodos punta y en líneas troncales. A los trenes de mercancías les corresponde un pequeño canon por capacidad, al circular en periodos llano y valle. Por último, los trenes de *AV* pagan el menor Canon por Capacidad, al circular por líneas sin problemas congestión importantes.

#### **4.2.9. Cálculo del Canon por Costes Externos**

El Canon por Costes Externos se cuantifica por medio del ahorro de costes externos que supone atender una cierta demanda de transporte por ferrocarril en vez de por carretera. Con el resultado de este balance se compensan algunos de los cánones anteriores. En este balance no se incluyen los costes de congestión en el ferrocarril, por haber sido ya internalizados a través del Canon por Capacidad.

##### **4.2.9.1. Coste de las externalidades del transporte en España**

Según la propuesta realizada en la metodología, los costes a incluir en el Canon por Costes Externos son debidos a la congestión, los accidentes, el ruido, la contaminación atmosférica, el cambio climático y los efectos indirectos. El estudio de INFRAS/IWW (2004) valoró los costes de estos efectos atendiendo a los siguientes aspectos:

- Los costes de congestión, referidos a los costes por pérdidas de tiempo y el aumento de los costes de operación de la infraestructura.
- Los costes de accidentes a los costes sanitarios, pérdidas de producción y sufrimiento y dolor.
- Los de ruido a las pérdidas de renta y a los daños a la salud de las personas.
- Los de la contaminación atmosférica engloban los daños a la salud de las personas, a la biosfera y a los materiales.

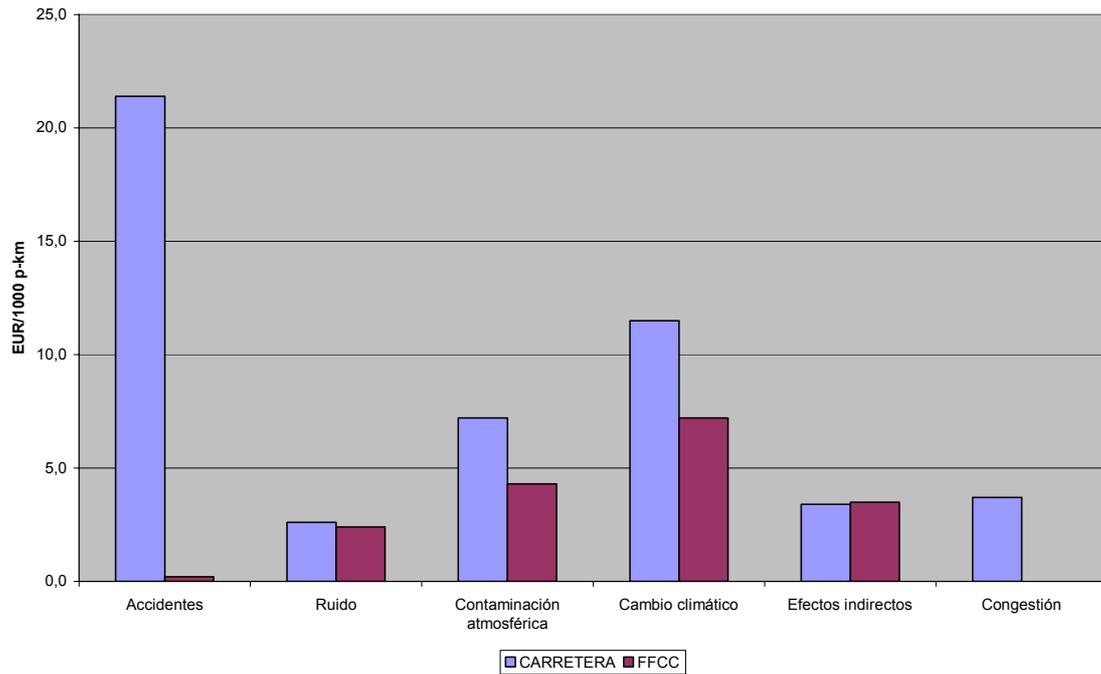
- El cambio climático, al coste asociado a la reducción de la emisión de CO2. Los costes de naturaleza y paisaje se refieren a reparación de daños y compensación de costes.
- Los efectos indirectos del transporte, a costes medioambientales adicionales (contaminación atmosférica, efecto invernadero y riesgos por accidentes nucleares).

Los resultados obtenidos por el estudio de INFRAS/IWW referentes a España se incluyen en la Tabla 61:

COSTE EXTERNO	VIAJEROS (EUR/1000 p-km)					MERCANCIAS (EUR/1000 t-km)	
	Automóvil	Autobús	Motos	CARRETERA	FFCC	CARRETERA	FFCC
Congestión	3,9	1,0	4,3	3,7	0,0	7,8	0,0
Accidentes	20,2	1,7	204,2	21,4	0,2	11,2	0,0
Cambio climático	12,0	5,1	10,8	11,5	7,2	23,4	4,8
Contaminación atmosférica	7,3	7,2	2,1	7,2	4,3	33,7	7,2
Ruido	2,7	0,5	7,4	2,6	2,4	6,6	3,0
Efectos indirectos	3,5	1,8	2,6	3,4	3,5	8,9	2,8
<b>TOTAL</b>	<b>49,6</b>	<b>17,3</b>	<b>231,4</b>	<b>49,8</b>	<b>17,6</b>	<b>91,6</b>	<b>17,8</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de INFRAS/IWW (2004)

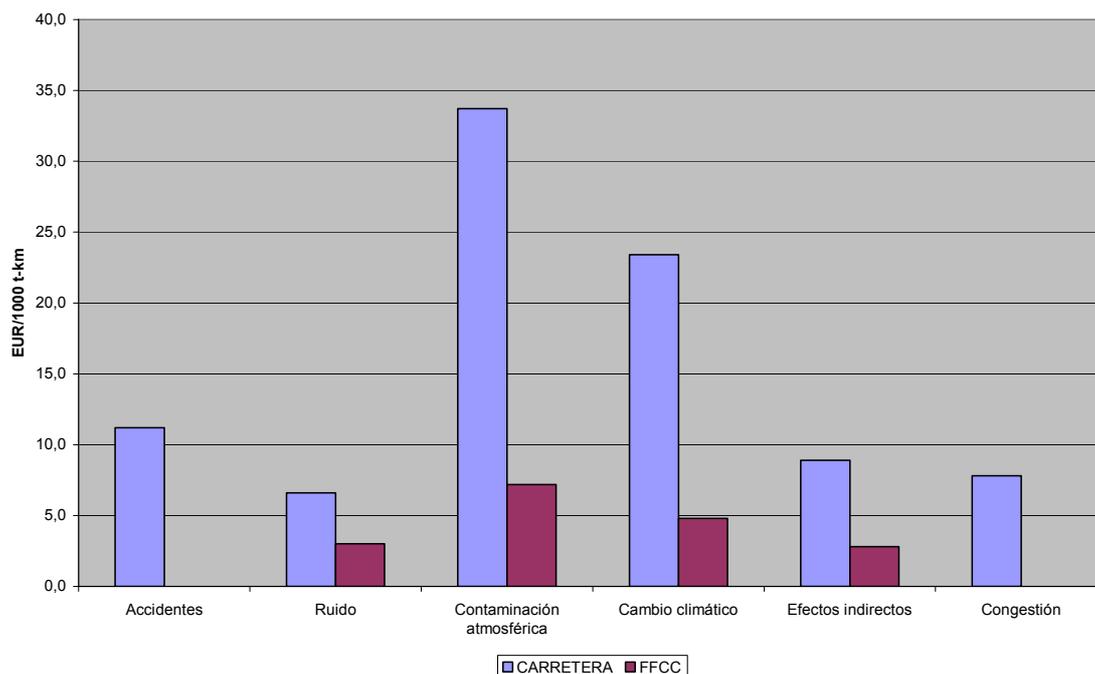
**Tabla 61. Costes externos medios del transporte por carretera y ferrocarril en España**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de INFRAS/IWW (2004)

**Figura 22. Costes externos medios del transporte de viajeros por carretera y ferrocarril en España**

La carretera produce en el transporte de viajeros en España casi tres veces más costes externos que el ferrocarril. Los costes más importantes en la carretera están relacionados con los accidentes, la contaminación atmosférica y el cambio climático. En el transporte por carretera, el medio que más externalidades produce son las motos, seguidas por los automóviles y los autobuses. En el ferrocarril, los costes más importantes son los asociados al cambio climático, contaminación atmosférica y efectos indirectos.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de INFRAS/IWW (2004)

**Figura 23. Costes externos medios del transporte de mercancías por carretera y ferrocarril en España**

En lo referente al transporte de mercancías, la carretera produce unas cinco veces más de costes externos que el ferrocarril por unidad transportada. Los mayores costes de la carretera corresponden a la contaminación atmosférica y el cambio climático, siendo los camiones pequeños los que más costes externos generan. Respecto al ferrocarril, los costes más importantes también son la contaminación atmosférica y el cambio climático.

#### 4.2.9.2. Cálculo del Canon por Costes Externos

El Canon por Costes Externos se calcula a partir del balance de costes externos entre ferrocarril y carretera por unidad transportada.

	VIAJEROS (EUR/1000 p-km)		MERCANCIAS (EUR/1000 t-km)	
	FFCC	Carretera	FFCC	Carretera
<b>Costes Externos</b>	17,6	49,8	17,8	91,6
<b>CANON POR COSTES EXTERNOS</b>	<b>-32,2</b>		<b>-73,8</b>	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 62. Canon por Costes Externos (unitario)**

El canon por costes externos asciende a -32,2 EUR/1000 p-km en el transporte de viajeros y a -73,8 EUR/1000 t-km en el transporte de mercancías. De estos resultados se deduce que, en lo que a costes unitarios se refiere, resulta más eficiente el traspaso de demanda de la carretera al ferrocarril en el transporte de mercancías.

El cálculo del Canon por Costes Externos para los distintos servicios ferroviarios se realiza teniendo en cuenta su aprovechamiento medio (pasajeros y toneladas netas transportadas en cada tren).

SERVICIO FERROVIARIO	Aprovechamiento	Canon por Costes Externos	
	p/tren; t netas/tren	unitario (EUR/1000 p-km; EUR/1000 t-km)	por servicio ferroviario (EUR/tren-km)
<b>Cercanías</b>	149	-32,2	<b>-4,8</b>
<b>Regionales</b>	84	-32,2	<b>-2,7</b>
<b>Larga Distancia</b>	169	-32,2	<b>-5,4</b>
<b>AV</b>	192	-32,2	<b>-6,2</b>
<b>Mercancías</b>	307	-73,8	<b>-22,7</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de *RENFE* (2006a)

**Tabla 63. Canon por Costes Externos según el servicio ferroviario**

De la Tabla 63 se deduce que los trenes más eficientes desde el punto de vista social son los de mercancías. Dentro de los trenes de viajeros, el ahorro de costes externos va descendiendo con la ocupación media según el siguiente orden: *AV*, larga distancia, cercanías y regionales. Por lo tanto, los trenes que mayor compensación por costes externos recibirán van a ser los de mercancías, seguidos por los de *AV*, larga distancia, cercanías y regionales.

#### **4.2.10. Resumen**

En la Tabla 64 se recogen las valoraciones de los distintos cánones según los respectivos parámetros de imputación.

<b>Estaciones de Viajeros</b>	Instalaciones y servicios auxiliares	Mantenimiento y explotación	por viajero	de 0,101 a 0,304
<b>Estaciones de Mercancías</b>			por tren	545,410
<b>Sistema de Tracción</b>			pantógrafo-km	-0,050
			litro de combustible	*
<b>Cambiador de Ancho</b>			por paso	100,000
<b>Gestión del Tráfico</b>	Administrativos, gestión y control del tráfico		tren-km	0,920
<b>Circulación</b>	Mantenimiento y renovación		Tf-km	Red convencional: 0,009. Red AV: 0,0232
<b>Contribución</b>	Inversión	Construcción	plazas-km, aumentando el precio con la velocidad	de 0,0036 a 0,0072
		Modernización y mejoras	tren-km	5,710
<b>Capacidad</b>	Congestión	Para financiar costes de inversión	Coefficiente multiplicativo (de 1 a 2) sobre el Canon por Gestión del Tráfico (tren-km)	de 0,12 a 0,86
<b>Costes Externos</b>	Costes externos	Diferencia de costes ferrocarril-carretera	p-km	-0,032
			t-km	-0,074

\*: valor despreciable en comparación con el resto  
Fuente: elaboración propia

**Tabla 64. Valoración de los Cánones según los parámetros de imputación**

Aplicando los cánones de la Tabla 64 a los trenes más característicos que circulan por la red ferroviaria española y según el nivel de tarificación fijado considerando las características más relevantes de cada servicio ferroviario (rentabilidad, situación del mercado de transporte, carácter de servicio público y contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte), se obtienen los precios recogidos en la Tabla 65.

PARÁMETRO		EUR/tren	EUR/tren-km												
CANON		Estaciones	Sistema Tracción	Gestión Tráfico	Circulación		Contribución		Capacidad		Costes Internos (excepto Estaciones)		Costes Externos	Déficit	Media C. Int. (excepto estaciones)
TREN		P	P	P	P	C	P	C	P	C	P	C	C		P
CERCANÍAS	UTE 440	45,23		0,92	0,18	1,58		5,71		0,86	1,10	8,15	-4,80	3,35	1,14
	UTE 446			0,92	0,18	1,60		5,71		0,86	1,10	8,17	-4,80	3,37	
	UTE 447			0,92	0,18	1,60		5,71		0,86	1,10	8,17	-4,80	3,37	
	UTE 450			0,92	0,38	3,43		5,71		0,86	1,30	10,00	-4,80	5,21	
	UTE 451			0,92	0,19	1,72		5,71		0,86	1,11	8,29	-4,80	3,49	
REGIONAL	UTD 596	8,50	-0,05	0,92	0,06	0,57		5,71		0,23	0,93	6,51	-2,70	3,81	1,05
	UTD 592		-0,05	0,92	0,14	1,29		5,71		0,23	1,01	7,22	-2,70	4,52	
	UTD 592.2		-0,05	0,92	0,16	1,41		5,71		0,23	1,03	7,35	-2,70	4,64	
	UTE 440			0,92	0,18	1,58		5,71		0,23	1,10	7,52	-2,70	4,81	
	UTE 470			0,92	0,18	1,58		5,71		0,23	1,10	7,52	-2,70	4,81	
	UTD 594		-0,05	0,92	0,12	1,11		5,71		0,23	0,99	7,05	-2,70	4,34	
	UTD 598		-0,05	0,92	0,23	2,11		5,71		0,23	1,10	8,05	-2,70	5,35	
	UTE 448			0,92	0,18	1,66		5,71		0,23	1,10	7,60	-2,70	4,89	
LARGA DISTANCIA	LE 252+4 C 10.000	34,20		0,92	3,34			5,71	0,40		4,66	5,71	-5,44	0,27	4,83
	LD 333+4 C 10.000		-0,05	0,92	3,57			5,71	0,40		4,84	5,71	-5,44	0,27	
	LE 252+12 C Talgo			0,92	3,42			5,71	0,40		4,75	5,71	-5,44	0,27	
	UTE 490			0,92	2,17			5,71	0,40		3,49	5,71	-5,44	0,27	
	UTE 101			0,92	5,11			5,71	0,40		6,43	5,71	-5,44	0,27	
AV	LE 252+12 C Talgo	56,16		0,92	9,54		1,19	10,69	0,12		11,76	10,69	-6,18	4,51	13,40
	UTE 104			0,92	8,67		0,85	7,68	0,12		10,56	7,68	-6,18	1,50	
	UTE 100			0,92	13,66		2,30	9,22	0,12		17,00	9,22	-6,18	3,03	
	UTE 102			0,92	10,96		2,29	9,16	0,12		14,29	9,16	-6,18	2,98	
MERCANCÍAS	LE 269	545,41		0,92	0,88	7,88		5,71		0,17	1,80	13,76	-22,66	-8,90	1,77
	LD 319		-0,05	0,92	0,88	7,92		5,71		0,17	1,75	13,80	-22,66	-8,85	

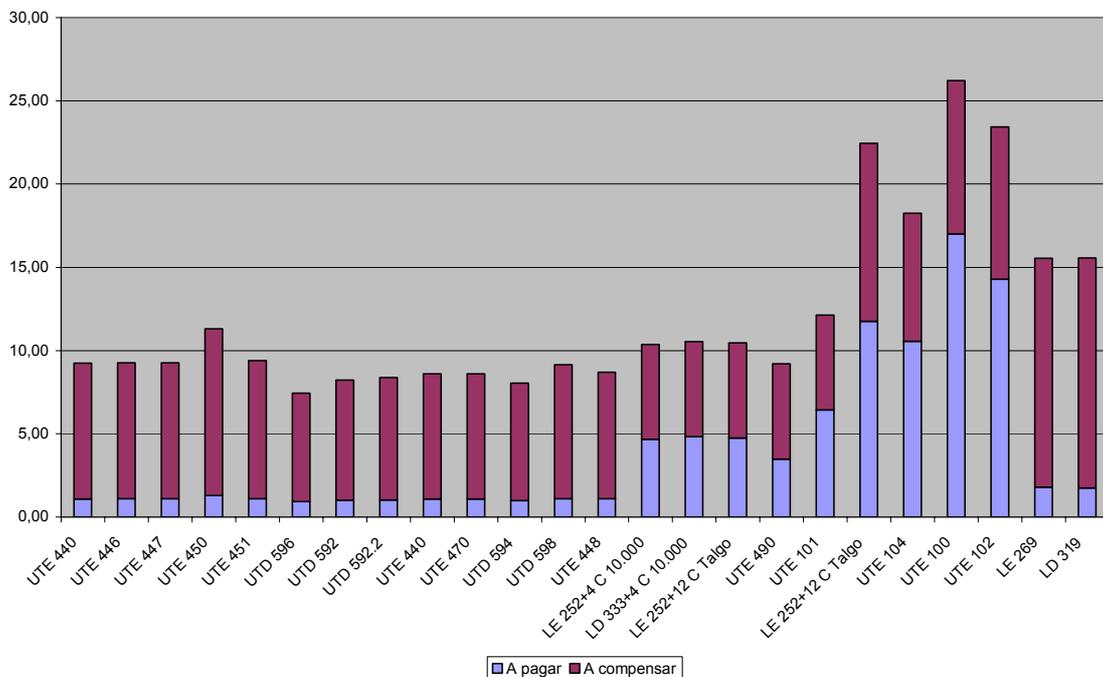
Notas: Se descuenta a trenes diesel el Canon por Sistema Tracción de los trenes eléctricos. TALGO AV se asimila a Larga Distancia TALGO cuando circula por líneas convencionales; en ese caso debe pagar el Canon por Cambiador de Ancho (100 EUR/uso). P: a pagar por el operador; C: a compensar con el Canon por Costes Externos

**Tabla 65. Precios del Canon propuesto para la red ferroviaria española**

De la columna en gris de la Tabla 65 se deduce que, en orden decreciente, la carga total a pagar (excepto estaciones y cambiadores de ancho) por cada tipo de tren asciende a:

- Trenes de *AV*: se les aplica el precio mas alto (entre 10,56 y 17,00 EUR/tren-km), debido principalmente a la magnitud de su Canon por Circulación.
- Trenes de Larga Distancia: soportan una carga total intermedia (entre 3,49 y 6,43 EUR/tren-km). La mayor parte de la carga total a pagar por estos trenes también proviene del Canon por Circulación.
- Trenes de mercancías: se les imputa un bajo nivel de tarificación (1,75-1,80 EUR/tren-km). Los Cánones por Circulación y por Gestión del Tráfico suman la mayor parte de la totalidad del precio a pagar por estos trenes.
- Trenes de cercanías y regionales: soportan las cargas totales mas bajas (entre 1,10 y 1,30 EUR/tren-km los primeros y entre 0,93 y 1,10 EUR/tren-km los segundos), correspondiendo la mayor parte al Canon por Gestión del Tráfico.

Puesto que el pago de la infraestructura se ha relacionado con la distancia recorrida por cada tren, mientras que las estaciones se cobran según su utilización directa (número de viajeros o de trenes de mercancías), el Canon Total a pagar (columna de Costes Internos excepto Estaciones) aparece en tren-km, mientras que el Canon por Estaciones, aparece por tren.



Fuente: elaboración propia

**Figura 24. Canon Total (excepto estaciones) según el tipo de tren**

De la Figura 24 se deduce que (excluyendo las estaciones), los trenes que mayor Canon Total deben pagar son los de *AV* (en torno a 13 EUR/tren-km; el precio total aumenta para los de mayores prestaciones y disminuye para el resto. A continuación se sitúan los de larga distancia (que pagan en torno a 5 EUR/tren-km). El resto de trenes de viajeros (cercanías y regionales) y de mercancías soportan cánones muy inferiores (en torno a 1 y 2 EUR/tren-km de media).

Las mayores partidas de costes no imputados corresponden a trenes de mercancías (casi 14 EUR/tren-km), regionales y cercanías (en torno a 8 EUR/tren-km).

#### **4.2.11. Análisis de resultados**

##### **4.2.11.1. Importancia del efecto compensador del Canon por Costes Externos**

En la Tabla 65 (columna “Déficit”) se observa que El Canon por Costes Externos supera la totalidad de los costes internos a compensar en los trenes de mercancías. Por lo tanto, en lo que a estos servicios ferroviarios se refiere, el ahorro en costes externos supera los costes no imputados a los operadores. Respecto a los trenes de larga distancia, el Canon por Costes Externos compensa casi totalmente los costes no imputados. Sin embargo, para el resto de servicios ferroviarios, el Canon por Costes Externos es menor que los costes no imputados, por lo que el sistema de compensación no alcanza a cubrir los costes no pagados por los operadores. En estos casos la subvención adicional de costes por el uso de la infraestructura ferroviaria podría justificarse por las razones anteriormente comentadas (su gran magnitud, obligaciones de servicio público, gestión de la demanda, etc.).

De todos modos hay que resaltar que, en todos los casos, el déficit es inferior al Canon por Contribución, lo cual quiere decir que, considerando el sistema de tarificación en su conjunto, se están cubriendo todos los costes de la infraestructura ferroviaria menos una parte de los de inversión.

Para evaluar la importancia de la compensación del Canon por Costes Externos, puede compararse el ahorro anual en costes externos con la inversión anual en infraestructura ferroviaria (construcción, modernización y mejoras). De la Tabla 66 se deduce que el ahorro en costes externos derivado de la demanda de transporte atendida por ferrocarril (en lugar de hacerlo con el transporte por carretera) alcanza el 30%. Por lo tanto, esta cifra pone de manifiesto dos importantes resultados:

- En primer lugar, que el ahorro de costes externos es muy significativo (hay que tener en cuenta que en 2005 se estaban construyendo en España hasta seis líneas de *AV*, con una inversión cercana a los 2.800 millones de euros –*ADIF*, 2006-)
- En segundo lugar, que la metodología propuesta alcanza a justificar casi la tercera parte de la inversión en infraestructura ferroviaria.

COSTES EXTERNOS	Viajeros		Mercancías	
	Carretera	FFCC	Carretera	FFCC
Costes Externos (EUR/1000 p-km; EUR/1000 t-km)	49,8	17,6	91,6	17,8
Demanda atendida por el ferrocarril (millones p-km; t-km)	19.808,6		11.070,6	
Costes Externos producidos (millones EUR)	986,5	348,6	1.014,1	197,1
Diferencia ferrocarril-carretera (millones EUR)	<b>-637,8</b>		<b>-817,0</b>	
<b>Ahorro en Costes Externos (millones EUR)</b>				<b>1.454,8</b>

INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA (millones EUR)	
ADIF	3.532,1
Dirección General Ferrocarriles	1.308,6
<b>TOTAL</b>	<b>4.840,6</b>
<b>% Ahorro en Costes Externos/Inversión</b>	<b>30</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos de INFRAS/IWW (2004), *RENFE* (2006a) y Ministerio de Fomento (2006)

**Tabla 66. Justificación de la inversión a través de la compensación por costes externos**

#### 4.2.11.2. Comparación con otros sistemas tarifarios

Antes de comenzar hay que aclarar que, debido a complejidad de los sistemas de tarificación, a las diferencias entre ellos y a las distintas características de las redes ferroviarias y trenes de los distintos países, las comparaciones que siguen no son exactas, sino que solamente establecen relaciones a grandes rasgos.

A continuación se compara el nivel de tarificación del sistema propuesto en su aplicación a la red ferroviaria española con el de otros países. Para la comparación, los cánones no incluyen el uso de las estaciones, ya que este canon varía mucho según la congestión existente en la red de cada país y los datos homogeneizados a nivel europeo de los que se dispone no incluyen ningún coste de estaciones (ni mantenimiento y explotación, ni congestión). En estas comparaciones también hay que tener en cuenta que, al internalizarse el coste de congestión en estaciones junto con el de línea en el Canon por Capacidad propuesto, el precio del canon según la aplicación de la metodología a la red española puede estar un poco sobrevalorado.

Se presenta a continuación la Tabla 67, en la que figuran ordenados de menor a mayor precio el canon medio establecido en algunos sistemas de tarificación europeos y el correspondiente a la aplicación en España de la metodología propuesta.

PAIS	Tren convencional de pasajeros (EUR/tren-km)	PAIS	Tren de mercancías (EUR/tren-km)
España	0,31	España	0,18
Países Bajos	1,10	Suecia	0,45
Portugal	1,60	Países Bajos	0,68
Suecia	1,60	Francia	1,10
Austria	1,72	Bélgica	1,61
Dinamarca	1,87	<b>Aplicación Sistema Tarificación a España</b>	<b>1,77</b>
Bélgica	1,95	Portugal	1,90
Suiza	2,20	Italia	2,08
Italia	2,41	Reino Unido	2,23
Francia	4,40	Suiza	2,54
Reino Unido	4,41	Dinamarca	2,80
<b>Aplicación Sistema Tarificación a España</b>	<b>4,75</b>	Austria	3,16
Alemania	5,05	Alemania	3,83

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ministerio de Fomento (2005b) y ECMT (2005a)

**Tabla 67. Comparación del canon propuesto (excepto estaciones) con el de algunos países europeos**

De la Tabla 67 se deduce que, en el caso de los trenes convencionales de viajeros, la carga resultante de la aplicación de la metodología propuesta a la red ferroviaria española (valor medio de LE 252+4 C 10.000 y LD 333+4 C 10.000) tiene un precio elevado, similar a los mas altos de Europa. Este parecido nivel de tarificación a

Alemania, Reino Unido y Francia puede explicarse porque tanto en estos países como en la metodología propuesta se fijó el nivel de recuperación de costes entre los marginales y los totales. Respecto a los trenes de mercancías, la carga resultante se sitúa en torno a la media europea.

Las cargas resultantes de la aplicación de la metodología son mucho más elevadas que las vigentes en España; esta gran diferencia puede explicarse por el hecho de que, en el sistema de tarificación español (Ministerio de Fomento, 2005b), los trenes que circulan por la red convencional ni siquiera llegan a pagar los costes de gestión del tráfico ferroviario, que ascienden a 0,92 EUR/tren-km, centrándose la recuperación de costes en los trenes que circulan por la red de *AV* (por otro lado, la recuperación de costes por el uso de las estaciones también tiene una gran importancia relativa, con el 35% de los ingresos totales procedentes del Canon –Ministerio de Fomento, 2001-). Así pues, los resultados recogidos en la Tabla 68, indican que el nivel de tarificación del sistema propuesto es mucho más elevado que el vigente en España.

	OM 2005	Canon propuesto
	EUR/tren-km	
<b>Cercanías (UTE 446)</b>	0,27	1,10
<b>Regionales (UTD 598)</b>	0,33	1,10
<b>Larga Distancia (LE 252+C 10.000)</b>	0,31	4,66
<b>Alta Velocidad (UTE 100)</b>	7,32	17,00
<b>Mercancías</b>	0,18	1,80

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ministerio de Fomento (2005b)

**Tabla 68. Comparación del canon propuesto (excepto estaciones) con el vigente en España**

## 5. CONCLUSIONES, APORTACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### 5.1. CONCLUSIONES

#### 5.1.1. Sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa

Según la bibliografía analizada, la normativa de transportes de la *UE* y el análisis de aplicaciones reales de sistemas de tarificación de la infraestructura ferroviaria en Europa, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

1) **El proceso de apertura del mercado ferroviario en Europa** ha llevado al establecimiento de diversos sistemas de tarificación por el uso de la infraestructura ferroviaria. Pese a las grandes diferencias existentes entre ellos, todos los casos se sitúan entre dos modelos teóricos: la tarificación según el coste marginal social y según el coste medio. Las características principales de ambos modelos son (Calvo et al, 2007):

- Tarificación en base al coste marginal social: recupera costes internos y externos directamente relacionados con la circulación del tren, utilizando para ello cargas variables (tarifa simple). Debido a esta relación entre el uso y el coste, este sistema es ideal para gestionar la demanda y contribuir a mejorar la eficiencia del sistema de transporte en su conjunto. Como principales inconvenientes, están la dificultad en la estimación de los costes marginales y el bajo nivel de recuperación de costes internos (en torno al 10% del coste total de la infraestructura). Aplicado en países como Suecia, Suiza y Dinamarca donde, por encima de la recuperación de costes, prima la reducción del coste social del sistema de transportes.
- Tarificación según el coste medio: puesto que el objetivo es la recuperación total de costes, las cargas se fijan por encima de los costes marginales, mediante la utilización de los precios de *PR* (incrementando las cargas variables por encima de los costes marginales para aquellos servicios menos sensibles a los precios) o de la tarifa dual (compuesta por cargas fijas y variables), pero sin llegar a imputar el coste

total, ya que el elevado coste de la infraestructura ferroviaria hace inviable su traspaso a los operadores (al menos en su totalidad). En la práctica se aplica en aquellos países con mayor control presupuestario en cuanto a inversión pública y por aquellos gestores de infraestructura obligados a actuar bajo un enfoque más comercial (Alemania, Reino Unido, Francia, Italia y España), llegando a recuperar hasta un 65% del coste total, siendo el resto subvencionado por el estado (principalmente los costes de construcción y mejora de la infraestructura). La principal ventaja de este método es que permite incrementar la recuperación de costes (normalmente, recupera la totalidad de los costes variables y parte de los fijos). Como principales inconvenientes, pueden citarse el establecimiento de unas tarifas más altas, la dificultad en la estimación e imputación de los costes de inversión asociados a la construcción y mejora de la red ferroviaria, y la menor relación del sistema de tarificación con el uso de la infraestructura, al referirse algunas cargas a costes fijos. Por último, la implantación de cargas fijas puede ser una barrera de entrada para los pequeños operadores, por lo que existe una tendencia a eliminarlas del sistema.

2) Aparte de fundamentarse en **distintos principios de tarificación**, los cánones de cada sistema utilizan una gran variedad de parámetros de imputación para recuperar costes similares (lo cual complica el cálculo del canon total en un itinerario internacional) y adolecen de falta de claridad en la relación coste-canon, lo cual resta transparencia a los sistemas establecidos (aspecto que pone en peligro la aceptación del sistema de tarificación por parte de los usuarios). Por último, se basan en datos de costes de muy diversa procedencia (estudios científicos, cuentas de las compañías ferroviarias y gestores de infraestructura, etc.), lo cual resta eficiencia a las cargas y propicia distintos niveles de tarificación.

3) Respecto al **tratamiento y recuperación de los costes** derivados de la puesta a disposición y uso de la infraestructura ferroviaria:

- Costes de mantenimiento y renovación: estos costes se recuperan (total o parcialmente) en todos los sistemas analizados. Para su imputación se utilizan muy diversos parámetros y mecanismos de modulación. En muchas ocasiones

(Dinamarca, Francia, Alemania, Italia y España), estos costes se recuperan conjuntamente (a través del mismo canon) con otros costes de distinta naturaleza (gestión del tráfico, congestión), lo cual provoca una falta de eficiencia en el sistema.

- Costes de gestión y control del tráfico. En todos los casos analizados se incluyen en este apartado los costes administrativos del gestor de infraestructura. Estos costes se recuperan tanto a través de cánones fijos (que suelen recuperar también costes financieros), tal y como ocurre en Francia, Italia, España y en el Reino Unido, como variables (que suelen recuperar también costes de mantenimiento), situación que se observa en Suiza, Dinamarca, España, Francia y Alemania. Por lo tanto, además de diversidad en los cánones, se aprecia de nuevo falta de transparencia.
- Costes del sistema de tracción. En ningún caso se ha encontrado un canon específico por el uso de los puntos de suministro de combustible para los trenes diesel, por lo que se supone los costes asociados se recuperan a través de un incremento sobre el precio del combustible. Respecto al sistema de electrificación, existe una diferencia fundamental: la inclusión de los costes de mantenimiento y explotación del sistema en el precio de la energía consumida (Francia, Suiza) ó la creación de un canon específico basado en el uso (Reino Unido, primer sistema de tarificación establecido en España), predominando la primera opción.
- Costes por el uso de las estaciones de viajeros. Normalmente, de estas instalaciones se recuperan los costes de mantenimiento y explotación. Los cánones establecidos para recuperar dichos costes suelen estar modulados con el consumo de capacidad en las estaciones (a través del tiempo de ocupación de sus vías) y su grado de congestión.
- Costes por el uso de las estaciones de mercancías: en general, se ha observado una cierta homogeneidad en la recuperación de los costes asociados a estas instalaciones. Normalmente, se imputan los costes de mantenimiento y explotación a través del tiempo de permanencia en las mismas, cobrándose los servicios auxiliares (maniobras, grúas, etc.) aparte, a través de cargas según el uso.

- Costes de inversión. A pesar de que en su gran mayoría son soportados por los presupuestos generales del Estado, los países que tratan de recuperar costes por encima de los marginales imputan algunos costes de inversión (intereses, financiación de mejoras, parte de la amortización) a los operadores. En general, la cuantía traspasada aumenta en función del potencial de beneficio económico del servicio ferroviario, la calidad de la infraestructura y el nivel de congestión. Su imputación es muy variada, utilizándose cánones fijos (en Francia y en el Reino Unido –concesiones de viajeros-), cánones variables (en el Reino Unido, Suiza y España) e incrementos sobre los cánones variables (Alemania). Los únicos costes de inversión que se imputan en su totalidad a los operadores son los derivados de la construcción de instalaciones concretas, como algunos puentes, estaciones y cambiadores de ancho. En estos casos los mecanismos de cobro también difieren, predominando el cobro por uso, aunque también se da la financiación cruzada (a través de un canon aplicable a la circulación en la red general).
  
- Costes de congestión. Obviamente, las cargas por congestión adquieren una mayor importancia en aquellas redes más congestionadas (Francia, Alemania, Italia, Suiza y Reino Unido), para gestionar la demanda y así potenciar el máximo aprovechamiento de la capacidad de la infraestructura, aunque a veces, el consumo de capacidad en redes poco congestionadas también se utiliza para incrementar el nivel de tarificación (España). Se da una falta de transparencia en la relación canon-coste, ya que en la mayoría de los sistemas no se deja claro a los operadores a qué se destinan los recursos económicos así obtenidos. La *UE* recomienda que estos recursos se reinviertan en la infraestructura ferroviaria; en los pocos sistemas que explican su destino, dichos recursos se dedican a cubrir costes administrativos y de gestión del tráfico, así como costes de inversión. Normalmente se tratan por separado las líneas ferroviarias y las estaciones, enfoque que se considera erróneo, ya que cuando un tramo de línea está congestionado es el tiempo total empleado en recorrerlo el que indica el consumo de capacidad (ya que incluye tanto en tiempo de circulación como las paradas), y por lo tanto dicha división complica innecesariamente los sistemas. En general, la imputación de costes de congestión en línea se realiza modulando el precio de los surcos (carga variable) según el grado de

congestión, la prioridad en la circulación y el consumo de capacidad, aunque a veces también aumenta con aspectos ajenos a la congestión, como la calidad de la infraestructura y el potencial de beneficios del servicio ferroviario (Alemania, Francia y España). En algunos casos (Francia, Italia), la parte fija de la tarifa también aumenta su precio con el nivel de congestión. Respecto a los costes de congestión en las estaciones, normalmente se cobra por separado la ocupación de las vías de andén de las vías de apartado. El canon por vía de andén suele cobrarse por parada comercial (Alemania, España, Francia y Suiza), aumentando en ocasiones según la importancia de la estación (como referencia indirecta a su grado de congestión) y/o el tiempo de ocupación. Respecto a la utilización de las vías de apartado, se establecen cánones según el tiempo de ocupación (España, Francia y Suiza). Italia es un caso aparte en cuanto al cobro por los costes de congestión, ya que establece un canon en línea por distancia recorrida, y otro en áreas situadas en torno a las grandes ciudades y nudos ferroviarios por tiempo de permanencia.

- Costes externos. A pesar de las recomendaciones de la política de transportes de la *UE*, pocos países han incluido los costes externos en su sistema de tarificación. El tratamiento de estos costes es contradictorio según el país considerado, así pues, en países como Dinamarca y Suiza se aplican cánones “negativos” (que reducen el canon total a pagar) para los trenes de mercancías, mientras que en Suecia y Suiza se aplican cánones “positivos” por los costes externos producidos. Aparte de estos cánones “negativos”, en otros países como Dinamarca, Francia e Italia existen descuentos para los trenes de mercancías, con el objetivo de trasvasar tráficos desde la carretera. Se observa que únicamente en aquellos países donde el sistema de tarificación por el uso de la carretera es similar al ferroviario (Suecia), o donde existen cargas por costes externos por el uso de la carretera (Suiza), se imputan al ferrocarril los costes externos que produce, algo comprensible si se quieren salvaguardar las condiciones de competencia entre ambos modos. Por último, cabe reseñar que los costes externos considerados (contaminación atmosférica asociada a la tracción diesel, ruido y accidentes) y su forma de imputación también difieren de unos países a otros.

4) Debido a la **diversidad de los sistemas de tarificación**, para poder comparar el nivel de tarificación entre los países analizados ha habido que realizar una serie de simplificaciones, como considerar únicamente trenes convencionales y no tener en cuenta los pagos asociados a las estaciones. De dicha comparación se concluye que:

- Respecto al canon a pagar por un tren de viajeros, los países que aspiran a una mayor recuperación de costes (con índices de cobertura entre el 40 y el 65%), como Francia, Alemania y el Reino Unido, fijan el canon más alto (entre 4,40 y 5,05 EUR/tren-km). La gran excepción es España, que con un índice de cobertura situado en torno al 50% aplica el menor canon de todos los países, hecho que pone de manifiesto que el sistema español basa la recuperación de costes en los trenes de *AV*, tarificando a un nivel mínimo a los trenes convencionales (13 veces menor para los de viajeros y 42 veces menor para los de mercancías), que no llegan a pagar ni los costes de gestión y control del tráfico ferroviario.
- La relación nivel de recuperación de costes-nivel de tarificación para los trenes de mercancías no está tan clara, probablemente por las numerosas subvenciones y descuentos concedidos a estos tráficos, pero aún así se advierte también una cierta concordancia. Así pues, Alemania y el Reino Unido siguen aplicando cánones elevados (entre 2,23 y 3,83 EUR/tren-km); en el otro extremo, países con una política muy orientada a la sostenibilidad del sistema de transportes (como Suecia y los Países Bajos) o al trasvase de tráficos desde la carretera (España y Francia) aplican cánones mucho menores (entre 0,18 y 1,10 EUR/tren-km respectivamente).

5) En lo referente al *tratamiento de la infraestructura*, se ha observado una división espacial (por líneas y/o tramos, según nivel de tráfico) y temporal (en periodos horarios) de las redes ferroviarias. Esta división tiene como objetivos recuperar los costes asociados al consumo de capacidad y gestionar la demanda de uso de la red, siendo tanto más compleja cuanto más congestionada está la red en cuestión (Alemania, Francia y Reino Unido). Independientemente del grado de congestión existente en la red estatal, es muy frecuente la discriminación espacial y/o temporal en las líneas adscritas a importantes núcleos de cercanías. Por otro lado, la diferenciación espacial también tiene

que ver con el incremento de recuperación de costes en aquellas líneas en las que se ha llevado a cabo un esfuerzo inversor adicional (construcción, modernización, mejoras)

6) Se aprecia una cierta uniformidad en el **tratamiento del material móvil**: los sistemas de tarificación analizados suelen imputarle distinto nivel de costes según dos variables fundamentales. La primera de ellas es el deterioro que causan en la infraestructura (a través de características como su peso, velocidad, etc.); la segunda es el tipo de tráfico (viajeros o mercancías), que además de estar indirectamente relacionada con el deterioro también tiene mucho que ver con costes de congestión y medioambientales. Como excepciones a esta tendencia general pueden citarse las subvenciones a los trenes de mercancías (Francia, Dinamarca, Suiza) y el caso de España, donde el peso de estos trenes no influye en su canon.

7) Por último, puede decirse que, si bien potenciar el transporte ferroviario era uno de los objetivos fundamentales de la liberalización del sector ferroviario y del consiguiente establecimiento de las cargas por el uso de la infraestructura (procesos iniciados en torno a 1991), la falta de interoperabilidad entre los sistemas de tarificación se ha revelado como un obstáculo más para el tráfico ferroviario internacional.

### **5.1.2. Sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria en España**

El análisis (remitido al Anexo I) se ha centrado fundamentalmente en las *OM* de 2003 y 2005, así como en la Memoria Económica de la *LSF*, pudiendo concluirse que:

1) Ambas *OM* se caracterizan por tener un **enfoque** más “**empresarial**” (garantizar la viabilidad económica tanto de *RENFE*, como de *ADIF*), que “empírico” (fijación de los respectivos cánones a partir de estudios de costes desagregados). Este enfoque ayuda a limitar el déficit del Estado, pero desvincula los cánones de los costes generados por el uso de la infraestructura, lo cual resta eficiencia al sistema.

2) En ambas *OM* **se trata de recuperar por encima de los costes marginales** (incluso algunos costes de inversión) en las líneas de *AV*, mientras que en la red convencional se tarifica a nivel mínimo (costes marginales). Esta discriminación de precios está

inspirada en los *PR*. Esta política tarifaria da lugar a que el canon a pagar por los trenes de *AV* sea unas 15 veces mayor que un tren convencional de viajeros y unas 40 veces superior al de un tren de mercancías.

4) El canon vigente en la actualidad (definido en la *OM* de 2005) se basa en una **tarifa dual**, cuyo canon de acceso es semifijo (horquilla de precios según tráfico previsto). Respecto a los cánones variables, es de destacar que el canon por circulación no tiene en cuenta ni el peso total, ni el peso por eje del tren, lo cual lo desvincula de los costes de mantenimiento que trata de recuperar. Incluye cánones por el consumo de capacidad (tanto en línea como en estaciones), pero no aplica ningún canon por costes externos.

### **5.1.3. Sobre los costes de la infraestructura ferroviaria. Propuesta de cánones y parámetros de imputación**

Para basar el sistema de tarificación en unos costes lo más cercanos posible a la realidad, se han analizado estudios detallados de costes realizados a nivel nacional en determinados países, cuentas de gestores de infraestructura ferroviaria y estudios de la UIC e INFRAS/IWW a nivel europeo. A continuación se proponen una serie de cánones y por último, unos parámetros de imputación que reflejan lo más fielmente posible los costes. Se incluyen a continuación las conclusiones más importantes.

1) Excepto en lo referente a algunos costes (mantenimiento, renovación y costes externos), **no se han encontrado estudios de costes completos** (falta de partidas de costes en algunos de ellos y falta de datos sobre costes marginales en otros) de ámbito europeo o de aplicación general. Por ello la propuesta de imputación de costes del sistema de tarificación que se está desarrollando se basa en un sistema “top-down” mejorado ya que, cuando es posible, reparte los costes teniendo en cuenta fórmulas matemáticas o pesos que ayudan a reflejar mejor los costes realmente producidos por cada tren. En cuanto a su estructura, el sistema se basa en una “tarifa multicriterio” (cada canon destinado a recuperar un tipo de coste), compuesta por los cánones que se van a ir describiendo en los siguientes puntos.

2) Los **costes de las estaciones de viajeros** son fijos en su mayor parte. No se han encontrado estudios de costes detallados sobre estas instalaciones, por lo que para su valoración se ha propuesto recurrir a las cuentas del gestor de la red ferroviaria. En los sistemas de tarificación analizados se ha observado una agregación de los costes de mantenimiento y explotación con los costes de congestión en estaciones. En la metodología propuesta, y para hacer más transparente el sistema, se han desagregado dichos costes; así pues, el consumo de capacidad en estaciones se incluye en el consumo de capacidad total en el tramo recorrido. Puesto que los costes de las estaciones varían según las prestaciones requeridas por los tráficos a los que atienden (*AV*, cercanías, regionales, etc.), se imputa su coste según el uso (parámetro de imputación: número de viajeros), pero ponderando el Canon por Estaciones de Viajeros en función del servicio ferroviario correspondiente (canon mínimo para los trenes regionales, el doble para los de larga distancia y el triple para los de *AV* y cercanías).

3) Los **costes de las estaciones de mercancías** pueden dividirse entre los costes asociados al mantenimiento y operación de las mismas (vías, ordenación del tráfico, etc.), y los costes de la explotación de los servicios auxiliares que ofrecen (maquinaria para el transbordo de mercancías, maniobras, etc.); los segundos tienen un mayor carácter variable que los primeros. Por lo tanto, se considera que deben imputarse separadamente, los primeros en función del uso de las estaciones (número y tiempo de ocupación de vías) y los segundos en función del uso de los servicios auxiliares. Pero la falta de datos detallados desagregados (las cuentas de los gestores de infraestructura no suelen desglosar entre los costes de las estaciones en sí mismas y de los servicios auxiliares) y de estudios específicos que incluyan todos los costes complica su valoración por separado. Por lo tanto, debido a estas limitaciones y para una aplicación a gran escala, se ha propuesto la imputación del Canon por Estaciones de Mercancías por cada tren.

4) Los **costes del sistema de tracción** (fijos en su mayor parte) son mucho mayores en el caso de la tracción eléctrica que en la tracción diesel, debido a la gran importancia de activos (catenaria, subestaciones, líneas de derivación, etc.) que la primera requiere. No se han encontrados datos asociados al sistema de suministro de combustible a los trenes diesel, sino que habitualmente son incluidos en los costes de mantenimiento y operación

generales del gestor. Lo mismo suele ocurrir con los costes del sistema de electrificación, pero en este último caso sí que se han encontrado algunos datos desagregados. Se propone imputar a través del Canon por Sistema de Tracción los costes de mantenimiento y operación de estas instalaciones, adscribiéndose su coste de construcción o modernización al canon que recupera los costes de inversión. El parámetro de imputación para los trenes eléctricos será el pantógrafo-km, por estar relacionado directamente con el deterioro de la catenaria e indirectamente con el uso de subestaciones y líneas de derivación. Respecto a los trenes diesel, los costes de las estaciones de abastecimiento de combustible se imputarán según su uso, en función de los litros repostados. La energía eléctrica y el combustible consumidos deben cobrarse aparte, preferiblemente a través de contadores instalados a bordo de los trenes.

5) **Costes administrativos y de gestión y control del tráfico ferroviario** aparecen ligados en la gran mayoría de los sistemas de tarificación analizados. Esta agregación de costes, junto con el hecho de que gran parte de los costes administrativos tengan que ver con la relación gestor-operador (gestión de solicitudes de surcos, elaboración de horarios, intercambio de información, etc.) justifica que en el sistema propuesto también se imputen conjuntamente, a través del “Canon por Gestión del Tráfico”. A pesar de que son costes fijos, varían según la tecnología del sistema de control de tráfico, pero no se han encontrado estudios de costes desagregados según ese aspecto. Puesto que, en general, no dependen del tipo de tren, se imputan a través del indicador genérico tren-km.

6) Respecto los **costes de mantenimiento y renovación**, solamente una pequeña parte de los estudios de ámbito europeos son públicos, lo cual limita mucho su aplicación al campo de la investigación. En lo referente a estudios de ámbito nacional, la utilización de distintas definiciones de costes y bases de datos también limita la extrapolación de resultados. Los costes de mantenimiento y renovación son fijos en su mayor parte (superior al 70%), siendo los segundos son de mucha mayor entidad que los primeros (como mínimo, el doble). Debido a su casuística (varían con las cargas estáticas y dinámicas de los trenes, así como con las características de la infraestructura), se ha decidido imputarlos a través del parámetro “tonelada ficticia-km” (que tiene en cuenta las características de cada tren) y diferenciando entre líneas convencionales y de *AV*. La

tonelada ficticia es un indicador definido por la UIC (1989) actualizado para la presente propuesta metodológica para diferenciar entre trenes convencionales y la gran variedad de unidades de tren (diesel y eléctricas) existentes en la actualidad, que producen distinto deterioro de la infraestructura. El canon utilizado para recuperar estos costes se ha denominado “Canon por Circulación”.

7) Respecto a los **costes de inversión** en la infraestructura ferroviaria, se ha constatado que se trata de costes muy variables (según la orografía, tipo de línea, duración de la obra, país, etc.), de gran magnitud (entre 9 y 48 millones de euros/km para la construcción de una línea de *AV*), largo periodo de amortización (entre 30 y 100 años, según el elemento considerado) y muy poco relacionados con el tráfico, por lo que no suelen imputarse a los operadores, siendo soportados en su mayoría por los presupuestos de los respectivos estados. Siguiendo las orientaciones de la Directiva 2001/14/CE y de las experiencias de tarificación analizadas, se ha propuesto imputar a través del denominado Canon de Contribución una parte de los costes de inversión tan sólo a aquellos servicios ferroviarios que puedan soportarlo; el nivel de imputación de estos costes a cada segmento del transporte ferroviario dependerá de su potencial de beneficios, elasticidad de la demanda, obligaciones de servicios público, objetivos generales de política de transportes, etc. Los costes de inversión se han dividido entre los referentes a la construcción de nuevas líneas y a la mejora de las existentes. Hoy en día en Europa (exceptuando cortos ramales de cercanías), la construcción de líneas se refiere principalmente a líneas de *AV*. Teniendo en cuenta lo anterior, el parámetro de imputación serán las plazas-km, aumentando el precio con la velocidad, para los trenes que circulan por la red *AV* (aspectos relacionados con la cantidad y calidad de la oferta, y por ello, con el potencial de beneficios), y el tren-km para los trenes que circulan por la red convencional. Los ingresos obtenidos a través del Canon por Capacidad también se dedican a financiar mejoras.

8) Respecto a los **costes externos**, se han considerado los de mayor importancia en cuanto a coste total en EUR-17 y aquellos que tienen una mayor relación con el tráfico: congestión, accidentes, ruido, contaminación atmosférica, cambio climático y efectos indirectos. Estos costes se tienen en cuenta a través del Canon por Costes Externos (parámetros de imputación: pasajero-km y tonelada neta-km), que consiste en el balance

de costes externos ferrocarril-modo de transporte alternativo para satisfacer una determinada demanda. Generalmente, el competidor más directo del ferrocarril es la carretera. En este caso el balance es muy favorable al modo ferroviario, que produce entre cuatro (transporte de viajeros) y seis veces (mercancías) menos costes externos, resultando un “canon negativo” que compensa parte de los costes internos a imputar a los operadores ferroviarios (cuanto mayor beneficio social genere un servicio ferroviario, menos costes internos debe asumir). Puesto que todos los países subvencionan la práctica totalidad de los costes de inversión en la infraestructura ferroviaria, el Canon por Costes Externos puede entenderse también como una herramienta para justificar la inversión en la infraestructura ferroviaria.

9) Los **costes asociados a la congestión** en el ferrocarril son muy difíciles de evaluar, ya que varían tanto espacialmente (de una línea a otra), como temporalmente (periodo del día). Por otro lado, en situaciones de elevada demanda, el establecimiento del precio por la asignación de surcos es un proceso complicado, ya que tiene que ajustarse a su valor de mercado. Por último la decisión de asignar un determinado surco al servicio de mayor valor económico o al que mayor beneficio social genera tampoco facilita las cosas. Los aspectos anteriormente enunciados tienen mucho que ver con que no se haya encontrado ningún estudio aplicable a nivel general. Por lo tanto, los costes de congestión en el ferrocarril no se han incluido en el Canon por Costes Externos, sino que se han considerado aparte, a través del Canon por Capacidad. Estos costes se han analizado desde dos puntos de vista: el aumento de riesgo y duración de los retrasos por la circulación de un tren adicional en una línea congestionada y el coste de oportunidad que supone la utilización de la capacidad de la infraestructura ferroviaria. Para su imputación se ha tenido en cuenta además el papel del proceso de asignación de surcos en la gestión del tráfico ferroviario; por ello se ha propuesto la imputación de los costes de congestión a través de un coeficiente multiplicativo que afecte al Canon por Gestión del Tráfico (ya que la saturación de una línea dificulta la gestión y el control del tráfico en la misma); dicho coeficiente aumenta según el grado de congestión (a través de los periodos horarios) y las características del surco (en función de la prioridad, calidad y capacidad consumida).

#### 5.1.4. Sobre el nivel de tarificación propuesto

La metodología propuesta se basa en una estructura básica fácilmente adaptable a los condicionantes internos y externos de cada red ferroviaria. Para esta adaptación se tienen en cuenta aspectos como la sensibilidad de cada servicio de transporte al incremento de costes derivado del canon, su contribución a la sostenibilidad del sistema de transporte, su carácter de servicio público y las características de la infraestructura por la que circula. Fruto de dicha adaptación se ha obtenido el nivel de tarificación a imputar a cada servicio ferroviario, para lo cual también se han considerado las directrices de la política de transportes de la *UE*, orientaciones de la teoría económica y de experiencias reales de tarificación de infraestructuras. El resultado de la adaptación del sistema de tarificación a un caso general ha sido el establecimiento de distintos niveles de tarificación según el servicio ferroviario:

- 1) **Nivel mínimo de tarificación.** Se aplica a los servicios ferroviarios que más contribuyen a la sostenibilidad del sistema de transportes en su conjunto, de mayor interés social y más sensibles al incremento de costes vía canon: cercanías, regionales y mercancías. Los operadores deben pagar el 10% del Canon por Circulación (equivalente a costes marginales de mantenimiento y renovación) y la totalidad de los Cánones por Gestión del Tráfico, Sistema de Tracción y Estaciones.
- 2) **Nivel medio de tarificación.** De aplicación a los servicios ferroviarios convencionales de larga distancia que, por su orientación más comercial y mejor posicionamiento en el mercado, son susceptibles de alcanzar mayor rentabilidad económica que los anteriores. En este caso se suman al nivel mínimo de tarificación el resto de costes de mantenimiento y renovación y los costes de congestión (a pagar la totalidad de los Cánones por Circulación, Gestión del Tráfico, Sistema de Tracción, Estaciones y Capacidad).
- 3) **Nivel máximo de tarificación.** Se aplica a los trenes que circulan por las líneas de *AV*, por ser los más rentables económicamente y los que utilizan la infraestructura de mayor calidad. Se les imputa el nivel medio de tarificación más parte del Canon de Contribución (20% de los costes de inversión para los trenes de *AV* de mayores

prestaciones, y el 10% para los trenes de *AV* de media distancia y para aquellos que también circulan por la red convencional).

- 4) La no imputación de todos los costes a los operadores puede justificarse mediante la **compensación del Canon por Costes Externos** (que es la forma de cuantificar la contribución del ferrocarril a la sostenibilidad del sistema de transporte); en el caso de que dicha compensación no cubra todos los costes internos no imputados al operador, aspectos como el carácter de servicio público u objetivos de política de transportes (equiparación de las condiciones de competencia, gestión de la demanda, etc.) deberán ser tenidos en cuenta para subvencionar la diferencia.

### 5.1.5. Sobre la aplicación a la red ferroviaria española

La aplicación práctica de la metodología propuesta se ha llevado a cabo en la red ferroviaria española de ancho ibérico y UIC. La carretera ha sido el medio de transporte alternativo considerado. Como conclusiones más importantes puede decirse que:

- 1) Que la **falta de datos de costes en unos casos y/o la no desagregación** de los mismos en otros dificulta la implementación de un sistema de tarificación eficiente, por lo que muchas veces hay que recurrir a utilizar costes medios en lugar de parámetros y costes más ajustados.
- 2) Considerando las características de las **estaciones** utilizadas por cada servicio ferroviario, se ha obtenido que el Canon por Estaciones (por sus costes de mantenimiento y explotación) a pagar por los servicios regionales debe ascender a 10 céntimos EUR/viajero, el doble para los servicios de larga distancia y el triple para los de cercanías y *AV*. Teniendo en cuenta la ocupación media por servicio ferroviario, se obtiene que el Canon por Estaciones a pagar por los trenes regionales supone 8,50 EUR/tren, siendo unas cuatro, cinco y siete veces superior respectivamente para los trenes de larga distancia, cercanías y *AV*.
- 3) Que, agrupando los trenes por servicios ferroviarios, **los trenes que más deterioran la infraestructura son**, en orden decreciente:

- Trenes de mercancías, debido principalmente a la gran carga que remolcan y a su elevado peso por eje (tanto del material motor, como de los vagones).
  - Trenes de *AV*. Su gran agresividad a la vía se debe sobre todo a su elevada velocidad, aunque también influye el peso de la locomotora ó cabezas tractoras.
  - Trenes de larga distancia. Los factores que más influyen en el deterioro que causan a la infraestructura son la velocidad y el hecho de llevar locomotora ó cabezas tractoras pesadas. Se aprecia la menor agresividad de los trenes con ejes guiados.
  - Trenes de cercanías. En general (con la excepción del tren largo de dos pisos), lo que más influye en el deterioro que causan en la vía es el peso de sus coches motores, aunque la velocidad también influye.
  - Trenes regionales. La velocidad y el peso de sus coches motores son los aspectos que más condicionan su agresividad a la infraestructura.
- 4) Que el **coste unitario de mantenimiento y renovación** de la red de *AV* es mas del doble que el de la red convencional. Esto se debe principalmente al bajo nivel de trafico en la red de *AV* española y a la importancia del coste de las labores de auscultación y mantenimiento preventivo que las líneas de *AV* requieren.
- 5) Que, teniendo en cuenta los costes de mantenimiento y renovación de cada red y el deterioro que cada tren causa en la vía, el **valor del Canon por Circulación** (igual a los costes de mantenimiento y renovación asociados a cada servicio ferroviario) para cada servicio ferroviario es, en orden decreciente: trenes de *AV* (10,71 EUR/tren-km), trenes de mercancías (8,78 EUR/tren-km), trenes de larga distancia (3,52 EUR/tren-km), trenes de cercanías (2,21 EUR/tren-km) y trenes regionales (1,57 EUR/tren-km).
- 6) **Según el nivel de tarificación propuesto**, este Canon se imputa en su totalidad a los trenes de *AV* (variando entre 13,66 y 8,67 EUR/tren-km) y larga distancia (de 2,17 a 5,11 EUR/tren-km). Al resto de trenes se les imputa a nivel de costes

marginales (10% del coste total): mercancías 0,88 EUR/tren-km, cercanías entre 0,18 y 0,38 EUR/tren-km y regionales de 0,06 a 0,23 EUR/tren-km.

- 7) Que la **gran magnitud de los costes de inversión** de la infraestructura ferroviaria (Canon de Contribución) aconseja que su nivel máximo de imputación sea del 20% para la red de *AV* (resultando en torno a 1 EUR/tren-km para los trenes de menos prestaciones y 2,30 EUR/tren para los trenes de mayores prestaciones), y que se no se impute este Canon en la red convencional.
- 8) El mayor **Canon por Capacidad** corresponde a los trenes de cercanías (0,86 EUR/tren-km), por ser los trenes que mas costes de congestión generan y circular habitualmente por líneas congestionadas. A continuación se sitúan los trenes de larga distancia (debido sobre todo a su prioridad de paso sobre otros tráfico; 0,40 EUR/tren-km), trenes regionales (debido a su menor prioridad y circular en líneas menos congestionadas; 0,23 EUR/tren-km), de mercancías (menor prioridad y circulación en periodos de menos congestión; 0,17 EUR/tren-km) y trenes de *AV* (circulan en líneas no congestionadas; 0,12 EUR/tren-km).
- 9) Según el balance de costes externos carretera-ferrocarril, se ha obtenido un **Canon por Costes Externos** igual a -32 EUR/1000 p-km para los trenes de viajeros y de -73,8 EUR/t-km para los de mercancías. Por lo tanto, resulta más eficiente el traspaso de demanda desde la carretera al ferrocarril en el transporte de mercancías que en el de viajeros. Aplicando dichos valores a los distintos servicios ferroviarios en función de su índice de aprovechamiento ( $p/tren$  y  $t/netas/tren$ ), resulta que los trenes más eficientes desde el punto de vista social son los de mercancías (Canon por Costes Externos: -22,7 EUR/tren-km); respecto a los servicios de viajeros, el Canon desciende con la ocupación media de los trenes según el siguiente orden: *AV* (-6,2 EUR/tren-km), larga distancia (-5,4 EUR/tren-km), cercanías (-4,8 EUR/tren-km) y regionales (-2,7 EUR/tren-km).

- 10) A partir la valoración de los Cánones y del nivel de costes imputado en la aplicación a la red española, se han obtenido los siguientes **precios a pagar** (exceptuando estaciones y cambiadores de ancho) por los distintos servicios ferroviarios (valores medios): *AV* 13,40 EUR/tren-km, larga distancia 4,83 EUR/tren-km, mercancías 1,77 EUR/tren-km, cercanías 1,14 EUR/tren-km y regionales 1,05 EUR/tren-km. Si se comparan estos precios con los de otros sistemas de tarificación europeos se deduce que: para los trenes convencionales de larga distancia, la carga resultante es similar a las mas altas de las vigentes en Europa y que para los trenes de mercancías la carga obtenida se encuentra en torno a la media. Si se comparan con los vigentes en España, los precios del sistema propuesto son mucho más elevados, debido al bajísimo nivel del costes imputado por el sistema vigente a los trenes que circulan por la red convencional y al mayor nivel de tarificación del sistema propuesto.
- 11) La **compensación por el Canon por Costes Externos** supera ampliamente los costes internos no imputados en los trenes de mercancías, y prácticamente los iguala en los trenes de viajeros de larga distancia. Para el resto de los servicios ferroviarios, el ahorro en costes externos es inferior a los costes internos no imputados, por lo que se hace necesario un soporte financiero adicional. En estos casos la subvención adicional de costes por el uso de la infraestructura ferroviaria podría justificarse por razones como su gran magnitud, obligaciones de servicio publico, gestión de la demanda, etc. De todos modos, hay que resaltar que, en todos los casos, el déficit es inferior al Canon por Contribución, lo cual quiere decir que, considerando el sistema ferroviario en su conjunto, el sistema de tarificación propuesto cubre todos los costes de la infraestructura ferroviaria menos una parte de los de inversión.
- 12) Según esta aplicación, la demanda de transporte atendida por el ferrocarril durante el año 2005 generó un ahorro de casi 1.500 millones de euros en costes externos para la sociedad española. Esto quiere decir el Canon por Costes Externos puede llegar a compensar hasta el 30% de la inversión en la red ferroviaria española durante dicho año. Por lo tanto, **la tarificación de la infraestructura ferroviaria considerando el coste total que para la sociedad**

**supone justifica** (al menos parcialmente) **la financiación pública de la red ferroviaria y la subvención de algunos cánones a determinados servicios de transporte.**

## 5.2. APORTACIONES

Como principales aportaciones de la Tesis Doctoral desarrollada, pueden citarse las siguientes:

1) Se ha desarrollado un sistema de tarificación de la infraestructura ferroviaria que cumple con la normativa de la *UE* (el sistema está basado principalmente la Directiva 2001/14/CE).

2) El sistema de tarificación propuesto puede ayudar a la interoperabilidad de la red ferroviaria europea ya que, al haber sido diseñado para un caso general, es aplicable a cualquier red ferroviaria. Esta versatilidad se consigue a través de una estructura y cánones básicos y por medio de la modulación del nivel de tarificación para cada caso según una serie de condicionantes (con lo cual pueden alcanzarse distintos niveles de cobertura). Estos condicionantes incluyen aspectos relacionados con la política económica, el mercado de transportes, servicio público, la sensibilidad al incremento de costes de cada servicio ferroviario, su contribución a la sostenibilidad del sistema de transportes y la infraestructura (línea convencional o de *AV*).

3) A diferencia de otros sistemas con cánones fijos o semifijos, el modelo que se propone se sirve únicamente de cánones variables, lo que contribuye a facilitar el acceso al mercado a pequeños operadores ferroviarios y con ello, a potenciar el uso de la infraestructura ferroviaria.

5) La creación de un canon para cada coste (con parámetros de imputación diferenciados) aumenta la transparencia del sistema de tarificación propuesto (aspecto que facilita su aceptación por parte de los usuarios) y relaciona mejor los costes con los cánones impuestos.

6) Se ha desarrollado un Canon por Circulación a partir de una fórmula empírica clásica (las toneladas ficticias, definidas por la UIC -1989-) que, frente a otros parámetros más genéricos y sencillos (tren-km ó TKB, por ejemplo), relaciona mejor el deterioro producido sobre la infraestructura con los costes imputados al operador (al diferenciar entre trenes con locomotora y trenes autopropulsados, y tener en cuenta características básicas como la velocidad, el peso del tren y el peso por eje).

7) Promueve la revitalización del transporte ferroviario de mercancías, al proponer la subvención para estos tráficos de algunos surcos fuera de las horas valle, lo cual ayuda a que reduzcan sus tiempos de viaje, mejorando así su competitividad frente a la carretera.

8) El modelo de tarificación puede contribuir a la sostenibilidad del sistema de transportes en su conjunto, al incluir los costes externos más importantes.

9) La metodología propuesta permite establecer unos cánones estrechamente relacionados con los costes producidos partiendo de unos datos sencillos y accesibles.

### 5.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como futuras líneas de investigación, podrían apuntarse las siguientes:

1) Diseño de un sistema de tarificación para la carretera de estructura similar y basado en los mismos principios que el propuesto para el ferrocarril. Este sistema de tarificación podría complementarse con el desarrollo de un Fondo para la Financiación de un Sistema de Transportes Sostenible (tanto el Canon por Costes Externos de la carretera, como el del ferrocarril deberían ser “finalistas”, es decir, estar destinados a la mejora del sistema de transporte).

2) Confección de una base de datos de costes de la infraestructura ferroviaria a nivel europeo según la terminología unificada de la ficha 390-1 R de la UIC (UIC, 1988).

3) Aplicación del sistema de tarificación propuesto a las redes ferroviarias de los países de la *UE* y Suiza según los datos obtenidos en el anterior estudio.

- 4) Aplicación del sistema de tarificación propuesto a los principales itinerarios de la red ferroviaria transeuropea según la base de datos de costes unificada.
- 5) Aplicación del sistema de tarificación propuesto a los servicios ferroviarios de *AV* tomando como modos de transporte alternativos avión y carretera.
- 6) Analizar la influencia de la aplicación del canon ferroviario propuesto en el reparto modal ferrocarril/medio alternativo de transporte.

## 6. GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A: Austria

AASHO: American Association of State Highway Officials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

*ADIF*: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias español

*AV*: Alta Velocidad

B: Bélgica

*BLS*: Lötschbergbahn (operador y gestor de parte de la red ferroviaria suiza)

*BR*: British Railways (Ferrocarriles Británicos)

*BV/BVK*: *Banverket* (gestor de infraestructuras sueco)

CA: corriente alterna

CAF: Construcción y Auxiliar de Ferrocarriles

CC: corriente continua

CE: Comisión Europea (COM en referencias oficiales)

*CETM*: Confederación Española de Transporte de Mercancías

CFE: Comunidad Europea de Ferrocarriles

CH: Suiza

CHF: Franco Suizo

*Conetrans*: Confederación Española de Organizaciones Empresariales de Transporte por Carretera

CTC: Centro de Control de Tráfico Centralizado

CV: Caballo de Vapor

CZ: República Checa

D: Alemania

*DB AG*: Deutsche Bahn (Holding de los Ferrocarriles Alemanes)

DB Netz: Gestor de Infraestructuras Alemán

dB(A): Decibelios A

DBS: Banedanmark (Ferrocarriles Daneses)

*DGF*: Dirección General de Ferrocarriles

DK: Dinamarca

E: España

ECMT: European Conference of Ministers of Transport

EIM: European Rail Infrastructure Managers

ERTMS: European Railway Traffic Management System (Sistema Europeo de Gestión del Tráfico Ferroviario)

ESAL: Equivalent Single Axle Load

ETM: Equivalent Gross Tonne Mille

ETS: Escuela Técnica Superior

EUR 17: Europa de los 15 (*UE-15*) más Suiza y Noruega

EWS: English, Welsh and Scottish Railway

F: Francia

*FEVE*: Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha

FFCC: Ferrocarril

FFE: Fundación de los Ferrocarriles Españoles

FOT: Oficina Federal de Transporte

FS: Ferrovie dello Stato- Divisione Infrastruttura (gestor de infraestructuras ferroviarias italiano)

*GIF*: Gestor de Infraestructuras Ferroviarias español (entre 1997 y el 1 de enero de 2005)

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

GR: Grecia

GSM: Global Standard for Mobile Communication (Sistema Global de Comunicación Móvil)

H: Hungría

HDV: Heavy Duty Vehicles (camiones de más de 3,5 t de PMA)

HGV: Heavy Goods Vehicles (camiones de más de 3,5 t de PMA)

HVF: Heavy Vehicle Fee (carga por el uso de la carretera en Suiza)

I: Italia

IRL: Irlanda

IVA: Impuesto sobre el Valor Añadido

kN: kilonewton

kW: kilovatio

kWh: kilovatio-hora

L: Luxemburgo

LD: locomotora diesel

LDV: Light Duty Vehicles (vehículos para transporte de mercancías de hasta 3,5 t de PMA)

LE: locomotora eléctrica

LGV: Light Goods Vehicles (vehículos para transporte de mercancías de hasta 3,5 t de PMA)

*LOTT*: Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres

*LSF*: Ley del Sector Ferroviario

LSVA: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (peaje suizo basado en distancia y peso)

*MEALSF*: Memoria Económica del Anteproyecto de Ley del Sector Ferroviario

MWh: megavatio-hora

N: Noruega

NAFTA: North American Free Trade Agreement

NL: países bajos

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OFT: Oficina Federal de Transporte

OM: Orden Ministerial

*ORR*: Office of the Rail Regulator (regulador ferroviario británico)

PCU: Passenger Car Unit (equivalencia en automóviles del vehículo considerado)

PEIT: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte

PETS: Pricing European transport systems

PIB: Producto Interior Bruto

p-km: pasajero-kilómetro

PL: Polonia

PM 10: partículas en suspensión de tamaño menor a 1  $\mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m}=10^{-6} \text{ m}$ )

PMA: peso máximo autorizado

*PR*: Precios de Ramsey

*RD*: Real Decreto

*RENFE*: Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles

*RFF*: Réseau Ferré de France (gestor de infraestructuras de la red ferroviaria francesa)

RFI: Rete Ferroviaria Italiana (gestor de infraestructuras de la red ferroviaria italiana)

*RM*: Regionalverkehr Mittelland (operador y gestor de parte de la red ferroviaria suiza)

*RTTFM*: Red Transeuropea de Transporte Ferroviario de Mercancías

s/f: sin fecha

S: Suecia

*SBB*: Swiss National Railway (operador y gestor de parte de la red ferroviaria suiza)

*SEC*: Sistema Europeo de Cuentas

SEK: Coronas Suecas

SF: Finlandia

*SJ*: Statens Järnvägar (Ferrocarriles Suecos)

*SNCF*: Société Nationale des Chemins de fer Français (Ferrocarriles Franceses)

*SRA*: Strategic Rail Authority (Regulador Ferroviario Británico)

*TALGO*: Tren Articulado Ligeró Goicoechea Oriol

TB: peso total del tren en toneladas

Tf: tonelada ficticia

Tf-km: tonelada ficticia-km

TKB: Toneladas Kilómetro Brutas (ferrocarril). A veces también se conoce como TKBC (Toneladas-Kilómetro Brutas Completas). Se obtiene multiplicando el peso total del tren por la distancia que recorre.

TKBR: Toneladas-Kilómetro Brutas Remolcadas. Se obtiene multiplicando el peso total remolcado (incluida la carga) por la distancia que recorre el tren.

TKN: Toneladas Kilómetro Netas. Transporte de una tonelada de carga a lo largo de un kilómetro. A veces también se denomina como TK ó t-km.

*TPS*: Train Path Pricing System (canon alemán)

tren-km: unidad de tráfico que se obtiene multiplicando el número de trenes en circulación por la distancia que recorren

UC: unidad de carga

*UE*: Unión Europea

*UE-15*: *UE* hasta mayo de 2004 (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia).

*UE-25*: *UE* desde mayo de 2004, que comprende los países de *UE-15* más Estonia, Letonia, Lituania, Polonia, Chequia, Hungría, Eslovaquia, Eslovenia, Malta y Chipre.

UIC: Unión Internacional de Ferrocarriles

UIP: Internacional Union of Private Wagons (unión internacional de vagones privados)

UITP: Unión Internacional de Transportes Públicos

UK: Reino Unido

UN: Unidad de Negocio

UMIFE: Unión de Industrias Ferroviarias

UPM: Universidad Politécnica de Madrid

UTD: unidad de tren diesel

UTE: Unidad de tren eléctrica

v-km: vehículo-kilómetro (vehículo que recorre un kilómetro)

VOC: volatil organic compound (compuesto orgánico volátil)

WBI: World Bank Institute (Instituto del Banco Mundial)

WTP: *Willingness to pay* (disposición a pagar)



## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. *ADIF* (2005) Declaración sobre la Red.
2. *ADIF* (2006). Memoria y Actividad Financiera. Año 2005. Available at: <http://www.adif.es/empresa/pdf/memoria2005/MemoriaFinanciera2005.pdf>. Accessed June, 2007.
3. *BANESTYRELSEN* (2004) Prices. [en línea]. Disponible en: [www.bane.dk/visArtikel\\_eng.asp?artikelID=1146](http://www.bane.dk/visArtikel_eng.asp?artikelID=1146) [Consulta: 26 de febrero de 2004]
4. BANVERKET (2000) Charges for traffic on state-owned track infrastructure, etc. [en línea]. Disponible en: [www.banverket.se/upload/pdf\\_English/-Market/Charges\\_for\\_traffic.pdf](http://www.banverket.se/upload/pdf_English/-Market/Charges_for_traffic.pdf) [Consulta: 14 de agosto de 2003]
5. BANVERKET (2002) Connection to state-owned track infrastructure and the use of other railways. Charges 2003. [en línea]. Disponible en: [www.banverket.se](http://www.banverket.se) [Consulta: 14 de agosto de 2003]
6. BAUMGARTNER (2001) Prices and costs in the railway sector. Laboratoire d'Intermodalité des Transports et de Planification. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
7. BENTE, H., LÜKING, J. y STALDER, O. (2004) UIC study targets infrastructure costs (Railway Gazette)
8. BURKHARDT, E. (2002) Public-Private Partnerships have little to offer railways. Rail Outlook-International Rail Journal, págs. 10-11.
9. CALVO, F. J. y DE OÑA, J. (2004). *Pricing of rail infrastructure in Europe: a comparative analysis*. European Transport Conference, Estrasburgo (Francia). 4-6 de octubre de 2004.
10. CALVO, F. J. y DE OÑA, J. (2005). Opening of the European Railroad Network: a Lost Opportunity for European Unification. *Transportation Research Record*, 1916, págs. 8-19. National Academy of Sciences (United States).

11. CALVO, F. J. y DE OÑA, J. (2006). *La tarificación de la infraestructura ferroviaria en España*. VII Congreso de Ingeniería del Transporte, Ciudad Real (España). 14-16 de junio de 2006. Esta referencia era 2006b
12. CALVO, F. J., DE OÑA, J. y NASH, A. (2007). *Proposed infrastructure pricing methodology for mixed-use rail networks*. Transportation Research Board, Washington (Estados Unidos). Enero 2007. (aceptado publicación en la revista Transportation Research Record)
13. CALVO, F. J., LORENTE, J. y DE OÑA, J. (2006). *Funcionamiento y Explotación de la Infraestructura Ferroviaria*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
14. CE (1995) Libro Verde de 1995: "Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte- Opciones para la internalización de los costes extremos del transporte en la Unión Europea". COM(95)961. [en línea]. <http://europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l24177.htm> [Consulta: 23 de febrero de 2003]
15. CE (1996). European system of accounts, ESA 95. June, 1996. <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/nfaccount/info/data/esa95/en/titelen.htm>. Accessed March 10, 2006.
16. CE (1998) Libro Blanco "Tarifas justas por el uso de infraestructuras: estrategia gradual para un marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la UE" [en línea]. Disponible en: [http://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/index\\_en.htm#1998](http://europa.eu/documents/comm/white_papers/index_en.htm#1998) [Consulta: 14 de septiembre de 2003]
17. CE (1999a) Calculating Transport Infrastructure Costs. Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 1). Comisión Europea.
18. CE (1999b) Calculating Transport Accident Costs. Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 3). Comisión Europea.

19. CE (1999c) Calculating Transport Environmental Costs. Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 2). Comisión Europea.
20. CE (1999d) Calculating Transport Congestion and Scarcity Costs. Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 2). Comisión Europea.
21. CE (1999e) Final Report on Estimating Transport Costs. High Level Group on Transport Infrastructure Charging. Comisión Europea.
22. CE (2000). Pricing European transport systems (PETS)
23. CE (2001a) Libro Blanco del 2001: "Política Europea de Transporte de cara al 2010 – la hora de la verdad": COM(2001)370 [en línea]. Disponible en: [http://ec.europa.eu/prelex/detail\\_dossier\\_real.cfm?CL=es&DosId=167659](http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_real.cfm?CL=es&DosId=167659) [Consulta: 17 de agosto de 2003]
24. CE (2001b). Concerted action on transport pricing research integration (CAPRI)
25. CE (2002) La nueva batalla del ferrocarril. Investigación Europea-Info-Transporte. Comisión Europea [en línea]. Disponible en: <http://europa.eu.int/comm/research/news-centre/es/tra/02-07-tra01.html> [Consulta: 15 de septiembre de 2003]
26. CE (2003a) Propuesta de Directiva del parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras. Comisión Europea. COM(2003) 448 final
27. CE (2003b) - COMMISSION PRESS ROOM. Tarificación del uso de las infraestructuras de transporte: la Comisión propone una revisión del marco comunitario vigente [en línea]. Disponible en: [http://www.europa.eu.int/rapid/cgi/guesten.ksh?p\\_action.gettxt](http://www.europa.eu.int/rapid/cgi/guesten.ksh?p_action.gettxt) [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
28. CE (2003c) Política de tarificación de las infraestructuras de transportes. Comisión Europea [en línea]. Disponible en: [http://europa.eu.int/comm/transport/infr-charging/charging\\_es.html](http://europa.eu.int/comm/transport/infr-charging/charging_es.html) [Consulta: 12 de febrero de 2004]

29. CE (2003d). Tarificación [en línea]. Disponible en: [www.eu-portal.net](http://www.eu-portal.net) [Consulta: 7 de agosto de 2003]
30. CE (2004a) Propuesta de Directiva modificando la Directiva 91/440 relativa al desarrollo de los ferrocarriles comunitarios –COM(2004)139 final– [en línea]. Disponible en: [http://ec.europa.eu/prelex/detail\\_dossier\\_print.cfm?CL=es&DosID=189472](http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_print.cfm?CL=es&DosID=189472) [Consulta: 1 de agosto de 2004]
31. CE (2004b) Propuesta de Directiva relativa al certificado de los conductores de locomotoras y trenes asignados al transporte de viajeros y de mercancías en la Comunidad –COM(2004) 142 final–[en línea]. Disponible en: [http://ec.europa.eu/prelex/detail\\_dossier\\_real.cfm?CL=es&DosId=189474](http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_real.cfm?CL=es&DosId=189474) [Consulta: 1 de agosto de 2004]
32. CORZO, G. (2004). Análisis de la situación de la liberalización del ferrocarril en la UE. VI Congreso de Ingeniería del Transporte, Zaragoza, 2004.
33. DALTON, G. (2005). Extract from UIC Benchmarking 2004 Report. Presentation to ECMT Meeting, Paris. February 2005.
34. DB (2006). Annual Report. Available at: [www.db.de](http://www.db.de)
35. DB Netz (2006). The Train Path Pricing System. Available at: [www.db.de/track-infrastructure](http://www.db.de/track-infrastructure)
36. DE LUCAS, F. y SASTRE, J. (2002). Análisis de la rentabilidad financiera de operadores y gestores de infraestructuras. V Congreso de Ingeniería del Transporte, Santander, 2002.
37. DEL VAL, Y. (2003). La Ley del Sector Ferroviario regirá a partir del próximo otoño. *Vía Libre*, 466, págs. 11-12.
38. DEL VAL, Y. (2004a). Los países con más competencia transportan más mercancías. *Vía libre*, nº 472, Febrero 2004, Año XLI
39. DEL VAL, Y. (2004b) Una nueva ley ferroviaria para velar por la justa competencia. *Vía Libre*, nº 479, p. 22.
40. DEL VAL, Y. (2005). SNCF obtiene beneficios en el transporte de mercancías. *Vía libre*, nº 489, Septiembre 2005, Año XLII

41. DEPARTAMENTO DE MERCANCÍAS DEL COMITÉ NACIONAL DEL TRANSPORTE POR CARRETRA (2001). Observaciones y propuestas al Libro Blanco. Madrid, 2001.
42. DIRECTIVA 91/440/CEE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios. [en línea]. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/Result.do?idReq=6&page=9> [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
43. DIRECTIVA 95/18/CEE sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias.
44. DIRECTIVA 95/19/CEE sobre la adjudicación de las capacidades de la infraestructura ferroviaria y su tarificación.
45. DIRECTIVA 96/53/CE por la que se establecen, para vehículos de transporte de mercancías por carretera, las dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional.
46. DIRECTIVA 1999/62/CE, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras [en línea]. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999L0062:ES:HTML>. [Consulta: 5 de junio de 2003]
47. DIRECTIVA 2001/12/CEE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2001 por la que se modifica la Directiva 91/440/CEE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios
48. DIRECTIVA 2001/13/CEE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2001 por la que se modifica la Directiva 95/18/CE del Consejo sobre concesión de licencias a las empresas ferroviarias
49. DIRECTIVA 2001/14/CEE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2001 relativa a la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria, aplicación de cánones por su utilización y certificación de la seguridad

50. DIRECTIVA 2001/16/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de marzo de 2001 relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo convencional
51. DIRECTIVA 2004/49/CE sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican las Directivas 95/18 y 2001/14
52. DIRECTIVA 2004/51/CE sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios y por la que se modifican las Directivas 91/440 y 2001/12.
53. DIRECTIVA 2006/38/CE por la que se modifica la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras
54. ECMT (1998) User charges for railway infrastructure [en línea]. Conclusions of Round Table 107, Paris, 26-27 March 1998.
55. ECMT (2000a) Efficient Transport Taxes y Charges
56. ECMT (2000b) Tolls on interurban road infrastructure: an economic evaluation. Round Table 118
57. ECMT (2001) Railway Reform: Regulation of Freight Transport Markets
58. ECMT (2002) Regulatory Reform in Road Freight Transport [en línea]. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/oeed/16080327/2002/00002002/00000005/7502031e> [Consulta: 2 de mayo de 2003]
59. ECMT (2003). National policies towards shifting freight from road to rail [en línea]. Disponible en: [www.oecd.org/cem](http://www.oecd.org/cem) [Consulta: 12 de mayo de 2003]
60. ECMT (2005a). Charges for the use of infrastructure in ECMT railways (Draft final report). ECMT/CS/CF(2005)1/REV1.
61. ECMT (2005b). Financial and fiscal aspects of road transport. Road charging policy: reiteration of ECMT position. (era ECMT 2005a2)
62. ECMT (2005c). Road Haulage Taxation Database [Revised November 2005]. Disponible en: <http://www.ECMT.org/topics/taxes/AnnexB3e.xls>. [Consulta: 28 de febrero de 2006] era ECMT (2005b)

63. ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) (1997) Railway traffic costing concepts and principles [en línea]. Guidelines for development of railway marketing systems and procedures, chapter 8. Disponible en: [www.unescap.org/tctd/pubs/marketingfiles/marketing-chap8.pdf](http://www.unescap.org/tctd/pubs/marketingfiles/marketing-chap8.pdf) [Consulta: 8 de octubre de 2003]
64. ESCAP (2002) Railways infrastructure access and services [en línea. Disponible en: [www.unescap.org](http://www.unescap.org) [Consulta: 8 de octubre de 2003]
65. ESTERAS, M. y DE LA CUEVA, J. (2000) Teoría y Práctica de Tarificación de Infraestructura. IV Congreso de Ingeniería del Transporte, Valencia.
66. EUROPEAN RAIL INFRASTRUCTURE MANAGERS (2003) European Rail Infrastructure Managers' vision paper [en línea]. Disponible en: [http://www.eimrail.org/general\\_info\\_frameset\\_pdf.asp?pdf\\_id=2](http://www.eimrail.org/general_info_frameset_pdf.asp?pdf_id=2) [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
67. EUROSTAR (s/f.). Company Information. [http://www.eurostar.com/dctm/jsp/about/ci.jsp?page=CI\\_homeid=09001a5980115ff8](http://www.eurostar.com/dctm/jsp/about/ci.jsp?page=CI_homeid=09001a5980115ff8). Accessed October 2004
68. EVANS, J. (2004), La liberalización del tráfico de mercancías. Número 317 – 31 diciembre de 2004-Año XV-5ª época. <http://www.lineasdeltren.com/opinion01.htm>
69. FERNÁNDEZ, E. (2004). Rail Freight Liberalisation – One Year On. EIM/ERFA/UIRR Conference, 2004.
70. FERNÁNDEZ, F. J. y GARCÍA, A. (2005). El canon por el uso de la infraestructura ferroviaria. Documentos de explotación técnica y económica de ferrocarriles, Madrid.
71. GARCÍA ENSELEIT, C. (2005). Los peajes para la carretera no mejoran la cuota del ferrocarril. *Vía Libre*, 489, págs. 4-8.
72. GARCÍA, A. (2005). Establecidos los cánones por el uso de la infraestructura en España. *Vía Libre*, 486, págs. 10-14.
73. GIBSON, S. (2003) Allocation of capacity in the rail industry. *Utilities Policy* Volume 11, Issue 1, March 2003, Pages 39-42.

74. GRUPO DE TRABAJO DE LIBERALIZACIÓN DEL FERROCARRIL (2005). Informe sobre la Liberalización del Ferrocarril. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. (paper).
75. IBM (2004). Summary of the Study Rail Liberalisation Index 2004. Disponible en: [www.bahn.de/presse](http://www.bahn.de/presse). Acceso: junio 2004
76. INFRAS/IWW (2000). External Costs of Transport- Accident, Environmental and Congestion Costs of Transport in Western Europe.
77. INFRAS/IWW (2004). External Costs of Transport – Update Study. Final Report. INFRAS/IWW - Zurich /IWW Karlsruhe, October 2004. Disponible en: [http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd\\_external/pages/introduction.html](http://www.uic.asso.fr/html/environnement/cd_external/pages/introduction.html). Acceso: Marzo 2005.
78. IZQUIERDO, R. (2001a). La política común ferroviaria: nuevos modelos ferroviarios. Dpto. Transportes ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPM.
79. IZQUIERDO, R. (2001b). Adaptación del sistema ferroviario español a la nueva normativa comunitaria. Jornada sobre el nuevo modelo ferroviario. Dpto. Transportes ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPM.
80. IZQUIERDO, R., AYMERICH, M., COLOMER, J., IBEAS, A., MENÉNDEZ, J., MONZÓN, A., ROBUSTÉ, F., TURRÓ, M. y ZARAGOZA, A. (2001). *Transportes. Un enfoque integral*. Madrid: Rafael Izquierdo.
81. JULIÁN, A. (2006). *ADIF* duplicará la red de altas prestaciones en cuatro años. *Vía Libre* 497, págs. 5-9.
82. KNUTTON, M. (2002) Passenger franchising process starts in 2003. *International Rail Journal*, December 2002, págs. 15-16.
83. KRAEMER, C., PARDILLO, J., ROCCI, S., ROMANA, M., SÁNCHEZ, V. y DEL VAL, M. (2003). *Ingeniería de Carreteras. Volumen I*. Madrid: Mc Graw Hill.
84. LAMAS, B. (2002) Los cánones de acceso a la infraestructura. *Líneas del Tren*. 15 de junio, nº 272.

85. LOSADA, M. (2001). *Mecánica de la Vía*. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.
86. McMAHON, P. (2005) *Access pricing in the UK: evolution and current structure of charges review*. Office of Rail Regulation. OECD, 2 February 2005.
87. MENÉNDEZ, A. (s/f). *Entrevista a Juan Luis Martín Cuesta, Director Gerente de AV RENFE*. [en línea]. Disponible en: <http://www.cuerpo8.es/STOL/entrevistas/STOLEMartin.html>. [Consulta: 19 de mayo de 2006]
88. MINISTERIO DE FOMENTO (2001). *Memoria Económica del Anteproyecto de Ley del Sector Ferroviario (MEALSF)*.
89. MINISTERIO DE FOMENTO (2003a). (OM 2003) ORDEN FOM/1587/2003, de 16 de mayo, por la que se fijan las cuantías para la aplicación de los cánones ferroviarios establecidos en los artículos 23 y 24 de la Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
90. MINISTERIO DE FOMENTO (2003b). *Ley 39/2003 del Sector Ferroviario* [en línea]. [http://www.fomento.es/mfom/lang\\_castellano/direcciones\\_generales/ferrocarriles/\\_informacion/normativa/leysectorferroviario-pdf.htm](http://www.fomento.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/ferrocarriles/_informacion/normativa/leysectorferroviario-pdf.htm). [Consulta: 19 de diciembre de 2003]
91. MINISTERIO DE FOMENTO (2004). *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte. Documento Propuesta, Diciembre 2004*. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación. Dirección General de Planificación y Coordinación Territorial.
92. MINISTERIO DE FOMENTO (2005a). *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte. Documento definitivo, 2005*. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación. Dirección General de Planificación y Coordinación Territorial. Available at: <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/CE87E9FB-C05D-4520-AACD-92E12E70031F/13149/0507111.pdf>. Accessed May 31, 2007.
93. MINISTERIO DE FOMENTO (2005b). (OM 2005) ORDEN FOM/898/2005, de 8 de abril, por la que se fijan las cuantías de los cánones ferroviarios

establecidos en los artículos 74 y 75 de la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.

94. MINISTERIO DE FOMENTO (2006). Transportes y los servicios postales, Los. Informe anual 2005. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento, 2006. Madrid. Available at: <https://www.fomento.es/cpmf/productdetails.aspx?productid=BT0022>. Accessed June, 2007.
95. MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES (1987a). Ley 16/1987 de Ordenación de los Transportes Terrestres.
96. MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES (1987b). Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarriles de Vía Ancha. Edita: Dirección General de Infraestructura del Transporte, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1987.
97. MONZÓN, A. (2002a) Evaluación de Externalidades. XVI Curso General de Transportes Terrestres. FFE-ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPM.
98. MONZÓN, A. (2002b) Apuntes de la asignatura de Doctorado Impactos Sociales del Transporte. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPM.
99. MONZÓN, A. y ZAMORANO, C. (2000) Política Europea de Tarificación de Infraestructuras. Acción Concertada de Investigación "CAPRI". IV Congreso de Ingeniería del Transporte, Valencia.
100. MORALES, J. (2003) Proyecto de un nuevo sistema de facturación del gasto de energía eléctrica. Líneas del Tren. 17 de noviembre, nº 302.
101. MUSSO, A. (2003) *Efficiency of the border crossing terminals: Key parameters*. INTERFACE Project
102. NASH, C. y MATTHEWS, B. (2002a) Implementing rail infrastructure charging reform – barriers and possible means of overcoming them. Second Seminar of the IMPRINT-EUROPE Thematic Network: “Implementing Reform on Transport Pricing: identifying Mode-Specific issues”. Bruselas, 14-15 de mayo de 2002

103. NASH, C. y MATTHEWS, B. (2002b). Unification of accounts and marginal costs for transport efficiency (UNITE). Annex A4. Deriverable 10: Infrastructure costs case studies. British rail Infrastructure case study. Available at: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/>. Accessed June, 2007.
104. NASH, C., MATHEWS, B. y THOMPSON, L. ECMT (2005) Charges for the Use of Infrastructure in ECMT Railways
105. NASH, C., SIMON, C. y MATTHEWS, B. (2003) Rail track charges in Great Britain – the issue of charging for capacity. 8th International Conference on Competition and Ownership in Passenger Transport, Rio de Janeiro, September 2003.
106. NETWORK RAIL (2003) Interim Review of track access charges-Business Plan Update
107. NIETVELT, K. ET AL. (2003) Will Competition Make Inroads into the European Railway Sector? Infrastructure Finance. European Rail Review. Standard y Poor's, December 2003
108. NILSSON, J-E. (2002a) Towards a welfare enhancing process to manage railway infrastructure access. Transportation Research Part A 36 (2002) 419–436.
109. NILSSON, J-E. (2002b) Pricing the use of sweden's railways; are charges in line with marginal costs?. Second Seminar of the IMPRINT-EUROPE Thematic Network: "Implementing Reform on Transport Pricing: identifying Mode-Specific issues". Bruselas, 14-15 de mayo de 2002
110. NILSSON, J-E. (2002c) Restructuring Sweden's railways: The unintentional deregulation. Swedish economic policy review 9 (2002) 229-254.
111. OLIVEROS, F., RODRÍGUEZ, M. y MEGÍA, M. (1980). Tratado de Ferrocarriles II. Ingeniería Civil e Instalaciones. Editorial Rueda.
112. ORDÓÑEZ, J. (1999) El transporte público y colectivo por ferrocarril debe sustituir al transporte individual y por carretera [en línea]. Medio ambiente – El transporte público. [Consulta: 5 de septiembre de 2003]

113. *ORR* (Office of the Rail Regulator) (1998) Structure of rail track access charges. *ORR and Railtrack Seminar*. London, 29 April 1998. Office of the Rail Regulator.
114. *ORR* (1999) The Periodic Review of *Railtrack's* Access Charges: Electricity for Traction. <http://www.rail-reg.gov.uk/docs/86/contents.htm>. Accessed: febrero de 2005
115. *ORR*. (2000) Review of freight charging policy: consultation on costs [en línea]. Disponible en: [www.networkrail.co.uk/cache/0F6FE5CEB1F844EB979E38FD884F5E91.pdf](http://www.networkrail.co.uk/cache/0F6FE5CEB1F844EB979E38FD884F5E91.pdf) [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
116. *ORR* (2001) Review of freight charging policy: final conclusions [en línea]. Disponible en: [www.networkrail.co.uk/cache/5AB928B8795B4F8E9EF101AF45E747E7.pdf](http://www.networkrail.co.uk/cache/5AB928B8795B4F8E9EF101AF45E747E7.pdf) [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
117. *ORR* (2003). Criteria and Procedures for the Approval of Passenger Track Access Contracts: Third Edition. June 2003. <http://www.rail-reg.gov.uk/upload/pdf/173.pdf>. Acceso: febrero 2005
118. *ORR* (2004) Criteria and Procedures for the Approval of Freight Track Access Contracts: Second Edition. March 2004.
119. *ORR* (2005) *Review of Variable Usage and Electrification Asset Usage Charges: Final Report* London, June 2005
120. PERKINS, S. y ECMT (2004). Charging for the use of roads: policies and recent initiatives. Fifth Annual Global Conference on Environmental Taxation Issues, Experience and Potential PAVIA. Disponible en: <http://www.ECMT.org/> [Consulta: 1 de marzo de 2006]
121. PETER, B (2003). Railway Infrastructure: Pricing and Investment. Workgroup for Infrastructure Policy (WIP) [http://www.imprint-eu.org/public/Papers/IMPRINT5\\_Peter\\_rail.pdf](http://www.imprint-eu.org/public/Papers/IMPRINT5_Peter_rail.pdf). Accessed Juny 2004.
122. PITTMAN, R. (2003). A Note on Non-Discriminatory Access to Railroad Infrastructure. US Department of Justice Antitrust Division. Economic Analysis

- Group (2003) Working Paper No. EAG03-5. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=388382>. Accessed March 27, 2004.
123. QUINET, E. (2003) Short term adjustments in rail activity: the limited role of infrastructure charges [en línea]. *Transport Policy* 10 (2003) 73–79. Disponible en: [www.elsevier.com/locate/tranpol](http://www.elsevier.com/locate/tranpol) [Consulta: 3 de septiembre de 2003]
  124. RAILTRACK (2001) The periodic review of *Railtrack's* access charges. Review of freight charging policy: consultation on costs-Railtracks response [en línea]. Disponible en: [Consulta: 5 de septiembre de 2003]
  125. RAILWAY GAZETTE (2003). Competition will reshape Europe's railways. *Railway Gazette*, núm. 5, vol. 159 pág. 241.
  126. RAMOS, L. D. (s/f) Proyecto CofRail. Los costes de infraestructura en el transporte ferroviario de mercancías. UIP. Universidad Carlos III, Madrid.
  127. RENFE (2004) Datos Estadísticos 2001-2002-2003. Dirección de Comunicación Corporativa y Relaciones Externas.
  128. RENFE (2005) Informe Anual 2004. 10. <http://www.renfe.es/empresa/>. [Consulta: 2 de mayo de 2005].
  129. RENFE (2006a). Memoria. Informe anual 2005. Available at: [http://www.renfe.es/empresa/pdf/memoria2005/memoria\\_2005.pdf](http://www.renfe.es/empresa/pdf/memoria2005/memoria_2005.pdf). Accessed June, 2007
  130. RENFE (2006b). Horarios. Available at: <http://www.renfe.es/index.html>. Accessed December, 2006.
  131. RFF (2003). National Network Statement. Charging System. [en línea]. Disponible en: [www.rff.fr/pages/en/docref/tarification/ssrubrique1.asp](http://www.rff.fr/pages/en/docref/tarification/ssrubrique1.asp) [Consulta: 23 de febrero de 2004]
  132. RFI (2004) Servizi e Tariffe. Rette Ferroviaria Italiana [en línea]. Disponible en: <http://www.rfi.it>
  133. RODRÍGUEZ, A. La red Thalys de alta velocidad europea proyecta su expansión. *Via Libre*, nº 464, 2003.
  134. RUIDISCH, P. (2004) The german truck charge. ECMT Conference on managing transport demand through user charges. Londres, 23 de enero de 2004.

135. RUIZ, A. (2006a) *ADIF* destinará 18.797 millones a líneas de AVE hasta 2010. Cinco Días, Madrid, 7 de abril de 2006.
136. RUIZ, A. (2006b) *RENFE* pagará más de 400 millones a *ADIF* este año por sus servicios. Cinco Días, Madrid, 10 de julio de 2006.
137. S. D. G. (Steer Davies Gleave) (2004). High Speed Rail: International Comparisons. Final Report. Available at: <http://www.cfit.gov.uk/docs/2004/hsr/research/pdf/hsr.pdf>. Accessed January, 2006.
138. *SBB/BLS/RM* (2003a) Implementing regulations/Catalogue of infrastructure services [en línea]. Disponible:[http://www.bls.ch/unternehmen/trassen\\_ausfuehrungsbestimmungen\\_2004\\_e.pdf](http://www.bls.ch/unternehmen/trassen_ausfuehrungsbestimmungen_2004_e.pdf) [Consulta: 11 de febrero de 2004]
139. *SBB/BLS/RM* (2003b) Catalogue of infrastructure services [en línea]. Disponible en: [http://www.bls.ch/unternehmen/trassen\\_leistungskatalog2004\\_e.pdf](http://www.bls.ch/unternehmen/trassen_leistungskatalog2004_e.pdf)[Consulta: 11 de febrero de 2004]
140. SIRESE (Superintendencia General del Sistema de Regulación Sectorial) (2003) Análisis Económico de la Regulación [en línea]. Disponible en: [www.sirese.gov.bo](http://www.sirese.gov.bo)
141. SPULBER, D. y YOO, C. (1997). Access to networks: economics and constitutional connections. *Cornell Law Review*, Vol. 88:885.
142. SUÁREZ, A. (2003). *UE*: Gestores de infraestructura independientes. *Líneas del Tren*. Número 297. 03-09-2003.
143. THOMAS, J. (2002) EU Task Force on Rail Infrastructure charging: fummary findings on best practice in marginal cost pricing. IMPRINT-EUROPE. Implementing Reform in Transport. Effective Use of Research on Pricing in Europe. An European Commission funded Thematic Network (2001-2004)
144. *TRANSFESA* (2002) Los Costes de Explotación de la Infraestructura Ferroviaria
145. TURVEY, R. (2002) Infrastructure access pricing and lumpy investments [en línea]. *Utilities Policy* 9 (2000) 207–218.

146. UIC (International Union of Railways) (1988). Railway statistical and costs terminology. Leaflet 390-1 R.
147. UIC (1989). Classification of lines for the purpose of track maintenance. Leaflet 714 R.
148. UIC (2004) Lasting Infrastructure Cost Benchmarking (LICB). Summary Report. October 2004.
149. VASSALLO, J. (2004) La tarificación de infraestructuras en la *UE*. Jornadas de Medio Ambiente y Transporte de Mercancías por Carretera. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, U.P.M., Madrid.
150. WORLD BANK INSTITUTE (2000). Privatization and Regulation of Transport Infrastructure. Guidelines for Policymakers and Regulators. Washington: Estache A. y de Rus, Ginés.



# ANEXO I. LA EVOLUCIÓN DEL CANON EN ESPAÑA

Para evaluar la evolución de la tarificación de la infraestructura ferroviaria en España se compara a continuación la *OM 2003* con la *OM 2005*. Para ello se calcula el canon a pagar por algunos servicios ferroviarios. En todos los casos se han considerado diez servicios diarios de 575 km cada uno, excepto para los regionales, que se consideran de 250 km.

## Servicios de AV

### *Por la red de AV*

De la Tabla I.1 se deduce que, según la *OM 2003*, el canon de un tren de *AV* (se ha considerado una *UTE AVE* serie 100, de 320 plazas) que circule exclusivamente por una línea de *AV* de nueva construcción asciende a 894 céntimos de EUR/tren-km. Las partidas más importantes corresponden a los cánones por tráfico y circulación, que suman un 80 %. De este dato, y según la Tabla I.6 se deduce que en el canon de esta primera *OM* predominaba la recuperación de costes de inversión, de mejora de infraestructura y los costes variables.

CANON	OM 2003		OM 2005		% variación
	cént. EUR/tren-km	%	cént. EUR/tren-km	%	
Asignación y supervisión/Acceso	1	0,1	7	0,9	+511
Capacidad	110	11,7	255	33,3	+132
Circulación	260	27,8	195	25,5	-25
Tráfico	490	52,3	275	35,9	-44
Estaciones	29	3,1	29	3,7	0
Vía de andén	*	*	2	0,3	
Vía de apartado	*	*	3	0,3	
Cambiador de ancho	0	0,0	0	0,0	0
<b>TOTAL</b>	<b>894</b>	<b>100,0</b>	<b>765</b>	<b>100,0</b>	<b>-15*</b>

*Nota 1. \* Cánones por utilización de vías en estaciones no incluidos en la comparación.*

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.1. Canon tren de AV circulando por la red de AV según OM 2003 y OM 2005**

Como puede observarse en la Tabla I.1, el canon a pagar por un tren de *AV* según la *OM* 2005 asciende a 765 céntimos de EUR/tren-km. De esta cuantía, los cánones más importantes son el de tráfico, capacidad y circulación, cuya suma alcanza el 94 %. De este dato y según la Tabla I.6, se deduce que en los servicios de alto valor añadido como son los de *AV* prima la recuperación de costes de inversión y mejora de la infraestructura y la totalidad de los costes de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura.

*Por la red de AV y la convencional*

Para los servicios de *AV* que utilizan tanto la red de *AV* como la convencional se ha considerado un tren Altaria (formado por locomotora serie 252 y 9 remolques *TALGO* serie VII, con 240 plazas), que efectúa 2/3 de su recorrido por la red de *AV* y 1/3 por la red convencional.

<b>OM 2005</b>	<b>cént. EUR/tren-km</b>	<b>%</b>
<b>Acceso</b>	7	2,0
<b>Capacidad</b>	109	30,3
<b>Circulación</b>	50	14,0
<b>Tráfico</b>	152	42,2
<b>Estaciones</b>	21	5,9
<b>Vía de andén</b>	2	0,4
<b>Vía de apartado</b>	1	0,3
<b>Cambiador ancho</b>	17	4,8
<b>TOTAL</b>	360	100,0

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.2. Canon de un tren de *AV* mixto**

El canon a pagar por un tren Altaria es de 360 céntimos de EUR/tren-km (Tabla I.2). Las partidas más importantes se refieren al canon por tráfico y capacidad (ambos relacionados con la recuperación de costes fijos), cuya suma alcanza el 72 %.

Servicios convencionales de viajeros

*Tren de larga distancia*

En el caso de un tren convencional (se ha considerado un tren compuesto por locomotora eléctrica 252 y 6 coches, con 444 plazas) que circule por la red

convencional, el canon asciende a 57 EUR/tren-km (Tabla I.3). Los pagos más importantes se refieren a la utilización de las estaciones por parte de los viajeros y a la adjudicación de capacidad, relacionados con los costes de congestión y los costes fijos de mantenimiento y explotación de la infraestructura.

<b>OM 2005</b>	<b>cént. EUR/tren-km</b>	<b>%</b>
<b>Acceso</b>	7	12,6
<b>Capacidad</b>	18	32,3
<b>Circulación</b>	6	10,6
<b>Tráfico</b>	0	0,0
<b>Estaciones</b>	24	41,5
<b>Vía de andén</b>	1	2,2
<b>Vía de apartado</b>	1	0,9
<b>Cambiador ancho</b>	0	0,0
<b>TOTAL</b>	57	100,0

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.3. Canon de un tren de larga distancia**

#### *Tren regional*

Se observa (Tabla I.4) que el canon a pagar por un tren regional (*UTD* serie R-598, 188 plazas) que circule por líneas de la red convencional asciende a 46 céntimos de EUR/tren-km. Los pagos de mayor importancia corresponden a la capacidad y a las estaciones (suman un 67 %), destinados a recuperar costes de congestión y costes fijos de mantenimiento y explotación.

<b>OM 2005</b>	<b>cént. EUR/tren-km</b>	<b>%</b>
<b>Acceso</b>	7	14,5
<b>Capacidad</b>	20	43,6
<b>Circulación</b>	6	13,1
<b>Tráfico</b>	0	0,0
<b>Estaciones</b>	11	23,6
<b>Vía de andén</b>	2	5,3
<b>Vía de apartado</b>	0	0,0
<b>Cambiador ancho</b>	0	0,0
<b>TOTAL</b>	46	100,0

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.4. Canon de un tren regional**

## Servicios de mercancías

De la Tabla I.5 se deduce que el canon a pagar por un tren de mercancías es de 18 céntimos de EUR/tren-km. Por orden de importancia se encuentra el canon de acceso, seguido por el de circulación y capacidad, lo cual quiere decir que en los tráficos de mercancías se pretenden recuperar los costes de congestión en las líneas, así como la totalidad de los costes de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura.

<b>OM 2005</b>	<b>cént. EUR/tren-km</b>	<b>%</b>
<b>Acceso</b>	7	39,4
<b>Capacidad</b>	5	27,6
<b>Circulación</b>	6	33,1
<b>Tráfico</b>	0	0,0
<b>Estaciones</b>	0	0,0
<b>Vía de andén</b>	0	0,0
<b>Vía de apartado</b>	0	0,0
<b>Cambiador ancho</b>	0	0,0
<b>TOTAL</b>	18	100,0

*Nota. Cálculo válido para cualquier tren de mercancías*

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.5. Canon de un tren de mercancías**

### *Comparación de la OM 2003 con la OM 2005*

En la Tabla I.6 puede apreciarse un resumen esquemático de ambos sistemas de tarificación. En cuanto a sus similitudes:

- Ambos documentos tratan de garantizar la viabilidad económica tanto del operador ferroviario, como del gestor de la infraestructura. Esta filosofía puede ser acertada de cara al funcionamiento de las cuentas del Estado, pero desvincula el canon de los costes de la infraestructura, lo cual resta eficiencia y transparencia al sistema.
- Ambos marcos tarifarios tratan de recuperar una parte de los costes de construcción y mejora de la infraestructura en las líneas de AV.
- En ambas OM se tienen en cuenta los costes asociados a la capacidad consumida, tanto en la línea, como en las estaciones.

Canon	OM 2003		OM 2005	
	Costes	Imputación	Costes	Imputación
<b>Asignación y supervisión/ Acceso</b>	Administrativos, gestión capacidad y supervisión circulación	Por surco (2 precios $\neq$ según distancia mayor o menor de 10 km)	Administrativos	Precios escalonados según tren-km
<b>Capacidad</b>	Adjudicación de capacidad y costes fijos de mantenimiento y explotación infraestructura	Según aprovechamiento capacidad línea (surco equivalente-km)	Adjudicación capacidad y costes fijos de mantenimiento y explotación infraestructura	Tren-km. Según calidad infraestructura, velocidad tren, viajeros/mercancías y congestión
<b>Circulación</b>	Costes variables	- Tf-km - toneladas dinámicas-km - pantógrafo-km	Costes variables mantenimiento, explotación y gestión	Tren-km. Según calidad infraestructura, velocidad tren, viajeros/mercancías y congestión
<b>Tráfico</b>	Intereses, amortización y mejora infraestructura	Plazas-km, tiempo viaje y velocidad	Intereses, amortización y mejora infraestructura	Plazas-km, calidad infraestructura y congestión (sólo en líneas AV)
<b>Electricidad</b>	Energía e instalaciones	MWh	*	*
<b>Estaciones</b>	**	Por viajero. Según duración y longitud viaje	**	Por viajero. Según distancia recorrida y categoría estación
<b>Vía de andén</b>	Congestión	Tiempo. Según importancia estación	Congestión	Tiempo. Según importancia estación
<b>Vía de apartado</b>	*	*	Congestión	Tiempo. Según tipo de línea (solo en líneas AV)
<b>Cambiador ancho</b>	Costes totales	Por paso	**	Por paso

\* canon no incluido en la OM. \*\* dato desconocido

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.6. Comparación del canon según las OM de 2003 y 2005**

Sus principales diferencias:

- Mientras la primera OM era aplicable tan sólo a la línea de AV Madrid-Barcelona-frontera francesa, el ámbito de aplicación de la segunda OM es toda la Red Ferroviaria de Interés General.
- Canon de acceso a la red: son muy diferentes, ya que mientras en la OM 2003 se paga por surco, en la OM 2005 se paga según una carga semifija, escalonada según el volumen de actividad prevista.

- Canon por capacidad: mientras en la *OM* 2003 se imputa según el grado de aprovechamiento de la capacidad ofertada, en la *OM* 2005 se imputa según la calidad de la infraestructura, velocidad del tren y congestión.
- Canon por circulación: en la *OM* 2003 los costes variables de mantenimiento se imputan a través de fórmulas empíricas clásicas, mientras que en la *OM* 2005 se imputan a través del indicador tren-km, modulado con la calidad de la infraestructura y la velocidad del tren. Por lo tanto, mientras en la *OM* 2003 se utiliza una metodología más compleja y ajustada a la realidad, en la *OM* 2005 se usa un sistema mucho más sencillo, pero menos ajustado a los costes (no influyen aspectos como la carga del tren, o el peso por eje) y menos transparente.
- Según las hipótesis consideradas, el canon para trenes de *AV* por líneas de *AV* según la *OM* 2003 era 129 céntimos de EUR/tren-km más caro (un 15 %) que según la *OM* 2005. Los cánones que más han cambiado han sido el de acceso y el de capacidad, que han crecido mucho. El canon por el uso de las estaciones se mantiene estable, mientras que los cánones por tráfico y circulación descienden. Por lo tanto, se aprecia una tendencia a reforzar la recuperación de algunos costes fijos (administrativos, de mantenimiento y de explotación) frente a un descenso en la cobertura de costes fijos de inversión y variables de mantenimiento y explotación en las líneas de *AV*.

### ***Cuantía del canon según la OM 2005***

Si se consideran los cánones a pagar según el tipo de servicio ferroviario (Tabla I.7), pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

<b>Servicio ferroviario</b>	<b>Canon OM 2005 (cént. EUR/tren-km)</b>
<b>AV (velocidad punta &gt; 260 km/h) por infraestructura de AV</b>	765
<b>AV (velocidad punta &lt; 260 km/h) por infra. convencional y AV</b>	360
<b>Larga distancia</b>	57
<b>Regional</b>	46
<b>Mercancías</b>	18

Fuente: Calvo y de Oña (2006)

**Tabla I.7. Canon según el tipo de servicio ferroviario**

- Un tren de *AV* que circule exclusivamente por la red de *AV* paga aproximadamente el doble que un tren de *AV* más lento que utilice tanto la red de *AV* como la convencional.
- Un tren de larga distancia que circule por la red convencional paga respectivamente 13 y 6 veces menos que los dos servicios de *AV* descritos anteriormente.
- El canon a pagar por un tren regional es respectivamente 16 y 8 veces menor que el de los dos trenes de *AV* considerados y un 20 % inferior a un tren de larga distancia convencional. Esta gran diferencia se explica por el hecho de que estos servicios regionales no tienen que pagar por tráfico ni por vías de apartado.
- La cuantía a pagar por los servicios ferroviarios convencionales también disminuye por el hecho de que, al circular por líneas de peor calidad y a menor velocidad, pagan menos por capacidad y circulación.
- El canon a pagar por un tren de mercancías es respectivamente 42 y 20 veces menor que el de los trenes de *AV* considerados y unas 3 veces menor que el canon de los trenes de larga distancia y regionales que circulan por la red convencional. Lo reducido de este canon se debe por un lado, a que los servicios de mercancías no pagan los cánones de tráfico, estaciones, andenes, cambiador de ancho y vías de apartado, y por otro a que circulan por las líneas de la red convencional y normalmente en periodos valle o normal, aspectos que hacen disminuir los cánones por capacidad y circulación.
- Los trenes que circulan por la red convencional no llegan a pagar ni los costes de gestión y control del tráfico ferroviario en la red ferroviaria española (0,92 EUR/tren-km).



# **ANEXO II. LA TARIFICACIÓN POR EL USO DE LA CARRETERA EN EUROPA**

## **Introducción**

Puesto que se está tratando de desarrollar un sistema de tarificación por el uso de las infraestructuras ferroviarias, se analiza a continuación la tarificación por el uso de la carretera en Europa. Algunas razones para realizar este análisis complementario son que ambos modos de transporte presentan algunos aspectos parecidos (por ejemplo, la naturaleza de sus costes), que pueden extraerse ideas a través de la comparación de las experiencias llevadas a cabo y que el canon a desarrollar no debe ser discriminatorio para la carretera. Además, esta visión más amplia puede contribuir al desarrollo de un sistema de cobro por el uso de la infraestructura ferroviaria que mejore la eficiencia y sostenibilidad del sistema de transportes en su conjunto.

Uno de los objetivos definidos en el Libro Blanco del 2001 (CE, 2001a) era la revitalización del ferrocarril con la finalidad de convertirlo en una alternativa al transporte de mercancías por carretera. Para conseguirlo, entre otras medidas, se propuso la armonización de las condiciones de competencia entre los diferentes modos de transporte introduciendo una tarificación por el uso de la infraestructura. La idea era gravar el transporte por carretera con los costes de infraestructura y costes externos que realmente causa. Con los ingresos así obtenidos se pretendía cubrir los costes de construcción y de explotación de las carreteras, e incluso se proponía que los ingresos provenientes de las cargas por costes externos fueran destinados a la construcción y mejora de infraestructuras ferroviarias (financiación cruzada de infraestructuras), para así mejorar la competitividad de este medio de transporte y favorecer el trasvase de tráfico desde la carretera.

A raíz del análisis presentado en el Libro Blanco del 2001, la CE publicó una propuesta de Directiva (2003/448/CE) que modificaba la Directiva 1999/62/CE (Euroviñeta), en la que se regulaba de manera global la tarificación del transporte por carretera. La propuesta de Directiva definía los criterios y los sistemas técnicos de tarificación. En

cuanto a los recursos así obtenidos, proponía que se invirtiesen en la infraestructura viaria sometida a peaje, y seguía apoyando la financiación cruzada de infraestructuras carretera/ferrocarril. A pesar de que dicha propuesta no fue ratificada en Directiva hasta el año 2003 (Directiva 2006/38/CE), varios países europeos introdujeron sistemas de tarificación en sus carreteras en consonancia con los principios que en ella se recogían. A continuación se describen y analizan estos casos.

## **Experiencias de tarificación de la infraestructura carretera**

### **Alemania**

Después de la abolición de la anterior Euroviñeta (vigente hasta el 2001), y con un año y medio de retraso debido a problemas legales, Alemania aplica desde el 1 de enero del año 2005 a camiones de más de 12 toneladas una carga por el uso de la infraestructura (ya que se considera que generan el 45% de los costes de la infraestructura). Con la aplicación de esta carga se pretenden recaudar 3,4 billones de euros al año (cuando se aplique a su valor medio de 15 céntimos de EUR/km; inicialmente se aplica a un valor reducido de 12 céntimos de EUR/km). Esta carga es de aplicación en todas las autopistas federales (12.000 km), su valor es un 50 % mayor que la Euroviñeta y supone un incremento de las tasas en el transporte por autopistas del 70 % en comparación con la situación durante los años 2002-2004.

La carga se calcula en función de estimaciones de los costes de mantenimiento, renovación y mejora de las autopistas imputables a los camiones. Ha sido diseñada para obtener beneficios que alivien los presupuestos del Estado de este tipo de costes, y se aplica a todo tipo de usuarios, incluyendo a los camiones extranjeros. Los beneficios serán reinvertidos en infraestructuras de transporte (tasas finalistas), principalmente autopistas federales (aunque también se destina una pequeña parte al ferrocarril y vías interiores de navegación).

<b>País</b>	<b>Costes</b>	<b>Factores</b>	<b>Cént. EUR/t-km</b>	<b>Cént. EUR/km</b>
<b>Alemania</b>	Mantenimiento, renovación y mejora. Contaminación	Distancia Nº ejes Emisiones	0,3*	9-14

\* *camión de 40 t*

Fuente: elaboración propia a partir de datos de García Enseleit (2005) y Perkins y ECMT (2004)

### **Tabla II.1. Cargas por el uso de la carretera en Alemania**

La carga (Tabla II.1) varía en función de la distancia recorrida, el número de ejes (como aproximación al peso del camión) y con la clase del vehículo según el nivel de emisiones. Con esta nueva carga también se pretenden mejorar las condiciones de competencia entre ferrocarril y carretera en el transporte de mercancías y gestionar la demanda, para quitar camiones de las autopistas y traspasar tráfico al ferrocarril.

La implementación del sistema se caracteriza porque no perturba el tráfico (no requiere paradas, ni carriles especiales, ni limitaciones de velocidad). Se basa en el control de acceso a la infraestructura mediante un sistema de posicionamiento vía satélite (GPS) y la transmisión de datos desde los vehículos mediante un sistema móvil de comunicaciones (GSM) (Perkins y ECMT, 2004, Ruidisch, 2004).

#### Efectos sobre la demanda

Según García Enseleit (2005), Responsable científico del Instituto de Tecnologías Ferroviarias de Berlín, tras la introducción del peaje en las autopistas alemanas los transportistas han aumentado su interés por el ferrocarril, pero la existencia de esta demanda potencial no se ha traducido en un trasvase de tráfico de la carretera hacia el ferrocarril. Por el contrario, la ampliación de la UE a los países del este de Europa ha hecho crecer la oferta de servicios de transporte por carretera, y el aumento de la competencia dentro de este sector ha impuesto una disminución de los precios.

Por otro lado, la mayoría de los transportistas que basan sus servicios en el transporte por carretera poseen una infraestructura logística especializada en el transporte mediante camiones. Para cambiar al transporte ferroviario, los proveedores de servicios logísticos tendrían que realizar una importante inversión inicial a nivel de material móvil e instalaciones, y así poder participar en el transporte combinado carretera/ferrocarril.

Pero el coste de las cargas establecidas en 2005 es demasiado bajo como para motivar inversiones de este tipo. Solamente a partir de 20 a 25 céntimos de euro por kilómetro podría ser más rentable una adaptación al transporte bimodal que seguir transportando las mercancías únicamente por carretera, por lo que los responsables de los ferrocarriles alemanes no esperan cambios importantes en el reparto modal a raíz de la introducción de estas nuevas tarifas.

## Austria

Austria sustituyó una carga fija anual por un sistema de cargas en función del uso en enero de 2004. Los ingresos durante el primer año de aplicación fueron estimados en unos 600 millones de euros. La tarifa unitaria varía en función del número de ejes del vehículo en cuestión, con la particularidad de que se aplica a todos los vehículos de más de 3,5 t de peso (incluidos los autobuses). Su ámbito de aplicación consiste en la red de autopistas y carreteras de altas prestaciones, que alcanza unos 2.000 km. A continuación se presentan sus valores unitarios.

Pais	Costes	Factores	Cént. EUR/t-km	Cént. EUR/km
Austria	Construcción y mantenimiento	Distancia Nº ejes	0,65*	2 ejes: 13,0 3 ejes: 18,2 4 ó más ejes: 27,3

\* camión de 40 t

Fuente: elaboración propia a partir de datos de García Enseleit (2005) y Perkins y ECMT (2004)

**Tabla II.2. Cargas por el uso de la carretera en Austria**

De la Tabla II.2 se deduce que la tarifa aumenta con el número de ejes de los vehículos, factor que está relacionado con su carga máxima. Sin embargo, el sistema no tiene en cuenta las emisiones contaminantes (aunque sí que está previsto considerarlas en el futuro). Esto es así porque la tarificación en Austria se introdujo solamente para recuperar costes de construcción y mantenimiento en la red de peaje. A pesar de ellos, el mero cambio de la anterior viñeta fija por una carga en función de la distancia y el peso es una medida que tiende a aumentar la eficiencia del sistema de transporte. Todavía no se han realizado análisis de las consecuencias de la implantación de este sistema, pero

en 2005 no ha aumentado la cuota del ferrocarril. Para su implementación utiliza un sistema electrónico similar al de Suiza, que se describe más adelante.

## **Dinamarca**

En 2005, el sistema danés de tarificación de la carretera está basado en la Euroviñeta y cuenta con una detallada clasificación de costes, estimada según los porcentajes y parámetros que se indican a continuación.

Para la estimación de costes de la carretera se llevan a cabo estudios periódicos que se comparan con los ingresos para fijar así el nivel de cobertura según la política económica del gobierno. En la cuenta de gastos de la carretera se tienen en cuenta los costes de inversión, así como los de mejora de la infraestructura.

El estudio considera un porcentaje de los costes estimados en la cuenta de la carretera como fijos y el resto, variables. A su vez, los costes variables los reparte según tres indicadores relacionados con el uso de la carretera:

- V-km. La mayor parte de los costes variables se atribuyen al nivel de tráfico, a través de este indicador.
- Longitud v-km. Este parámetro resulta de modular el anterior con un peso según la longitud del vehículo. Este indicador tiene una mayor atribución de costes variables en aspectos como el mantenimiento invernal, reconstrucción e inversión, ya que está destinado a considerar los requerimientos del tráfico de vehículos pesados (que deterioran más el firme y provocan congestión, haciendo necesarias obras de aumento de capacidad).
- Eje estándar-km. Tiene una relación directa (a través de la potencia cuarta del peso por eje) con el deterioro del firme, y por ello se lleva los mayores porcentajes de costes variables en la reconstrucción de la carretera. Es un parámetro esencial para tener en cuenta la influencia del tráfico de vehículos pesados.

		Costes fijos	Costes variables			
			v-km	Longitud v- km	Eje estándar- km	TOTAL
Costes	Infraestructura	%	%	%	%	%
Administrativos	Autopistas y carreteras principales	70	30	0	0	100
	Carreteras y regionales secundarias	80	20	0	0	100
Mantenimiento invernal	Autopistas y carreteras principales	50	30	20	0	100
	Carreteras y regionales secundarias	50	30	20	0	100
Resto de mantenimiento	Autopistas y carreteras principales	70	20	10	0	100
	Carreteras y regionales secundarias	70	20	10	0	100
Reconstrucción	Autopistas y carreteras principales	30	0	25	45	100
	Carreteras y regionales secundarias	50	0	10	40	100
Inversión	Autopistas y carreteras principales	0	45	40	15	100
	Carreteras y regionales secundarias	0	80	15	5	100

*Nota 1. v-km: vehículo que recorre un kilómetro. Nota 2. Eje estándar-km: equivalencia del vehículo según configuración (disposición y reparto de pesos por eje) a un eje estándar (el documento no define el eje estándar de referencia) multiplicada por el número de km que recorre.*

Fuente: CE (1999a)

**Tabla II.3. Dinamarca: clasificación de costes y relación con diversos indicadores de utilización de la carretera**

Según la Tabla II.3, el sistema danés relaciona los costes de inversión con parámetros directamente relacionados con el uso, mientras que el resto de costes son considerados como dependientes del tráfico en distinta proporción. En cuanto a los costes de reconstrucción de la red de carreteras, la parte variable se estima en función del peso por eje y la longitud del vehículo. Una parte muy importante de los costes administrativos, de mantenimiento y reconstrucción se consideran fijos, mientras que el resto se asocia a parámetros relacionados con el uso.

La mayor parte de los costes mencionados se imputan a través de cargas fijas sobre el vehículo y el combustible, siendo el resto recuperados a través de la viñeta, que depende del tipo de vehículo y tiempo de utilización.

## **Finlandia**

En la Tabla II.4 puede apreciarse el tratamiento de costes en la cuenta de la carretera en Finlandia. Este sistema, vigente en 2005, se basa en estimaciones periódicas de los gastos e ingresos provenientes del transporte por carretera, e imputa posteriormente el resultado a los usuarios en función del nivel de cobertura deseado.

<b>Coste</b>	<b>Costes fijos</b>	<b>Costes variables</b>		<b>TOTAL</b>
	<b>%</b>	<b>Por km (%)</b>	<b>Tonelaje transportado (%)</b>	<b>%</b>
<b>Mantenimiento invernal</b>	95	5	0	100
<b>Mantenimiento de carreteras pavimentadas</b>	25	50	25	100
<b>Gestión del tráfico e información</b>	70	30	0	100
<b>Conservación del paisaje</b>	100	0	0	100
<b>Puentes</b>	75	20	5	100

Fuente: CE (1999a)

**Tabla II.4. Finlandia: clasificación y reparto de costes en el sistema de tarificación**

En la Tabla II.4 se aprecia que todos los costes, excepto los de mantenimiento de la infraestructura, se consideran fijos en su mayor parte; a su vez, los costes variables se relacionan con la longitud de la red explotada y el tonelaje transportado por carretera. El mantenimiento invernal es un importante coste de explotación de las carreteras en los países del norte de Europa. Como indica la Tabla II.4, es un coste prácticamente fijo, ya que requiere de una importante dotación de personal, maquinaria e instalaciones que no guarda una relación directa con el tráfico. El mantenimiento de elementos como el firme, explanada, etc. se considera variable en su mayor parte, ya que es el coste más estrechamente relacionado con el uso de la infraestructura; se estima a partir de la longitud de la red de carreteras y del tráfico de vehículos pesados (a través del tonelaje transportado).

La gestión del tráfico se considera un coste fijo en su mayor parte, aunque también aumenta con la longitud de la red explotada, lo que tiene su reflejo en la Tabla II.4. Las alteraciones del paisaje son un coste fijo, y así se consideran en el sistema finés. Por último, el coste asociado a los puentes es un coste fijo que únicamente se ve ligeramente afectado por la extensión de la red (factor relacionado con el número y la dispersión de los mismos), siendo el tonelaje transportado un factor marginal de estimación.

Para su imputación, el sistema finés no impone ninguna carga relacionada directamente con el uso, sino que todos los costes recogidos en la Tabla II.4 se recuperan a través de las tasas sobre vehículos y combustible, independientemente de su carácter de fijos o variables.

## **Reino Unido**

El sistema británico vigente en 2005 parte de una clasificación de costes muy detallada (ver Tabla II.5), pero el mecanismo de imputación no se realiza a través de cargas relacionadas con el uso, sino a través de las tasas e impuestos sobre vehículos y combustible. De todos modos, esta desagregación en sus estudios de costes le permite una transformación de su sistema hacia una tarificación eficiente, basada en el nivel de tráfico y tipo de vehículo, proceso que se está llevando a cabo desde el año 2004.

Coste	% de costes imputados a					
	v-km	Peso bruto máximo v-km	Peso bruto medio v- km	Eje estándar -km	PCU-km	Peatones
Capital	0	15	0	0	85	0
Reconstrucción y repavimentación	0	0	0	100	0	0
Ensanchamientos	0	0	100	0	0	0
Tratamiento superficial	20	0	80	0	0	0
Parches y pequeñas reparaciones	0	0	20	80	0	0
Drenaje	100	0	0	0	0	0
Puentes y reparación de obras de tierra	0	0	100	0	0	0
Cuidado vegetación	100	0	0	0	0	0
Limpieza	50	0	0	0	0	50
Señales	100	0	0	0	0	0
Marcas viales	10	0	90	0	0	0
Carriles bici y peatones	0	0	50	0	0	50
Barreras y vallas	33	0	67	0	0	0
Mantenimiento invernal	100	0	0	0	0	0
Iluminación	50	0	0	0	0	50
Policía y control tráfico	100	0	0	0	0	0

Fuente: CE (1999a)

**Tabla II.5. Reino Unido: clasificación y reparto de costes en el sistema de  
tarificación**

Los costes se desglosan según muchas categorías (capital, drenaje, vegetación, barreras, iluminación, etc.), y cada uno de ellos se atribuye a distintos indicadores relacionados con el uso de la infraestructura:

- V-km. El nivel de tráfico se relaciona con parte de los costes de mantenimiento, limpieza, señalización horizontal, vallado e iluminación y con la totalidad de los costes de drenaje, vegetación, señalización vertical, mantenimiento invernal y gestión del tráfico.
- Peso bruto máximo v-km. El peso máximo autorizado (PMA) de los vehículos se considera que condiciona ligeramente el diseño y construcción de las carreteras.
- Peso bruto medio v-km. Este factor tiene en cuenta el peso medio de los vehículos pesados (que a su vez dependerá del PMA y del porcentaje de retornos en vacío) que circulan por la red. Se le atribuye una gran importancia en aspectos como los ensanchamientos de las carreteras, tratamiento superficial del firme, puentes, señalización horizontal, segregación de tráfico no motorizados y balizamiento.
- Peso eje estándar-km. Parámetro relacionado directamente con el deterioro, se relaciona con los costes de reconstrucción total y parcial de la carretera.
- PCU-km. PCU (Passenger Car Unit) es la equivalencia en automóviles del vehículo considerado<sup>48</sup>. Con este indicador se obtiene un nivel de tráfico ficticio que tiene en cuenta la mezcla de vehículos. Se considera de vital importancia en los costes de inversión.
- Peatones. Los costes que se atribuyen a la movilidad peatonal son la limpieza de viales, carriles bici y peatonales e iluminación.

Las cargas anuales sobre los camiones existentes en la actualidad varían en función de la carga por eje y el tipo de vehículo, por lo que tienen una cierta modulación en función de los costes ocasionados, pero no están relacionadas con el uso real. Por ello se está desarrollando un sistema electrónico de tarificación basado en la localización vía satélite que se prevé que esté operativo para el 2008. Para el establecimiento de las cargas se utilizarán los datos de los estudios de costes (internos y externos) que el Departamento de Transportes ha estado realizando durante años. Se pretende que el sistema a implantar sea muy desagregado (mediante la localización vía satélite), y así el precio a pagar varíe en función de la distancia, tipo de vehículo (carga por eje y emisiones) y tipo de carretera.

---

<sup>48</sup> Equivalencia PCU: coches = 1, vehículos de mercancías rígidos = 2, vehículos de mercancías articulados = 3.

Con el nuevo sistema el gobierno británico no pretende incrementar los costes del transporte por carretera en el tráfico doméstico de mercancías, sino que, cuando se implante se reducirán otras tasas, probablemente las relacionadas con la propiedad del vehículo. En principio, se ha descartado disminuir los impuestos sobre el combustible como contrapartida por dos razones: por un lado supondría una disminución de ingresos que no acepta la Secretaría de Hacienda, y por otro, la disminución en el precio del combustible potenciaría el uso del vehículo privado (diesel), lo que aumentaría los problemas de congestión, contaminación, etc. La única forma que se considera viable para introducir recortes en los impuestos sobre el combustible es que éstos se realicen sin variar el precio de venta al público, a través de subvenciones directas a los transportistas (Perkins y ECMT, 2004).

## **Suecia**

En la Tabla II.6 se muestra el sistema de clasificación e imputación de costes en la red federal de carreteras de Suecia, basado en la Euroviñeta y vigente desde 2005.

Este sistema se apoya en estudios de costes muy detallados que se realizan periódicamente para las distintas categorías de vehículos. En función de los costes estimados y su reparto según los criterios que se recogen en la Tabla II.6, se fijan las tasas e impuestos que se aplican sobre los usuarios de la carretera. Todos los costes, excepto los de mantenimiento del pavimento, se consideran prácticamente fijos. Tanto costes fijos como variables se estiman según el indicador  $v$ -km, modulado en ocasiones con factores que tienen en cuenta la mezcla de tráfico (PCU) y el deterioro de la infraestructura según la configuración del vehículo (factores AASHO).

Coste		Costes fijos. % imputado por			Costes variables. % imputado por	
		v-km	PCU-km	v-km*factores AASHO	v-km	v-km*factores AASHO
Inversión	Inversión	0	79	21	0	0
	Aumento de capacidad	0	0	100	0	0
Mantenimiento y explotación	Mantenimiento invernal	95	0	0	0	5
	Mantenimiento pavimento	25	0	0	0	75
	Puentes	67	0	0	13	20
	Supervisión de la conducción	90	0	0	10	0
	Seguridad del tráfico	90	0	10	0	0
	Mejoras	75	0	25	0	0

*Nota 1. La AASHO (American Association of State Highway Officials) fue convertida en los años 80 en la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).*

*Nota 2. Los factores AASHO tiene en cuenta la equivalencia del vehículo a ejes de 80 kN.*

Fuente: CE (1999a)

### **Tabla II.6. Suecia: clasificación y reparto de costes en el sistema de tarificación**

Por lo tanto, este sistema considera la mayor parte de los costes como fijos, y los imputa de forma similar, confiando prácticamente la totalidad de la recaudación a las cargas fijas que recaen sobre vehículos y combustible, y el resto a cargas variables según el nivel de tráfico y el tipo de vehículo.

### **Suiza**

Suiza es por el momento el paradigma de la aplicación de la tarificación del transporte por carretera con el fin de trasvasar el tráfico de mercancías al ferrocarril, por lo que se analizan a continuación los pasos llevados a cabo y los logros conseguidos con las medidas instauradas en dicho país.

En general, para lograr el traspaso de los tráficos de mercancías por carretera al ferrocarril se requiere una mayor inversión en ferrocarriles, importantes mejoras en la productividad del sector y la liberalización de este mercado de transporte. También se requiere la implantación de un marco regulador más eficiente y equitativo entre modos de transporte, en particular en lo referente al pago por el uso de las infraestructuras y a las condiciones de los trabajadores del sector transporte (ECMT, 2003). Todos estos principios básicos se han tenido en cuenta en el caso de Suiza, que ha abordado el problema, no a base de actuaciones puntuales, sino de una forma global.

### El tráfico de mercancías en Suiza

El tráfico de mercancías por carretera a través de los Alpes suizos creció un 89% desde 1989 a 1999. Por ello, uno de los principales objetivos de la política de transportes en Suiza se concretó en transferir el máximo posible del tráfico de mercancías desde la carretera al ferrocarril. Para conseguir este objetivo, Suiza ha utilizado una serie de medidas basadas en instrumentos de mercado como subvenciones para el transporte combinado y la promoción de terminales, pero la parte más importante se centró en medidas legales, en particular con el establecimiento del máximo de 28 toneladas de peso total para el transporte por carretera.

A primera vista, esta estrategia tuvo éxito: la cuota de transporte del ferrocarril a través de los Alpes suizos se situó en el 72% del tráfico, mientras que a través de los Alpes franceses o austriacos sólo alcanzaba una cuarta parte.

Pero en realidad, lo que ocurrió fue que los transportistas optaron por hacer el viaje a través de un itinerario más largo (es decir, por Francia o Austria), para evitar el paso por Suiza. De hecho, si se sumaba al tráfico carretero a través de Suiza el desviado a través de Francia y Austria, se obtenían cuotas similares de participación del modo ferroviario en los tres casos.

Por el contrario, el tráfico de retorno volvía a desviarse, optando esta vez por el camino más corto, Suiza, ya que de vacío no alcanzaban las 20 toneladas y no tenían que pagar la tasa (ECMT, 2003).

## El Acuerdo de Transporte Interior

Con el Acuerdo de Transporte Interior, Suiza comenzó a aproximar su política de transporte a la de la UE. La coordinación entre las políticas de la UE y Suiza es esencial, teniendo en cuenta que tres cuartas partes del tráfico de mercancías que atraviesa los Alpes suizos por carretera es tráfico de paso.

En base al mencionado acuerdo, en enero del 2001, Suiza sustituyó el sistema precedente de tarificación a camiones basado en una viñeta anual, por un sistema basado en el uso conocido como HVF (Heavy Vehicle Fee) totalmente compatible con la propuesta de Directiva 2003/448/CE.

La HVF se aplica en toda la red de carreteras (72.000 km) a todos los camiones de más de 3,5 toneladas, y varía según los siguientes factores:

- El número total de kilómetros recorridos
- El peso máximo autorizado del vehículo (la carga se cobra entera para los vehículos que retornan en vacío)
- Las emisiones del vehículo (según la clasificación EURO).

País	Costes	Factores	Cént. EUR/t-km	Cént. EUR/km
Suiza	Mejora y mantenimiento de la red ferroviaria y carretera. Contaminación	Distancia PMA. Emisiones	1,4 - 1,9	67*

\* camión de 40 t

Fuente: elaboración propia a partir de datos de García Enseleit (2005) y Perkins y ECMT (2004)

### **Tabla II.7. Cargas por el uso de la carretera en Suiza**

Para calcular la HVF se multiplica la tasa unitaria (que varía en función de las emisiones) por la distancia y por el peso total autorizado. La tasa media para un camión de 40 toneladas durante el periodo 2000-2007 es de 1,67 céntimos de EUR/t-km. A los camiones que participan en el transporte combinado carretera/ferrocarril se les reduce el peaje del viaje a la terminal ferroviaria si la distancia no supera los 40 km.

La tasa fue introducida como parte de una serie de acuerdos con la *UE*, que obligaba a Suiza a cambiar el límite de 28 toneladas de peso máximo de camiones a 40 toneladas. La cuantía de la HVF se estableció inicialmente en base a estudios sobre los costes externos del transporte a través de los Alpes, pero posteriormente se redujo significativamente en función de dichos acuerdos. Aun así, la introducción de la HVF supuso un gran incremento en las cargas por el uso de la carretera en Suiza, país que impone actualmente cargas por el uso de la carretera muchísimo mayores que en el resto de Europa, con la excepción de las cargas impuestas por Francia en el paso alpino de Frejus<sup>49</sup>.

La recaudación por medio de esta nueva tasa alcanzó los 450 millones de euros en 2001, lo que supone, aproximadamente, la misma cantidad que los impuestos sobre el combustible en el transporte de mercancías por carretera en este país (Perkins y ECMT, 2004).

#### Implementación del sistema

Para su cobro, se instala en los camiones un equipo conectado al tacógrafo que se comunica por microondas con otros aparatos instalados en las fronteras. La información sobre los kilómetros recorridos se da mensualmente, mediante la introducción de unas tarjetas electrónicas en el equipo embarcado, que deben ser enviadas a la autoridad competente. Para los camiones que circulan ocasionalmente por Suiza la tarifa se paga indirectamente, a través de la compra de unas tarjetas de combustible en las estaciones de suministro fronterizas (Perkins y ECMT, 2004).

#### Una doble aproximación desde el ferrocarril y la carretera

Además de la introducción de la tasa HVF, se tomaron otras medidas para conseguir la transferencia de tráfico de la carretera al ferrocarril:

---

<sup>49</sup> El peaje total a pagar en 2004 por un camión que atraviesa los Alpes por el Frejus (considerando una ruta de 346 km) es de 202 EUR (58 céntimos de EUR/t-km), mientras que los peajes por las rutas de Gothard en Suiza (300 km) y Brenner en Austria (335 km) son de 125 EUR (42 EUR/céntimos de EUR/t-km) y 121 EUR (36 céntimos de EUR/t-km) respectivamente (Perkins y ECMT, 2004).

Dos terceras partes de los ingresos de esta tasa son destinados a mejorar las líneas ferroviarias que atraviesan los Alpes (principalmente las rutas de Gothard y Lotschberg), como medida adicional para traspasar tráfico al ferrocarril. Este trasvase se verá potenciado con la terminación de los dos nuevos túneles de base, que permitirán reducir la distancia y la circulación de trenes más largos y pesados, con lo que se reducirán los costes del transporte de frontera a frontera en un 20%. El resto de los ingresos va directamente a las autoridades regionales (cantones), y se dedican también a mejorar las infraestructuras de transporte (Perkins y ECMT, 2004). Por lo tanto, las cargas por el uso de la infraestructura carretera en Suiza son completamente finalistas. Hasta que estos y otros proyectos se lleven a cabo, el Parlamento ha promovido medidas de mejora en las condiciones de competencia en carretera y ferrocarril, productividad de los ferrocarriles y fluidez en el tráfico por carretera, que se han materializado en subvenciones para el transporte combinado y para la construcción de terminales intermodales y la mejora de determinados tramos congestionados (ECMT, 2003).

#### Efectos sobre la demanda

Los primeros estudios sobre las consecuencias de la aplicación de la HVF sobre el reparto modal indicaron que, mientras que el tráfico de vehículos pesados creció continuamente de 1997 al 2000 a un ritmo del 6%, en el año 2001 experimentó una caída del 3%. Sin embargo, durante el 2001 las mercancías transportadas por *SBB* (Ferrocarriles Federales Suizos, principal empresa ferroviaria del país) aumentaron tan solo un 1%, lo que evidentemente no puede considerarse como una consecuencia de la transferencia de tráfico desde la carretera. Donde sí que tuvo un efecto inmediato fue en el tráfico ferroviario doméstico, que creció un 8,7% durante el 2001 (ECMT, 2003). Por lo tanto, este primer efecto sobre el tráfico de vehículos pesados puede explicarse, más que por una transferencia al ferrocarril, por el desvío a través de otras rutas que en aquel momento tenían peajes más reducidos, como la de Brenner en Austria.

Estudios posteriores (Perkins y ECMT, 2004) indican que se ha conseguido disminuir el tráfico de vehículos pesados en unos 150.000 v-km entre los años 2000 y 2003. Además, durante el mismo periodo ha disminuido un 8 % el número de camiones y ha aumentado un 30 % la carga transportada. Por último, y durante el primer semestre de 2004, el ferrocarril ganó cuota de mercado por primera vez desde hace 20 años, y el

tonelaje transportado por transporte combinado carretera/ferrocarril creció un 11 % de 2001 a 2003 (García Enseleit, 2005). Estos efectos sobre la demanda se han conseguido debido al diseño de la HVF: como la tasa se impone según el peso máximo de los vehículos, los camiones llevan más carga y han disminuido los retornos en vacío, mediante la consolidación del sector (crecimiento del tamaño de las empresas de transporte mediante absorción de las pequeñas y alianzas entre las grandes), lo que les permite una mejor gestión de las cargas. En definitiva, se ha mejorado la eficiencia del sector.

En cuanto a los efectos sobre el medio ambiente, estimaciones realizadas por la Agencia Suiza del Medio Ambiente calculan que con la HVF las emisiones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> disminuirán en un 30 % para el 2007 (Perkins y ECMT, 2004). Estas reducciones son consecuencia de la reducción del tráfico de vehículos pesados y de la mejora de su comportamiento medioambiental, al haberse impulsado la renovación de la flota.

### **Otros países**

Tal y como ocurre en el Reino Unido, la República Checa, los Países bajos y Suecia tienen planes para sustituir su sistema actual de tarificación (basado en viñetas) por un sistema electrónico de tarificación según el uso. Francia planea introducirlo (sólo para camiones) en tramos de autopistas sin peaje cerca de las aglomeraciones urbanas.

### **Autopistas de peaje en la UE**

Otra forma de tarificación por el uso de la carretera es a través de los peajes de las autopistas. En la Tabla II.8 se recoge la longitud y las tarifas de las autopistas de peaje en algunos países de la UE. Se observa que Francia e Italia disponen de las redes más extensas, con unos 6.300 km y 5.500 km respectivamente, seguidas por España, que cuenta con más de 2.000 km; las redes de Grecia y Portugal son de menor extensión. Bélgica y Austria también gravan con peaje algunos tramos de sus vías de gran capacidad (circunvalaciones de grandes aglomeraciones urbanas, puertos de montaña, puentes, túneles, etc.).

	<b>ESPAÑA</b>	<b>FRANCIA</b>	<b>GRECIA</b>	<b>ITALIA</b>	<b>PORTUGAL</b>
<b>Longitud (km)</b>	2.025	6.325	871	5.546	682
<b>Peajes (céntimos EUR/km)</b>					
<b>Vehículos ligeros</b>	7,6	6,3	1,7	4,6	5,3
<b>Camiones de 3 ejes</b>	14,3	14,1	3,2	6,1	11,8
<b>Camiones articulados</b>	16,6	14,1	3,9	11,3	13,1
<b>Peajes (céntimos EUR/t-km)</b>					
<b>Camión articulado 40 t</b>	0,41	0,35	0,10	0,28	0,33

Fuente: Esteras y de la Cueva, 2000 y elaboración propia

**Tabla II.8. Longitud y peajes de las autopistas en Europa**

La base del peaje es el vehículo-km en todos los países, distinguiendo entre vehículos ligeros, intermedios y pesados. Con los peajes se recuperan costes internos. Se observa que las tarifas más elevadas corresponden a España, seguida por Francia, Portugal e Italia; las tarifas en Grecia son mucho menores. En todos los casos los camiones pagan aproximadamente el doble que los vehículos ligeros.

## **Análisis**

Para analizar la situación general de la tarificación por el uso de la carretera en Europa se va a complementar la información de los casos particulares del apartado anterior con diversos estudios generales realizados por la CE entre 1999 y 2005.

## **Tratamiento de infraestructura y vehículos**

De cara al diseño de un sistema de tarificación coherente es necesario ordenar los elementos que intervienen. Las razones que aconsejan esta clasificación son que gran parte de los costes generados por el uso de la infraestructura (cualitativa y cuantitativamente hablando) están muy relacionados con el tipo de carretera y/o vehículo, y que los mecanismos de imputación son más fácilmente aplicables de forma desagregada.

### ***Clasificación de las carreteras***

Cada tipo de infraestructura según su tipología y entorno en el que se sitúa, ocasiona unos costes que, si bien no pueden tomarse como universales, sí que ofrecen puntos en común. Además, normalmente los estudios sobre costes de carreteras son encargados por una determinada administración pública, y por ello suelen circunscribirse a la red de carreteras que gestiona. Una clasificación comúnmente utilizada suele ser (CE, 1999a):

- Autopistas nacionales
- Carreteras nacionales
- Carreteras regionales
- Carreteras urbanas

En el ámbito del transporte interurbano, normalmente los datos disponibles y estudios de costes están realizados (cuando existen) para las carreteras principales. Por otro lado, la tarificación de la carretera a través de cargas directamente relacionadas con el uso se está implementando, al menos en un primer momento, en las autopistas y carreteras nacionales más importantes (tan sólo Suiza impone cargas en toda su red).

### ***Clasificación de los vehículos***

Las categorías de vehículos más comúnmente consideradas para el cálculo e imputación de costes de la infraestructura carretera son (CE, 1999a):

- Motos
- Automóviles
- Autobuses
- Vehículos ligeros para transporte de mercancías (<3,5 t de PMA)
- Vehículos pesados para transporte de mercancías (>3,5 t de PMA), los cuales quedan divididos en: vehículos rígidos, camiones con remolque y vehículos articulados (cabezas tractoras con semitrailer).

De cara a la tarificación de carreteras interurbanas, la atención se ha centrado inicialmente en imponer cargas por el uso a los vehículos pesados, como medida para

luchar contra la congestión, deterioro de la infraestructura y costes externos. De todas formas, el tratamiento de los vehículos en los distintos países suele diferir, sobre todo en lo referente al peso mínimo a partir del cual se aplican las cargas y la clasificación de los vehículos pesados (según su PMA, configuración de ejes, emisiones, etc.). El tratamiento de los autobuses también es variado: en algunos países se tratan por separado, mientras que en otros se mezclan con los automóviles (por simple oposición al transporte de mercancías) cuando en realidad su participación en costes está mucho más cercana a los vehículos pesados.

### **Metodologías de cálculo e imputación de costes**

Es necesario contar con una estimación de costes ajustada a la realidad para implantar un sistema de tarificación eficiente. Los datos más detallados y desagregados se corresponden con las autopistas de peaje gestionadas por empresas concesionarias privadas. Respecto a las carreteras gestionadas por administraciones públicas, los datos suelen referirse a una red mucho más amplia y heterogénea, por lo que en la mayoría de los casos, la mera existencia de una cuenta de gastos exclusiva para este tipo de infraestructuras es la fuente de datos más detallada a la que puede accederse.

En la Tabla II.9 pueden apreciarse las metodologías para la estimación de costes sobre los que se basan los respectivos sistemas de tarificación. De dicha Tabla se deduce que:

- Aunque hay algunos países que distinguen entre costes fijos y variables (Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Suecia, y Suiza), no hay ningún país que aplique una metodología sofisticada para estimar los costes marginales.
- Es habitual la diferenciación entre categorías de vehículos, sobre todo en lo referente a vehículos pesados (Alemania, Reino Unido, Suiza, Austria, Dinamarca, Países Bajos, Irlanda, España, Francia, Finlandia, Suecia).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	PAÍSES
<b>Cuenta periódica de la carretera</b>	Cálculo periódico de los costes para las distintas categorías de vehículos y comparación con los ingresos para definir el nivel de cobertura	Anualmente: D, UK, CH Revisiones periódicas: A, DK, NL, IRL, E, F, SF, S Sin datos disponibles: B, L, P, GR
<b>Cuentas para vehículos pesados de mercancías</b>	Cálculo de costes diferenciado	D, UK, A, DK, IRL, E, F, NL, S, SF, CH
<b>Cuenta de gastos</b>	No incluye la inversión	D, UK, NL, IRL, E, F, S, SF, I, CH
<b>Distinción entre costes fijos y variables</b>	-	D, DK, S, SF, F, I
<b>Cuentas de costes: estimación de los costes de inversión</b>	Capitalización de la inversión en carreteras según supuestos que tienen que ver con la vida útil y los intereses	A, DK, S, SF, F, CH
<b>Imputación de coste según la categoría de vehículo</b>	Uso de un método específico para imputar costes a diferentes categorías de vehículos, especialmente para vehículos pesados	Según método propio: D, UK, A, DK, F, NL, S, SF, CH Países que han adoptado el método de otro país: IRL, E

*Nota 1. A: Austria; B: Bélgica; CH: Suiza; D: Alemania; DK: Dinamarca; E: España; F: Francia; GR: Grecia; I: Italia; IRL: Irlanda; L: Luxemburgo; NL: Países Bajos; P: Portugal; S: Suecia; SF: Finlandia; UK: Reino Unido.*

*Nota 2. -: no procede.*

Fuente: CE, 1999a

### **Tabla II.9. Prácticas habituales en la contabilidad de costes de infraestructura carretera en Europa**

- Respecto a la inversión realizada en la red de carreteras, la mayor parte de dichos costes son fijos. La parte variable de los costes de inversión se refiere a las inversiones en mejora y renovación de la infraestructura (costes marginales a largo plazo). También pueden considerarse fijos algunos costes de mantenimiento (por ejemplo, cuando se dedican partidas anuales fijas a programas de mantenimiento preventivo, vialidad invernal, etc.). Son mayoría los países que no incluyen la inversión en su cuenta de la carretera, y solo Austria, Dinamarca, Suecia, Finlandia,

Francia y Suiza utilizan un procedimiento específico para la estimación de los costes de inversión. Sin embargo, su conocimiento detallado es necesario si se pretenden imputar estos costes a los usuarios. Para armonizar su tratamiento habría que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El periodo de vida útil de los elementos (pavimento, puentes, túneles, etc.): las cifras utilizadas en los Estados miembros varían considerablemente.
  - El tipo de depreciación de las infraestructuras: normalmente se utiliza la depreciación lineal, aunque algunos países como el Reino Unido se basan en la evaluación directa del Estado y valor de la red.
  - La elección de la tasa de interés (que generalmente suele coincidir con la tasa de descuento social).
- Normalmente (en Alemania, Reino Unido, Austria, Dinamarca, Francia, Países Bajos, Suecia, Finlandia, Suiza, Irlanda y España), la imputación de costes (tanto fijos como variables) se realiza a partir de los resultados de las cuentas de la carretera, a través del reparto por porcentajes según la categoría de vehículo en función de una serie de indicadores (algunos de ellos pueden verse en la Tabla II.10) relacionados con su contribución a los costes de la infraestructura (metodología “top-down”).

Según la Comisión Europea (CE, 1999a), el Reino Unido y Suecia contaban con los sistemas de estimación y reparto de costes más detallados. Sin embargo, ni siquiera estos modelos eran perfectos, ya que determinados costes de mantenimiento y explotación aparecían a veces mezclados con otros referidos a instalaciones fijas, como puentes, drenajes, etc.

PAÍS	MÉTODO
<b>Austria</b>	Análisis de regresión Adaptación del método Alemán
<b>Dinamarca</b>	Diferenciación entre costes de inversión y de operación según: Costes fijos Costes dependientes del tráfico (v-km) Costes dependientes del espacio ocupado y el peso según el tipo de vehículo
<b>Francia</b>	Distingue entre costes fijos y variables. Para su imputación utiliza variables como: v-km peso-v-km eje estándar-v-km
<b>Alemania</b>	Imputación: Costes marginales según los factores de la AASHO*v-km Costes de capacidad (dependientes de la velocidad) por medio de factores equivalentes*v-km
<b>Italia</b>	Imputación: v-km peso por eje-km eje estándar-km
<b>Países Bajos</b>	Diferencia entre costes de inversión y operación y los imputa según: v-km PCU-km peso por eje-km
<b>Finlandia</b>	Diferencia entre costes fijos y variables y los imputa según: v-km factores dependientes del peso
<b>Suecia</b>	Diferencia entre costes fijos y variables según: Costes dependientes del tráfico (v-km) Costes dependientes del espacio y velocidad (imputados por PCU-km) Costes dependientes del peso (imputados según factor AASHO-km)
<b>Suiza</b>	Imputación de: Costes de nuevas inversiones según factores relacionados con el peso Costes de pavimento y mantenimiento según el peso por eje-km Costes de capacidad: imputados al 80% según longitud v-km y al 20% por v-km Costes corrientes por v-km
<b>Reino Unido</b>	Imputación de: Coste en capital. Imputación: 15 % máximo según el PMA-km y resto según los PCU-km Costes de mantenimiento muy desglosados e imputados según diferentes factores Costes de policía y control de tráfico por v-km

Fuente: CE (1999a)

**Tabla II.10. Prácticas habituales en la imputación de costes en Europa**

De la Tabla II.10 se deduce que existe una gran diversidad entre los países analizados, tanto en lo referente a los costes considerados, como en lo referente al tratamiento que se les da de cara a su imputación, donde se advierte diversidad en el nivel de desagregación y en los parámetros de imputación utilizados. Sí que puede concluirse que el parámetro de imputación más utilizado es el vehículo-kilómetro, a veces como mero indicador de nivel de tráfico, y otras veces modulado con factores que tienen que ver con el deterioro causado en la infraestructura (peso, equivalencia a ejes estándar, peso por eje, etc.) y con la contribución a la congestión (equivalencia a automóviles, espacio ocupado, velocidad).

Como consecuencia de las diferencias antes comentadas, las simulaciones de tarifas llevadas a cabo por el Grupo de Trabajo sobre la Tarificación de Infraestructuras de la CE, indicaron que la aplicación de estos métodos conducía a un amplio rango de resultados (CE, 1999a), lo que no favorece la armonización de las condiciones de competencia entre países.

### **Relación entre costes y cargas por el uso de la carretera**

Debido a la gran variedad de impuestos, tarifas, cargas, peajes y viñetas que gravitan sobre el sector del transporte de mercancías por carretera, los estudios de la ECMT (2000a, 2000b y 2005b) clasifican todas estas variaciones en cuatro categorías: la primera de ellas relacionada con el vehículo, la segunda con el combustible y las dos últimas con la utilización de la infraestructura.

Tanto las tasas sobre el vehículo, como los impuestos sobre el combustible, son cargas puramente fiscales, utilizadas por los respectivos Estados como una de sus principales fuentes de ingresos, y por lo tanto, fijadas según criterios nacionales. Respecto a los impuestos sobre el combustible, hay que señalar que los transportistas pueden no cumplir con el vínculo territorial, ya que pueden repostar en un país y circular por otro. Respecto a las cargas relacionadas con el uso de la infraestructura (y por lo tanto con los costes que ello implica), las hay de varios tipos: las viñetas, los peajes y las cargas.

Cargas	Tasas sobre el vehículo	Impuestos sobre el combustible	Cargas por el uso de la infraestructura	
			Viñetas	Peajes/cargas
Descripción	Imposición sobre la propiedad según el país de registro	Relación limitada con el uso de la infraestructura	Basada en un precio fijo según tipo de vehículo	Basados en el uso, según la distancia, tipo de vehículo, etc.
Criterio económico	Carga fiscal	Carga fiscal	Precios fijos	Precios variables
Criterio territorial	Carga nacional	Carga con vínculo territorial intermedio	Carga con vínculo territorial intermedio	Carga con vínculo territorial total

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ECMT, 2000a

**Tabla II.11. Caracterización económica y territorial de las cargas sobre el transporte de mercancías por carretera**

Las viñetas son una especie de “carga de acceso” a la utilización de la red, que se paga por tiempo de uso y varía en función del tipo de vehículo, por lo que no reflejan adecuadamente los costes generados. Los peajes y las cargas están mucho más relacionados con el uso de la infraestructura. Los peajes varían en función de la distancia y tipo de vehículo, y suelen aplicarse únicamente en autopistas y algunos puentes y túneles. Las cargas son unos peajes más detallados, que pueden verse modulados por factores más técnicos como el peso del vehículo, el peso por eje, el consumo de capacidad, las emisiones contaminantes y el periodo del día durante el cual se circula.

En función de la situación observada y de los resultados de varios proyectos de investigación realizados en la UE, la Conferencia Europea de Ministros de Transporte emitió a finales del año 2000 una serie de recomendaciones en materia de tarificación de carreteras (ECMT, 2000b). Como situación de partida del análisis conjunto de dichos proyectos, se señalaba la escasez de datos de costes, así como su falta de desagregación entre vehículos ligeros y pesados. Entre las recomendaciones que realizaba la ECMT se encontraba una metodología simplificada para imputar costes a través de las opciones de tarificación existentes.

	<b>Impuestos generales</b>	<b>Tasas sobre el vehículo</b>	<b>Impuestos sobre el combustible</b>	<b>Cargas sobre el usuario</b>
<b>Financiación de infraestructuras</b>				
<b>Explotación y mantenimiento</b>				
<b>Internalización de costes externos</b>				

Fuente: ECMT, 2000b

**Tabla II.12. Opciones de tarificación según costes a cubrir (1)**

De la Tabla II.12 se deduce que existe una gran variedad de opciones en cuanto a la recuperación de los costes internos, cuya recuperación puede llevarse a cabo a través de tasas más o menos relacionadas con el uso de la infraestructura (desde los impuestos que gravitan sobre la actividad del transporte hasta las cargas directamente relacionadas con el uso). Por el contrario, se recomienda que la internalización de los costes externos se realice a través de cargas más relacionadas con el uso (por medio de cargas creadas ex profeso, o bien a través de tasas sobre el combustible).

Otra de las aportaciones de este estudio fue la de establecer una relación directa y sencilla entre los costes, los agentes implicados y las opciones de tarificación. Las primeras dos columnas de la Tabla II.13 reúnen los costes internos, que en el caso de las empresas concesionarias de autopistas, son recuperados a través de los peajes. La fila de los usuarios se ha dividido en dos, ya que por un lado están los costes internos que les imputa el propietario de la infraestructura, y por otro lado están los costes externos que generan (y soportan), sobre los cuales pesan una serie de cargas más o menos relacionadas con el uso que tratan de reducirlos. Hay que señalar que, según este estudio de la ECMT, los costes externos que se recomienda imputar a los usuarios son la congestión, los accidentes y la contaminación atmosférica, dejando que el resto recaigan sobre toda la sociedad.

	<b>Costes internos</b>		<b>Costes externos</b>
<b>Agente</b>	<b>Costes fijos</b>	<b>Costes variables</b>	<b>Costes variables</b>
<b>Administración, gestor de la infraestructura</b>	Costes financieros (80 %) y costes fijos de explotación (20 %): 70 %	Costes variables de explotación: 30%	
<b>Usuarios</b>	Tasas sobre el vehículo	Uso del vehículo (combustible) y de la infraestructura (cargas)	
			Congestión, accidentes, ruido y contaminación atmosférica
<b>Sociedad</b>			Cambio climático, contaminación del agua

Fuente: ECMT, 2000b

**Tabla II.13. Opciones de tarificación según costes a cubrir (2)**

## Nivel de tarificación

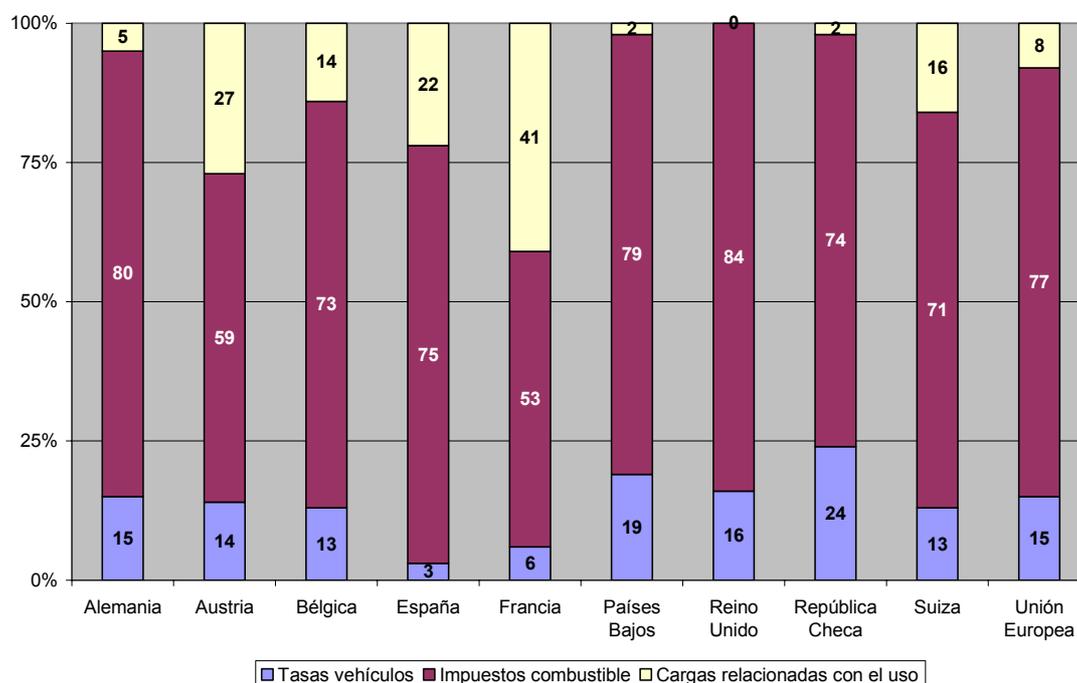
### *Estudio de la Conferencia Europea de Ministros de Transporte del año 2000*

La ECMT realizó en el año 2000 (ECMT, 2000a) una estimación de la totalidad de los pagos a realizar en 1998 por un camión de 40 t (38 en el caso de Suiza) que recorriese 500 km por un determinado país<sup>50</sup>. En primer lugar se analizó la procedencia de los diferentes pagos.

De la Figura II.1 se deduce que la mayor parte de las cargas que gravitan sobre el transporte de mercancías por carretera se imputan sobre el combustible, siendo mucho menores las cargas sobre los vehículos y por el uso de la infraestructura. Se observó que las cargas por el uso tenían mayor implantación en aquellos países con la redes de autopistas de peaje más importantes (Francia y España) o con tramos concretos de peaje (como túneles en Austria), mientras que en el resto de los países (Bélgica, República Checa, Alemania y Países Bajos) predominaban las tarifas fijas (a través de la Euroviñeta). Suiza era el único país en el que las cargas directamente relacionadas con el uso de la infraestructura en carreteras no gestionadas por concesiones tenían una

<sup>50</sup> Pese a que existen estudios con datos más actualizados (en concreto, del año 2005, y que se presentan al final del apartado), se han incluido los resultados del año 2000 porque incluyen una aproximación a los costes de inversión y externos que estudios posteriores no consideran.

importancia significativa. El Reino Unido no imponía cargas directas por el uso, sino sobre combustible y vehículos.



Nota. No disponible la estructura en Italia

Fuente: ECMT, 2000a

**Figura II.1. Estructura de los pagos a realizar por un camión en distintos países europeos**

	EUR	Cént. EUR/t-km
<b>Alemania</b>	59,46	0,30
<b>Austria</b>	56,21	0,28
<b>Bélgica</b>	96,21	0,46
<b>España (peajes en 250 km)</b>	84,19	0,42
<b>Francia (peajes en 250 km)</b>	105,60	0,53
<b>Países Bajos</b>	56,19	0,28
<b>Reino Unido</b>	120,41	0,60
<b>República Checa</b>	34,20	0,17
<b>Suiza (camión de 28 t)</b>	77,85	0,56
<b>Media</b>	76,70	0,40

Nota. No disponible el pago en Italia

Fuente: ECMT, 2000a

**Tabla II.14. Pago total y unitario a realizar por un camión de 40 t que recorre 500 km**

De la Tabla II.14 se deduce que los pagos más elevados corresponden a Francia y al Reino Unido. En el primer caso es debido a lo elevado de los peajes de sus autopistas, y

en el segundo es debido a la gran proporción de cargas fiscales sobre el combustible. Debido a la limitación de peso impuesta en Suiza, su tasa unitaria es la segunda más cara, después de la del Reino Unido. La cantidad total media a pagar ascendió a 76,70 EUR y la tarifa unitaria media a 0,40 céntimos de EUR/t-km.

#### Internalización del coste de la infraestructura y externalidades

El estudio presentado por la ECMT en el año 2000 realizaba también una aproximación a los costes totales asociados al uso de la infraestructura. Se consideraba que para incorporar a las anteriores cargas los costes de inversión asociados al transporte de mercancías había que multiplicar por el factor 1,30. Asimismo, estimaba que para internalizar los costes externos (contaminación, congestión y accidentes) generados había que multiplicar de nuevo por 1,5. Los países incluidos en este análisis fueron Austria, Bélgica, República Checa, Alemania, Francia, Países Bajos, España, Suiza y Reino Unido. Los valores medios obtenidos teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se recogen en la Tabla II.15.

<b>céntimos EUR/t-km</b>	<b>Tasa media 1998</b>	<b>Tasa incorporando los costes de inversión de la infraestructura</b>	<b>Tasa incorporando costes capital infraestructura y externalidades</b>
<b>Base de cálculo</b>	<b>Carga total media</b>	<b>130% de la carga total media</b>	<b>150% de la carga total con coste de inversión</b>
<b>Media para A, B, CZ, F, D, NL, E, CH, UK</b>	0,40	0,52	0,78

*Nota. A: Austria; B: Bélgica; CH: Suiza; CZ: República Checa; F: Francia; D: Alemania; E: España; NL: Países Bajos; UK: Reino Unido.*

Fuente: ECMT, 2000a

#### **Tabla II.15. Tarifa unitaria media incorporando costes internos y externos**

Finalmente, se proponía que las cargas así obtenidas, particularizadas para cada país, se utilizasen para evitar distorsiones en la tarificación de carreteras, afectada por un exceso de cargas con fines únicamente fiscales y, por lo tanto, no relacionadas con los costes que realmente produce el sector.

## *Estudio de la Conferencia Europea de Ministros de Transporte del año 2005*

El estudio realizado por la ECMT en 2005 (ECMT, 2005c) abarca más países (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Hungría, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza), y consiste básicamente en una actualización de los datos del anterior, con algún pequeño cambio en las hipótesis de partida.

### Hipótesis

Para el cálculo de las cargas se consideraron las siguientes hipótesis:

- Recorrido de 400 km por un determinado país, año compuesto por 276 días fiscales, 50 % del recorrido por autopistas de peaje, tramos específicos con peaje (pasos, túneles y puentes) no tenidos en cuenta.
- Camión semitrailer, de 40 t de PMA., carga neta máxima de 28 t, tara de 12 t, configuración de ejes 2 + 2, más de 250 caballos de vapor, consumo de 32 l/100 km, Euro I.

Las unidades para el cálculo de las cargas, según el criterio territorial de aplicación:

- Cargas nacionales: tasa por vehículo (EUR/año). Se trata de tasas que se aplican por la posesión del vehículo, o por su permiso de utilización aplicables únicamente a los vehículos matriculados en un determinado país.
- Cargas sobre el combustible: estas cargas, con vínculo territorial intermedio, se materializan en impuestos que suponen una parte muy importante del precio del combustible, en EUR/litro. No incluyen el IVA.
- Cargas por el uso de la infraestructura con vínculo territorial intermedio: el pago de las viñetas se considera a través de una carga anual (EUR/año).
- Cargas por el uso con vínculo territorial total. Se consideran dos tipos: los peajes, basados en la distancia (EUR/km) y las cargas basadas en la distancia y el peso (EUR/t-km).

## Carga total

En la Tabla II.16 se muestran los resultados obtenidos según las hipótesis consideradas.

Criterio territorial	Carga nacional	Carga con vínculo territorial	Carga con vínculo territorial intermedio	Carga con vínculo territorial total	Carga total
Cargas (EUR)	Tasas sobre el vehículo	Impuestos sobre el combustible	Cargas por el uso de la infraestructura		
			Viñetas	Peajes/cargas	
<b>Alemania</b>	5,52	60,16		48,00	<b>113,68</b>
<b>Austria</b>	10,01	38,66		45,50	<b>94,17</b>
<b>Bélgica</b>	3,15	43,52	4,53	0,00	<b>51,20</b>
<b>Dinamarca</b>	1,95	47,36	4,53	0,00	<b>53,84</b>
<b>España</b>	2,59	37,12	0,00	46,00	<b>85,71</b>
<b>Finlandia</b>	7,30	34,88	0,00	0,00	<b>42,18</b>
<b>Francia</b>	2,17	48,64	0,00	46,00	<b>96,81</b>
<b>Hungría</b>	4,21	43,52	2,78	0,00	<b>50,51</b>
<b>Italia</b>	2,62	51,58	0,00	25,00	<b>79,20</b>
<b>Noruega</b>	4,68	52,48	0,00	1,63	<b>58,79</b>
<b>Países Bajos (2004)</b>	3,43	40,58	5,07	0,00	<b>49,08</b>
<b>Polonia (2004)</b>	1,44	33,76	8,37	12,35	<b>55,92</b>
<b>Portugal</b>	1,87	39,42	0,00	25,36	<b>55,92</b>
<b>Reino Unido</b>	6,25	88,32	0,00	0,00	<b>94,57</b>
<b>República Checa</b>	5,85	48,64	1,60	0,00	<b>56,09</b>
<b>Suecia (2004)</b>	7,42	43,98	4,71	0,00	<b>56,11</b>
<b>Suiza</b>	7,74	62,72	0,00	320,00	<b>390,46</b>
<b>Media países UE</b>	<b>4,39</b>	<b>46,68</b>	<b>2,43</b>	<b>16,55</b>	<b>69,00</b>

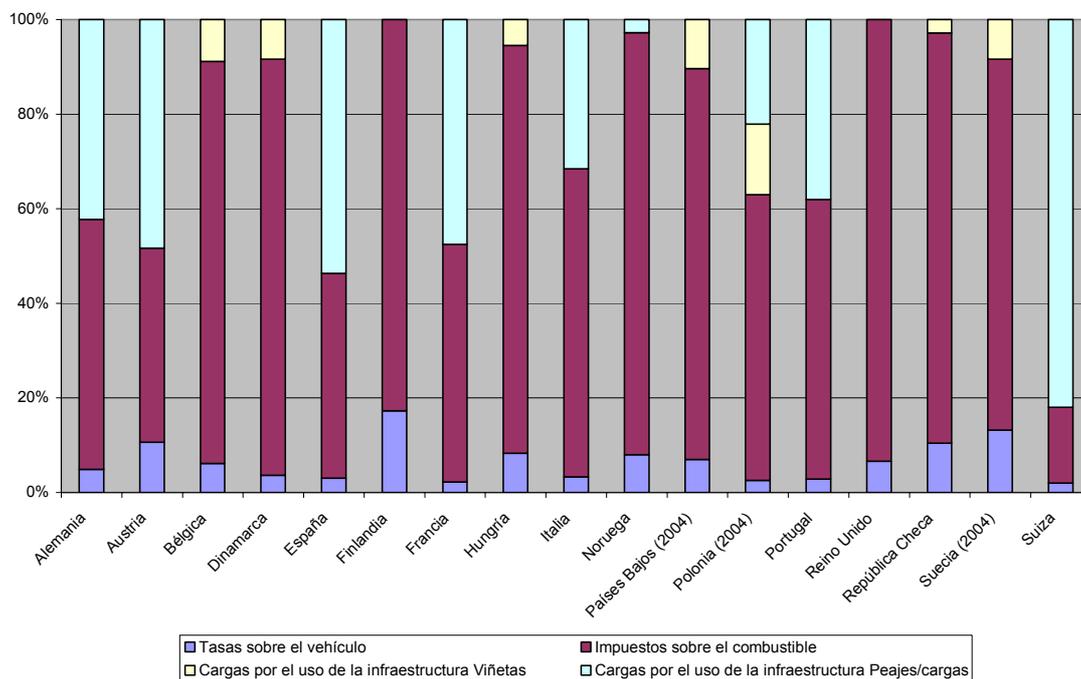
Fuente: ECMT (2005c)

**Tabla II.16. Carga total en euros a pagar por un camión de 40 t que recorre 400 km**

Según los resultados obtenidos, la carga total media en los países pertenecientes a la *UE* es de 69,00 EUR. En Suiza, debido a su particular política de tarificación de la carretera, se aplica una carga total 5,7 veces superior a la media de la *UE*. Es de resaltar que, con la excepción del Reino Unido, las cargas totales más elevadas se corresponden con aquellos países que imputan cargas con vínculo territorial total.

En la Figura II.2 se observa que la estructura de las tarifas que se aplican sobre el transporte de mercancías por carretera varía mucho de unos países a otros. Son más numerosos los países en los que es mucho mayor la parte de la carga total no relacionada con el uso de la infraestructura (y por lo tanto, con sus costes). Esto ocurre en Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Hungría, Italia, Países Bajos, Noruega, Suecia y Reino Unido. Dentro de las cargas no relacionadas con el uso de la

infraestructura, la parte más importante se corresponde a los impuestos sobre el combustible.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ECMT (2005c)

**Figura II.2. Estructura de los pagos a realizar por un camión en distintos países europeos**

Respecto a las cargas relacionadas con el uso de la infraestructura, son mucho más frecuentes y de mayor cuantía las basadas en la distancia y el peso del vehículo que las viñetas. La excepción es Suiza, donde las cargas relacionadas con el peso y la distancia recorrida suponen más del 80 % de la carga total y, por lo tanto, es el sistema más directamente relacionado con la utilización de la infraestructura. Otro caso singular es el Reino Unido, donde no se imponen cargas por el uso y por lo tanto, es el sistema cuya recaudación está menos relacionada con los costes generados.

### Cargas unitarias

A partir de las cargas totales, y teniendo en cuenta el peso del vehículo considerado, su carga máxima y la distancia recorrida, pueden obtenerse las cargas unitarias en función de su peso total y del peso de la carga neta máxima (Tabla II.17).

2005	Carga (EUR/t-km)	
	Peso total	Carga neta máxima
Austria	0,006	0,009
Bélgica	0,003	0,005
República Checa	0,004	0,005
Finlandia	0,003	0,004
Dinamarca	0,003	0,005
Hungría	0,003	0,005
Países Bajos (2004)	0,003	0,005
Portugal (2004)	0,003	0,005
Suecia (2004)	0,004	0,005
Alemania	0,007	0,011
España	0,004	0,006
Noruega	0,004	0,006
Polonia (2004)	0,004	0,006
Italia	0,005	0,007
Francia	0,006	0,009
Reino Unido	0,006	0,009
Suiza	0,024	0,036

Fuente: ECMT (2005c)

**Tabla II.17. Carga unitaria según el peso total y la carga máxima del camión**

La carga media (excluyendo Suiza) considerando el peso total del camión es de 0,004 EUR/t-km, mientras que en función de la carga máxima es de 0,006 EUR/t-km.

2005	Carga (EUR/v-km)
Austria	0,240
Alemania	0,280
Bélgica	0,120
Dinamarca	0,120
España	0,160
Finlandia	0,120
Francia	0,240
Hungría	0,120
Italia	0,200
Noruega	0,160
Países Bajos (2004)	0,120
Polonia (2004)	0,160
Portugal (2004)	0,120
Reino Unido	0,240
República Checa	0,160
Suecia (2004)	0,160
Suiza	0,960

Fuente: ECMT (2005c)

**Tabla II.18. Carga unitaria por camión**

La carga media por vehículo es de 0,170 EUR/v-km (exceptuando Suiza). Suiza es el país que impone las cargas por el uso más elevadas, puesto que es el único país que trata decididamente de influir en la demanda. Respecto al resto de países, Alemania, Austria, Francia y el Reino Unido imponen las cargas más elevadas, pero a un nivel muy inferior al de Suiza, ya que principalmente pretenden recuperar costes.

## **Objetivos**

Respecto a los objetivos que se persiguen con los pagos que gravitan sobre la actividad del transporte por carretera cabría distinguir tres fases, las cuales (a pesar de estar produciéndose una migración hacia la tercera) coexisten todavía en el panorama actual:

- Primera fase: los pagos se basan principalmente en impuestos y tasas sobre vehículos y combustible, y con ellos se persigue únicamente el aumento de los ingresos del Estado, sin objetivos concretos relacionados con el sistema de transporte. Este sistema persiste en países como el Reino Unido y Finlandia.
- Segunda fase: complementando a las tasas e impuestos anteriores, se adoptan las viñetas (basadas en la Euroviñeta de la Directiva 1999/62/CE), que son unas cargas fijas según el tipo de vehículo que permiten el acceso a la utilización de la red durante un determinado periodo de tiempo. En este caso aparece una intención de acercar las tarifas a los costes generados (las viñetas varían en función del PMA y configuración de ejes) y por primera vez se tratan de internalizar los costes externos (con la variación de las viñetas según las emisiones, a través de la clasificación Euro de los vehículos). Este sistema está vigente actualmente en países como Bélgica, Dinamarca, Hungría, Países Bajos, Polonia, República Checa y Suecia.
- Tercera fase: aparecen (normalmente, sustituyendo a las viñetas o a tasas e impuestos anteriores) las cargas directamente relacionadas con los costes generados (basadas en la propuesta de Directiva que modificaba la Euroviñeta). Las principales razones que han inducido a la introducción de tarifas por el uso de la carretera a los vehículos pesados tienen que ver con la congestión (sobre todo en zonas cercanas a grandes núcleos urbanos y en otros tramos congestionados), medioambientales (en

zonas de entorno muy sensible a las afecciones negativas del transporte) y económicas (de cara a la recuperación de costes que los vehículos pesados ocasionan en las carreteras, sobre todo en tráficos de tránsito). Por otro lado, aunque la gestión de la demanda figura en el catálogo de intenciones del sistema de tarificación de algunos países, lo cierto es que, con la excepción de Suiza, las cargas impuestas no son lo suficientemente elevadas como para tener un efecto importante sobre el reparto modal. Este sistema se ha adoptado en Alemania, Austria, y Suiza.

En definitiva, con esta evolución, se está tratando de establecer un sistema de tarificación más eficiente y que no distorsione el mercado de transporte. En el caso de los vehículos pesados, las líneas de trabajo que se están llevando a cabo para conseguirlo son (Perkins y ECMT, 2004):

- Armonización de los sistemas de tarificación, tanto en estructura como en nivel de cargas
- Tendencia hacia un sistema de tarificación similar al que se está implantando en el ferrocarril, con cargas por el uso más relacionadas con los costes que las tasas e impuestos que gravitan sobre la carretera
- Sustitución de tasas e impuestos (sobre los vehículos o el combustible) o de parte de ellos, por cargas relacionadas con el uso que reflejen los costes externos negativos. Reinversión directa de los ingresos obtenidos con estas cargas en la mejora de infraestructuras de transporte.

Aparte de impuestos, tasas y cargas directamente relacionadas con los costes producidos, los peajes siguen estando presentes en aquellos países que cuentan con autopistas gestionadas por concesiones privadas (Francia, Grecia, Hungría, Italia, Polonia, Portugal y España).

## **Resumen**

En Europa, los costes generados por la puesta a disposición de la infraestructura carretera se imputan a los usuarios en mayor o menor medida (según la política económica de cada país) a través de sistemas “*top-down*”. Para ello se reparten los

costes entre los distintos tipos de vehículos utilizando variables relacionadas con el tráfico (vehículo-km), el deterioro producido sobre la infraestructura (peso del vehículo, peso por eje, etc.) y la congestión (ocupación de espacio). No todos los países incluyen la inversión en la cuenta de costes a imputar, sino que hay casos en los que es directamente asumida por la administración pública. La razón de la utilización de metodologías “*top-down*” se debe a que no existen estudios de costes marginales y a que los datos de costes, por lo general no se encuentran muy desagregados.

Dentro de las cargas que gravitan sobre el transporte por carretera, las hay que han sido fijadas con objetivos puramente fiscales (tasas sobre el vehículo e impuestos sobre el combustible), y otras cuya filosofía tiene que ver con determinados objetivos de política de transporte. Estas últimas son las viñetas y las cargas relacionadas con el uso. Las viñetas (cargas de acceso a la red según tipo de vehículo) son una primera aproximación a la tarificación eficiente de la carretera, pero no reflejan adecuadamente los costes generados (ya que no tienen en cuenta el uso real). Las cargas relacionadas con el uso (vehículo-kilómetro modulado con factores relacionados con el deterioro de la infraestructura, congestión y costes externos) son la base de un sistema de tarificación eficiente, ya que se basan en los costes realmente generados, tanto internos como externos. Teniendo en cuenta la clasificación anterior, los sistemas de tarificación por el uso de la carretera en Europa varían mucho de unos países a otros. En general predominan las cargas puramente fiscales, aunque las relacionadas con el uso van poco a poco cobrando más importancia. Las razones que están llevando a los gobiernos a implantar estas nuevas cargas por el uso son la obtención de recursos para financiar el sistema de transporte (a menudo con cargas finalistas), y la mejora de la eficiencia del sistema de transporte (a través de la internalización de costes externos, gestión de la demanda y financiaciones cruzadas).

Se estima que, de los costes asociados a la puesta a disposición de la infraestructura carretera, un 70 % son costes fijos (de los cuales un 80 % son costes financieros y un 20 % costes fijos de explotación) y un 30 % costes variables. La relación entre costes a recuperar y tipos de cargas a imponer no es fija, sino que depende de diversos factores (índice de cobertura que se desea alcanzar, influencia sobre la demanda, condiciones de competencia con otros modos de transporte, sistema tarifario preexistente, etc.), pero sí

que parece adecuada una asociación de costes fijos con impuestos y tasas sobre el combustible y de costes variables (internos y externos) con peajes y cargas por el uso.

La política de transportes de la *UE* promueve la implantación de cargas relacionadas con el uso para aumentar la eficiencia del sistema de transporte, eliminar distorsiones modales y entre países y disminuir la congestión y las afecciones negativas al entorno. También se apoya el establecimiento de tasas (sobre el vehículo y el combustible) y cargas finalistas, de tal forma que lo así recaudado se reinvierta en mejorar el sistema de transporte. Esta propuesta es ya una realidad en aquellos países que han implantado cargas directamente relacionadas con el uso de la infraestructura (Alemania, Austria y Suiza), donde los ingresos procedentes de estas cargas se reutilizan en el sistema de transporte. En Alemania y Suiza se están utilizando también para internalizar costes externos.

En cuanto al nivel de tarificación, es mucho más elevado en aquellos países que imponen cargas directamente relacionadas con el uso de la infraestructura (cargas por el uso y peajes). Así pues, Suiza es el país que cuenta con las tarifas más elevadas, y también con el porcentaje más importante de cargas por el uso; le siguen Alemania y Austria. En Francia, Italia y España los peajes de sus redes de autopistas elevan considerablemente el nivel de tarificación. El Reino Unido se configura como una excepción, al imponer tarifas muy elevadas únicamente a través de tasas e impuestos sobre vehículos y combustible.

Para terminar, se incluyen a continuación una serie de recomendaciones de la ECMT (2005b):

- Transformación de los sistemas existentes basados en tasas sobre el vehículo y el combustible hacia sistemas donde las cargas con fuerte vínculo territorial (peajes y cargas por el uso) tengan una cierta importancia. En concreto, se propone que las cargas por el uso alcancen un nivel de tarificación igual a los costes marginales, incluyendo los costes externos. También admite que parte de estos costes se recuperen por medio de tasas especiales (que sustituyan en parte a las existentes) sobre el combustible.

- Las cargas directamente relacionadas con el uso deben cobrarse donde se generan, medida que contribuye a que los usuarios acepten el sistema de tarificación.
- Debido a que algunos países obtienen de las cargas relacionadas con el uso ingresos con los que financiar las infraestructuras, las cargas pueden llegar a ser muy elevadas en aquellos tramos con poco tráfico. Para conseguir estos ingresos sin que las cargas dejen de ser eficientes se recomienda traspasar los costes financieros, total o parcialmente, a las tasas sobre los vehículos, o crear unas cargas de acceso periódicas.
- Puesto que la política de recuperación de costes varía según el país en cuestión, se admite una cierta variedad en la aplicación de las cargas fijas (tasas sobre el vehículo). No es recomendable la aplicación de tasas de tránsito a los camiones extranjeros como sustitución de dichas tasas, ya que dan lugar a discriminación entre países.
- Si los costes recuperados del tráfico internacional son importantes, el sistema debe basarse aún más en cargas con vínculo territorial importante (cargas por el uso, peajes, o en todo caso, viñetas), acompañado de una reducción en las tasas nacionales sobre el vehículo.

Generalmente, los usuarios de la carretera, al no soportar cargas con vínculo territorial importante, no perciben el coste real del desplazamiento realizado. Así pues, los usuarios consideran como costes fijos los de adquisición y mantenimiento del vehículo, seguros, impuestos, etc., que no asocian al desplazamiento, considerando como único coste variable, el del combustible.

## ANEXO III. COSTES DE LOS ACCIDENTES Y MEDIOAMBIENTALES DEL TRANSPORTE

Para tener una visión de conjunto, se describen en este Anexo con más detalle todos los costes externos del transporte (excepto los de congestión, ya tratados anteriormente) considerando todos los medios de transporte. Las Tablas III.1 y III.2 muestran los valores medios de dichos costes externos en EUR-17.

	VIAJEROS (EUR/1000 p-km)						
	Automóvil	Autobús	Motos	TOTAL CARRETERA	FFCC	TRANSPORTE AÉREO	TOTAL
Accidentes	30,9	2,4	188,6	32,4	0,8	0,4	22,3
Cambio climático	17,6	8,3	11,7	16,5	6,2	46,2	23,7
Contaminación atmosférica	12,7	20,7	3,8	13,2	6,9	2,4	10,0
Ruido	5,2	1,3	16,0	5,1	3,9	1,8	4,2
Efectos indirectos	1,6	0,4	1,1	1,5	1,3	0,0	1,1
Naturaleza y paisaje	2,9	0,7	2,1	2,6	0,6	0,8	2,0
Efectos urbanos	5,2	3,9	3,0	5,0	3,4	1,0	3,9
<b>TOTAL</b>	<b>76,1</b>	<b>37,7</b>	<b>226,3</b>	<b>76,3</b>	<b>23,1</b>	<b>52,6</b>	<b>67,2</b>

Nota. FFCC: Ferrocarril  
Fuente: INFRAS/IWW (2004)

**Tabla III.1. Costes externos (excepto congestión) transporte de viajeros en EUR-17**

	MERCANCIAS (EUR/1000 t-km)						
	LDV	HDV	TOTAL CARRETERA	FFCC	TRANSPORTE AÉREO	NAVEGACION INTERIOR	TOTAL
Accidentes	35,0	4,8	7,6	0,0	0,0	0,0	6,5
Cambio climático	57,4	12,8	16,9	3,2	235,7	4,3	16,9
Contaminación atmosférica	86,9	38,3	42,8	8,3	15,6	14,1	38,5
Ruido	32,4	4,9	7,4	3,2	8,9	0,0	7,1
Efectos indirectos	5,2	1,1	1,5	0,5	0,0	0,0	1,3
Naturaleza y paisaje	10,9	2,0	2,9	0,3	3,8	0,8	2,6
Efectos urbanos	22,4	7,4	8,8	2,4	7,4	3,3	8,0
<b>TOTAL</b>	<b>250,2</b>	<b>71,3</b>	<b>87,9</b>	<b>17,9</b>	<b>271,4</b>	<b>22,5</b>	<b>80,9</b>

Nota. LDV: Light Duty Vehicles (camiones < 3,5 t PMA); HDV: Heavy Duty Vehicles (> 3,5 t PMA)  
Fuente: elaboración propia a partir de datos de INFRAS/IWW (2004)

**Tabla III.2. Costes externos (excepto congestión) transporte mercancías en UE-17**

## Accidentes

Para poner de manifiesto la gran importancia de este coste basta decir que, durante la década de los noventa se produjeron anualmente en la UE 50.000 muertes asociadas al transporte, la mayoría de ellas en la carretera (CE, 1999b).

### Caracterización

Los costes marginales externos de los accidentes son los costes incrementales de un accidente soportados por la sociedad en su conjunto, incluyendo víctimas, familia y amigos, impuestos por aquellos que causan el accidente. Factores muy importantes a la hora de estimar estos costes son la relación entre el riesgo de accidente y el volumen de tráfico, la determinación de la externalidad y la valoración de los diferentes costes específicos que se producen (CE, 1999b).

Los costes externos de los accidentes son aquellos que afectan a terceros sin ser cubiertos por los seguros o indemnizaciones de los causantes. Pueden incluir los daños causados a los vehículos, a la infraestructura, a la propiedad, los costes de policía, emergencia, sanitarios, administrativos, funerales, psicológicos y el valor asociado a la pérdida de vidas y de producción.

<b>COSTE</b>	<b>MUERTES</b>	<b>HERIDOS</b>
<b>Vida humana</b>	Pérdida de utilidad de la víctima, sufrimiento de amigos y familiares	Dolor y sufrimiento de las víctimas, amigos y familiares
<b>Pérdida de capital humano</b>	Pérdida de producción neta debido la reducción de vida laboral	
<b>Atención sanitaria</b>	Costes médicos no cubiertos por el seguro	
<b>Costes administrativos</b>	Costes de policía, administración de justicia y seguros no cubiertos por el causante del accidente	
<b>Daños a la propiedad</b>	Aquellos no cubiertos por el seguro del usuario envuelto en el accidente	

Fuente: INFRAS/IWW (2000)

**Tabla III.3. Costes externos de los accidentes**

Una vez determinado el riesgo de sufrir un accidente, los costes asociados se dividen en dos categorías: materiales y no materiales. Los costes materiales incluyen el daño a la propiedad, costes administrativos y sanitarios, pérdidas de producción neta y congestión causada. De todas formas, los costes más importantes son los no materiales (costes emocionales y sufrimiento). Los métodos utilizados para estimar estos costes están basados en la pérdida de “capital humano”, aunque este enfoque subestima el valor de los costes emocionales y sufrimiento. Otros métodos están basados en la disposición a pagar para reducir el riesgo de los accidentes. Este último método proporciona un valor adecuado para la pérdida de salud asociada a los accidentes con heridos y un valor estadístico de la vida en el caso de accidentes mortales. Esta valoración varía con el entorno, modo de transporte, país, etc. (CE, 2001b y CE, 1999b).

### ***Ferrocarril***

En el caso del ferrocarril, el riesgo de accidente es mucho menor que en la carretera. Además, dentro de ese pequeño riesgo, el daño que afecta a los usuarios es también limitado, debido a la seguridad que ofrecen este tipo de vehículos en caso de accidentes. El daño infringido al personal que trabaja a bordo es asumido por la propia compañía, siendo por lo tanto un coste interno. La mayoría de los accidentes ferroviarios se producen en los pasos a nivel, pero estudios recientes revelan que en la mayoría de los casos son causados por los conductores o peatones al cruzarlos indebidamente (INFRAS/IWW, 2000).

Así pues, a principios de los noventa, el número de muertes en accidentes ferroviarios era de unos 1.300 al año y el número de heridos, de 4.300. De estas cifras, aproximadamente el 85% de los accidentes mortales y el 66% de los accidentes con heridos no se refieren a usuarios del ferrocarril, sino a personas que cruzan los pasos a nivel. El riesgo de accidente ferroviario disminuye un 30% en las líneas de *AV* respecto a las convencionales; debido a que suelen carecer de pasos a nivel y a que cuentan con mejores sistemas de seguridad y control del tráfico que las líneas convencionales.

Respecto a la introducción en el canon de los costes externos de los accidentes (exceptuando los ya mencionados en los pasos a nivel, en su gran mayoría no imputables al ferrocarril), Nash (2002a) dice que: “*debido al bajo número de accidentes*

*que se producen y al hecho de que las compañías ferroviarias pagan su propio seguro, no parece probable que este coste externo sea muy grande”.*

### ***Carretera***

El número de accidentes que acontecen en una determinada infraestructura (riesgo) puede relacionarse con el volumen de tráfico que ésta soporta, pero esta relación es difícil de determinar, ya que depende de muchas variables (intensidad y composición del tráfico, tipo de vehículo, velocidad de circulación, características de la vía, condiciones climáticas, conductor, etc.) y no existe una relación lineal entre el volumen de tráfico y la siniestralidad (CE, 2000).

Según la Comisión Europea, (CE, 1999b), el número de accidentes aumenta proporcionalmente con el volumen de tráfico para niveles de tráfico normales en carreteras interurbanas, y más que proporcionalmente para elevados niveles de tráfico en carreteras interurbanas y en vías urbanas. El coste externo de los accidentes es asimismo mayor cuando se ven envueltos vehículos pesados que en el caso de automóviles. Además, como el riesgo de accidentes aumenta con el crecimiento de la actividad del transporte, es interesante tener en cuenta también la relación entre los veh-km y el riesgo de accidente para cada tipo de infraestructura (CE, 1999b). Sin embargo, estudios recientes indican que el riesgo de accidente disminuye al aumentar el volumen de tráfico (INFRAS/IWW, 2004), lo que da una idea acerca de inexactitud en la valoración de su posibilidad de ocurrencia y consecuentemente de los costes asociados.

En carreteras interurbanas, los daños producidos por accidentes a terceros en el caso de los automóviles son escasos (al contrario de lo que sucede en áreas urbanas con los atropellos). En cambio, en el caso de accidentes de vehículos pesados sí que suelen verse envueltos afectados ajenos al sistema de transporte (por ejemplo, cuando debido a un accidente, se produce un vertido o un incendio). Como primera aproximación, puede decirse que el coste externo de los accidentes en carreteras interurbanas decrece con volúmenes de tráfico bajos y crece lentamente en los casos de volúmenes de tráfico elevados (CE, 2000).

## Valoración

En el informe INFRAS/IWW (2004) se valoran los fallecimientos en accidentes en EUR-17 en 1,5 millones de euros. A los heridos graves y leves se les asigna respectivamente un coste de 200.000 y 15.000 euros. Esta valoración no tiene en cuenta el coste psicológico (dolor y sufrimiento de familiares, amigos y heridos). Sí que se consideran, a través de una estimación, los accidentes no declarados. Tampoco se incluyen los costes producidos en los accidentes a personal que trabaja a bordo de trenes y aviones. Los costes se asignan a cada modo en función de la responsabilidad del accidente.

El coste total de los accidentes en EUR-17 ascendió en el año 2000 a 156 billones de euros (2,3% del Producto Interior Bruto). De esta cantidad, el 99,5% corresponde a la carretera (aproximadamente el 80% al automóvil, 7% a las motos, 7% a los camiones, 6% a las furgonetas y menos del 1% a los autobuses). Por países, el mayor número de accidentes se produce en Portugal, Grecia y España, mientras que los países escandinavos presentan tasas de accidentes mucho menores (INFRAS/IWW, 2004).

Analizando los costes medios de los accidentes en EUR-17, y en lo que a transporte de viajeros por carretera se refiere (Tabla III.3.), el coste por vehículo más elevado corresponde a las motocicletas (189 EUR/1000 p-km), seguidas por el automóvil (31 EUR/1000 p-km); el autobús tiene un coste medio muy inferior (2,4 EUR/1000 p-km). Es de resaltar la poca importancia relativa del coste de los accidentes en los transportes públicos (autobús, ferrocarril y avión) con respecto al transporte privado por carretera.

Debido a su menor implicación en accidentes, los estudios de INFRAS/IWW (2000 y 2004), consideran despreciable este coste en el transporte de mercancías por ferrocarril, avión y navegación interior (Tabla III.3.). Respecto a la carretera, el coste de los camiones pequeños (35 EUR/1000 t-km) es siete veces mayor que el de los grandes.

## **Cambio climático y contaminación atmosférica**

Los principales impactos que las emisiones de gases y partículas de los motores de los vehículos producen sobre el medioambiente son el cambio climático y la contaminación atmosférica.

### **Caracterización**

#### ***Movilidad y transformación de las emisiones***

Una parte importante de los efectos externos causados por las emisiones contaminantes del transporte no tiene lugar cerca de donde se producen sino que, después de procesos de transporte y transformaciones químicas, pueden generar impactos a cientos e incluso miles de kilómetros de distancia. Por ello, el estudio de estos impactos debe realizarse no sólo a escala local, sino también a escala regional y europea (CE, 1999c).

En la *UE* la mayor parte de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) provienen del transporte (69% y 63% respectivamente). Este sector también contribuye en gran medida (en torno al 30%) a la emisión de compuestos orgánicos volátiles (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, también conocidos como VOC –volatil organic compound-) y en menor medida (1%) a la emisión dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) (CE, 1999c).

Los contaminantes secundarios formados como resultado de las reacciones químicas de los anteriores también son atribuibles al transporte. Los principales son el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>). Los óxidos de azufre y nitrógeno contribuyen a la lluvia ácida. Otros contaminantes a tener en cuenta provienen de componentes de los combustibles, como el plomo y el benceno en la gasolina y las partículas sólidas emitidas por los motores diesel o están relacionados con el consumo de combustible, como las emisiones de dióxido de carbono.

El transporte y transformación química de los contaminantes es un fenómeno complejo que no puede ser explicado a través de funciones lineales entre las emisiones y su concentración o deposición. Por lo tanto, lo ideal sería conocer los cambios

incrementales de la concentración de contaminantes en el aire con la variación de la actividad del transporte. Para ello se utilizan los llamados “modelos de calidad del aire”, que utilizan de forma conjunta datos de emisiones, meteorológicos y geográficos de la zona de estudio (CE, 1999c).

### ***Factores***

Las emisiones del transporte dependen de una serie de factores (CE, 1995). El primer grupo tiene que ver con las características del vehículo y del combustible:

- Tipo de combustible: la calidad del combustible influye en el nivel de emisión de ciertos contaminantes, como el plomo y el benceno en la gasolina y el contenido de azufre en el gasoil.
- Eficiencia del combustible: a menor consumo por kilómetro, la contribución al cambio climático disminuye. Los vehículos Diesel son más eficientes que los de gasolina, pero el contenido de carbono en el gasoil es mayor que en la gasolina, lo que tiende a compensar este efecto.
- Tecnología del vehículo. Los vehículos equipados con sistemas de control de las emisiones (como catalizador, filtro de partículas o recirculación de los gases de escape) producen emisiones menores.
- Tipo de vehículo: las emisiones de monóxidos de carbono y compuestos volátiles son atribuibles prácticamente en su totalidad a los automóviles, mientras que la responsabilidad de la emisión de óxidos de nitrógeno y dióxidos de azufre recae principalmente sobre los camiones.
- Antigüedad del vehículo. Los vehículos más antiguos producen mayores emisiones que los más nuevos, debido al deterioro del motor y de los sistemas de control de las emisiones.

El segundo grupo de factores que influyen en las emisiones tiene que ver con el uso y la propiedad de los vehículos:

- Localización espacial: el coste de las emisiones aumenta con el volumen de población expuesta. Así pues, los costes son mayores en las áreas urbanas que en las rurales. Como excepción, cabe citar el CO<sub>2</sub>, cuyos efectos son globales y por lo tanto, afectan a toda la población por igual.
- Localización temporal: la conducción en horas punta aumenta la emisión de contaminantes primarios y CO<sub>2</sub>.
- Velocidad: en situaciones de congestión, las mejoras que producen aumentos en la velocidad de circulación producen reducciones en los factores de emisión de CO y VOC, pero pueden incrementar la emisión de NO<sub>x</sub>.
- Carga: a mayor carga, el vehículo produce emisiones mayores.
- Longitud media del viaje: las emisiones de los vehículos son mucho mayores cuando arrancan en frío, por lo tanto, la realización de un mismo viaje en varias etapas es mucho más contaminante que viajar en una sola etapa. Por otro lado, las emisiones en caliente crecen proporcionalmente con la distancia recorrida.
- Tamaño y composición del parque de vehículos. Es de esperar que en aquellas áreas donde el parque de vehículos sea más numeroso, las emisiones han de ser mayores. Este hecho puede verse atenuado por las características de los vehículo (si son más o menos contaminantes).
- Mantenimiento de los vehículos. Un buen mantenimiento reduce las emisiones.

### ***Ámbito geográfico de los impactos***

La contaminación atmosférica producida por el transporte tiene impactos a nivel local, regional y global:

- La contaminación local tiene efectos sobre las personas (por ejemplo, produciendo enfermedades respiratorias), sobre los materiales (causando daño a

los edificios) y la vegetación. La contaminación local es causada por los contaminantes primarios (CO, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> y SO<sub>2</sub>), el plomo y las partículas.

- Los impactos a nivel regional son los causados por la lluvia ácida y el ozono.
- A nivel global los impactos tienen que ver con la progresiva acumulación de los gases de “efecto invernadero”, que producen el “cambio climático”. Estos gases son el CO<sub>2</sub> y los compuestos clorofluorcarbonados (CFC), resultantes estos últimos del aire acondicionado de los vehículos.

Además de su impacto a nivel local, los VOC y los NO<sub>x</sub> contribuyen a la formación de ozono, e indirectamente al calentamiento global de la atmósfera. Las emisiones de VOC y los NO<sub>x</sub> constituyen un problema a nivel local, pero también, a través de reacciones químicas, producen impactos a nivel regional. Los efectos del plomo y las partículas sólidas se perciben a nivel local.

### ***El coste de las emisiones el transporte***

El coste marginal de las emisiones se refleja en los impactos que produce sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente.

El impacto causado en los distintos grupos de receptores se estima a través de las funciones exposición-respuesta, que cuantifican el efecto de un incremento de la concentración de contaminantes en la salud humana, materiales y cultivos. Estas funciones se obtienen a partir de estudios epidemiológicos específicos y son realizados para una gran variedad de contaminantes, tanto primarios como secundarios (CE, 1999c).

Para calcular el valor monetario de las emisiones puede utilizarse el método del “daño directo”, que consta de tres pasos: en primer lugar se establece la relación entre las emisiones y la concentración resultante de contaminantes en un determinado área, para lo cual se utilizan los llamados “modelos de dispersión”. A continuación deben medirse los efectos de dicha concentración sobre la salud de las personas, plantas y animales,

además de sus efectos sobre la visibilidad y el ecosistema en general. Por último hay que asignar un valor monetario a estos efectos.

### **Valoración del coste del cambio climático**

Dentro de los efectos, la estimación de los costes asociados al cambio climático es difícil de llevar a cabo, debido a las siguientes razones:

- En primer lugar, el cambio climático se produce a largo plazo y a escala global, con lo cual los datos de los que se dispone no son muy fiables. Para su valoración, normalmente se utilizan aproximaciones basadas en el coste de objetivos específicos de reducción de emisión de los gases de efecto invernadero. Pero una nueva dificultad surge al cuantificar el alcance de estos objetivos, ya que dependen de aspectos científicos y políticos.
- Además, el coste de la reducción de una determinada cuota de emisión también depende del nivel de emisión de partida, lo cual añade una diversidad espacial importante al problema.

Por todo ello, según la Comisión Europea (CE, 2001b), hoy en día no existe consenso acerca de la valoración de la emisión de los gases de efecto invernadero, por lo que sugiere que los valores a utilizar en los sistemas de tarificación deben basarse en decisiones políticas acerca de cuotas de emisión.

Para valorar el coste de las emisiones de gases de efecto invernadero (causantes del cambio climático), el estudio INFRAS/IWW (2004) utiliza una metodología basada en el coste que supone la reducción de la emisión de estos gases según una cuota preestablecida en las estrategias políticas contra el cambio climático (protocolo de Kyoto, cuotas de reducción según políticas nacionales, etc.). Los resultados de este estudio proponen un “precio sombra” que asciende a 140 EUR/tonelada de CO<sub>2</sub> para los objetivos de reducción a largo plazo y de 20 EUR/tonelada de CO<sub>2</sub> objetivos a corto plazo. En la Tabla III.1 se muestran los costes medios del cambio climático en EUR-17.

Los resultados obtenidos para los costes medios en EUR-17 indican que (Tabla III.1.), en el transporte de viajeros, la carretera produce unos 17 EUR/1000 p-km, casi el triple de costes que el ferrocarril, y que el coste del transporte aéreo es muchísimo mayor (46 EUR/1000 p-km).

En cuanto al transporte de mercancías (Tabla III.2), los camiones de gran tonelaje (principales competidores del ferrocarril, ya que comparten algunos sectores de mercado) producen 13 EUR/t-km, un coste cuatro veces superior al del ferrocarril. El transporte aéreo es el más costoso en este aspecto (236 EUR/1000 t-km) y la navegación interior produce unos costes similares a los del ferrocarril.

Las variaciones entre los valores que se obtuvieron para los distintos países se achacan a la composición del parque de vehículos y de las fuentes de energía utilizadas para producir la electricidad.

### **Valoración de los costes de la contaminación atmosférica**

La OCDE valoró en un estudio de 1994 el coste de las externalidades producidas por la contaminación atmosférica (local y regional) causada por el sector transporte en el 0,4% del Producto Interior Bruto (PIB). Esta cifra media varía para cada país, dependiendo de la edad y composición del parque de vehículos, condiciones climáticas, población expuesta, etc. Se considera también que puede estar infraestimada debido a que los efectos sobre la salud no han sido todavía cuantificados en su totalidad (CE, 2001b).

Para su valoración, el estudio de INFRAS/IWW (2004), considera los costes asociados a la salud, daño a los edificios y materiales y pérdidas en las cosechas, y utiliza una metodología “top down”. Los daños a la salud se relacionan con las emisiones de PM<sub>10</sub> (partículas sólidas de muy pequeño tamaño) y NO<sub>x</sub>; el resto de los daños, con el NO<sub>x</sub>. Los datos utilizados corresponden a todos los países de EUR-17.

En cuanto a la importancia relativa en costes de los efectos de la contaminación, el más importante es el daño a la salud, con un 81%, seguido del daño a los edificios (18%).

Respecto a la contaminación atmosférica (Tabla III.1), el automóvil produce unos 13 EUR/1000 p-km, el autobús unos 21 EUR/100 t-km, y el ferrocarril, unos 7 EUR/1000 p-km. La razón de esta diferencia estriba, por un lado en el hecho de que gran parte de los trenes en EUR-17 son eléctricos y al menor nivel de emisiones del ferrocarril para transportar el mismo número de viajeros.

En el transporte de mercancías (Tabla III.2), los camiones de gran tonelaje son cinco veces más caros en cuanto a contaminación que el ferrocarril, que produce unos 8 EUR/100 t-km. La emisión de partículas por los vehículos diesel y el gran nivel de electrificación del ferrocarril es la razón de esta gran diferencia.

La situación en cada país depende del parque de vehículos (edad, comportamiento medioambiental y proporción de diesel), la parte de la población que vive en áreas urbanas y (en el caso del ferrocarril), las fuentes utilizadas para la producción de energía y la importancia del material móvil diesel.

Para estimar las emisiones del ferrocarril deben considerarse los dos tipos de tracción existentes: diesel y eléctrica. En el primer caso se dice que es un emisor directo, y en el segundo un emisor indirecto. Para las emisiones directas se realizan pruebas directamente como con los vehículos de carretera; este coste está incluido en los datos presentados anteriormente. Para las emisiones indirectas se estima la relación entre el consumo de energía eléctrica del tren y las emisiones derivadas de su producción (CE, 1999c); el coste de estas últimas emisiones se incluye más adelante, en el apartado dedicado al coste de los efectos indirectos.

## **Ruido**

### **Caracterización**

La mayor parte del ruido al que están sometidos los habitantes de la UE es producido por la actividad del transporte. Además, el continuo crecimiento del volumen de tráfico en todos los modos, así como la extensión del ámbito afectado (espacial y temporalmente), están agravando el problema.

Se han realizado estudios similares sobre población expuesta a niveles excesivos de ruido originados por el transporte que han arrojado datos comparables en Alemania, Francia, Gran Bretaña y Países Bajos. Los resultados muestran que el transporte por carretera es la causa dominante (el 20-25% de la población está expuesta a niveles inaceptables de ruido por tráfico rodado), mientras que el ferrocarril sólo crea problemas al 2-4% de la población (CE, 1999c).

## **Valoración**

El ruido es considerado un coste externo importante, especialmente en las áreas urbanas. Monetizar el coste del ruido no es fácil, ya que su nivel de afección depende de multitud de variables (intensidad, regularidad y tipo de tráfico, distancia a la fuente emisora, etc.).

Lo ideal sería conocer los costes externos marginales causados por el ruido, para los que habría que utilizar un modelo de dispersión desde la fuente al receptor y su posterior monetización, pero esto vuelve a ser una tarea complicada de llevar a cabo. La mayoría de los estudios lo que hacen es evaluarlos mediante un método WTP (*Willingness to pay*, disposición a pagar) para reducir el ruido. La percepción más negativa del aumento del ruido tiene lugar cuando el nivel de ruido preexistente es bajo. Cuando el nivel existente es alto, incrementos posteriores afectan menos a la población. Las funciones de costes relativas al ruido muestran que los costes crecen de forma exponencial para niveles superiores a aquél por encima del cual el ruido se considera una molestia (CE, 1999c).

Las funciones efecto-respuesta para cuantificar el impacto del ruido tienen en cuenta efectos como el aumento de la mortalidad debido a impactos sobre la salud como la hipertensión y la pérdida de la calidad del sueño.

El precio de la vivienda es una forma indirecta de asignar un valor monetario al coste social del ruido: las viviendas situadas en zonas ruidosas se venden más baratas que aquéllas situadas en zonas que se ven menos afectadas por el ruido. De todas formas, en

situaciones en las que el coste marginal del ruido es bajo (como suele ocurrir en el transporte interurbano), las medidas reguladoras pueden ser más adecuadas de cara a la reducción de esta externalidad que su inclusión en el sistema de tarificación (CE, 2001b).

Un estudio general realizado por Quinet (1993) estimó el coste de la contaminación acústica entre el 0,1 y el 2,0% del PIB de la UE.

El estudio de INFRAS/IWW (2004) considera que los costes asociados al ruido crecen linealmente con el volumen. El silencio se asocia a un volumen de 55 *dB(A)* (decibelios A), para el cual se ha encontrado una disposición a pagar por evitarlo de 0. En cuanto a daños para la salud, se considera que el riesgo de ataque al corazón aumenta un 20% si se vive expuesto a ruidos de entre 65 y 70 *dB(A)* y un 30% para exposiciones a más de 70 *dB(A)*. Los fallecimientos debido a ataques al corazón son valorados de la misma forma que en el caso de los accidentes.

Según el estudio de INFRAS/IWW (2004), el coste del ruido en EUR-17 ha aumentado en un 25% respecto al último análisis que realizaron (INFRAS/IWW, 2000): En 1995 el coste total del ruido asociado al transporte alcanzó en EUR-17 la cifra de 37 billones de euros, mientras que este coste alcanza ahora los 46 billones de euros. La mayor parte de este coste corresponde al transporte por carretera (casi el 90%, correspondiendo unas dos terceras partes al transporte de viajeros y el resto a las mercancías). El coste total fue estimado teniendo en cuenta la disposición a pagar por evitar la exposición a un cierto nivel de ruido, la valoración monetaria del sufrimiento y las molestias causadas por el ruido y el coste médico del tratamiento de pacientes afectados por patologías relacionadas con el ruido.

Los resultados detallados indican que, teniendo en cuenta el tonelaje transportado, el coste marginal del ruido producido por el ferrocarril es muchísimo menor que el de los camiones. También se observa que el coste del ruido es mucho mayor en las áreas urbanas.

En cuanto al coste medio (Tabla III.1), el transporte de viajeros por autobús cuenta con el más bajo (en torno a 1 EUR/1000 p-km), seguido por el avión (no comparable,

debido a que las grandes distancias de viaje reducen los importantes efectos del aterrizaje y despegue), ferrocarril (4 EUR/1000 p-km) y automóvil (5 EUR/1000 p-km). Las motos producen el mayor coste medio (16 EUR/1000 p-km), ya que producen elevados niveles de ruido y transportan menos personas generalmente en viajes más cortos.

En mercancías (Tabla III.2), el transporte ferroviario supone el menor coste (unos 3 EUR/1000 t-km), seguido por los camiones de gran tonelaje (5 EUR/1000 t-km). De nuevo las furgonetas y los aviones vuelven a ser los más costosos en cuanto a ruido (32 y 9 EUR/1000 t-km respectivamente), debido al gran impacto que generan y la poca carga transportada. En el caso de los aviones, hay que recordar de nuevo que el gran impacto generado en las operaciones de aterrizaje y despegue se ve compensado con la gran distancia recorrida.

## **Efectos indirectos del transporte**

### **Caracterización**

Conocidos en la literatura especializada como “*Up- and downstream processes*” (procesos aguas arriba y aguas abajo), se refieren a los costes externos asociados a la puesta a disposición de la fuente energética que cada modo de transporte utiliza (principalmente gasolina, gasoil y electricidad).

En el caso de los combustibles fósiles, estos costes son debidos a la extracción de la materia prima, tratamiento y transporte, y aumentan directamente con el volumen de energía utilizada.

En cuanto a la tracción eléctrica en el ferrocarril, los efectos indirectos dependen de la fuente de donde provenga. Los más importantes costes externos por efectos indirectos se producen cuando la electricidad se produce a partir de combustibles fósiles (en centrales térmicas) o en centrales nucleares.

Por lo tanto, en los efectos indirectos del transporte generan costes marginales a corto plazo (contaminación atmosférica, riesgo de accidente nuclear, etc.), como a largo plazo (cambio climático, transformación del paisaje por extracción de materias primas, etc.).

## **Valoración**

Los efectos indirectos considerados en el estudio de INFRAS/IWW (2000 y 2004) son la contaminación atmosférica, el efecto invernadero y el riesgo de accidente nuclear. El coste total de los efectos indirectos del transporte ascendió en el año 2000 a 47'376 millones de Euros en EUR-17. En cuanto a costes totales, el transporte por carretera es el modo más caro, produciendo unas 20 veces más coste que el ferrocarril en el transporte de viajeros y unas 30 veces más en el de mercancías (INFRAS/IWW, 2004).

Respecto a los efectos indirectos, el transporte de viajeros por carretera genera los mayores costes medios (Tabla III.1): 5 EUR/1000 p-km, frente a los 3,22 y 0,99 EUR/1000 p-km de ferrocarril y aviación respectivamente. Dentro del transporte por carretera, los automóviles son los vehículos que más costes por efectos indirectos producen (1,6 EUR/1000 p-km).

De la Tabla III.2 se deduce que, en el transporte de mercancías, los modos que mayores costes medios por efectos indirectos producen son carretera y transporte aéreo, con 8,8 y 7,4 EUR/1000 t-km respectivamente; navegación interior y ferrocarril generan menores costes, con 3,3 y 2,4 EUR/1000 t-km cada uno. Respecto al transporte por carretera, los camiones pequeños son los más ineficientes en cuanto a los efectos indirectos, ya que producen 5,2 EUR/1000 t-km, cinco veces más que los camiones de gran tamaño.

INFRAS/IWW (2000) es el único estudio en el que se ha encontrado una valoración del coste de los efectos indirectos de la electricidad de tracción en el ferrocarril: 0,035 EUR/kWh.

Otros efectos indirectos del transporte, pero con carácter de costes a largo plazo, son los asociados a la construcción y mantenimiento de material móvil e infraestructura.

## Naturaleza y paisaje

### Caracterización

Las infraestructuras de transporte se sitúan en el entorno, y por lo tanto lo modifican de forma irreversible, generando unos costes fijos relacionados con aspectos como el efecto barrera, la intrusión visual y el deterioro del paisaje. En el estudio de INFRAS/IWW (2004), esta afección se ha valorado a través del coste unitario que los proyectos de construcción o modernización de infraestructuras de transporte dedican a mejorar la inserción de la obra en el entorno donde se sitúa.

### Valoración

Para obtener una valoración de los efectos sobre la naturaleza y el paisaje, el estudio de INFRAS/IWW (2004) considera diversos aspectos (ocupación, afectación a la naturaleza, contaminación de suelo y agua, efecto barrera, intrusión visual, etc.), estimando a continuación el coste de reparación y compensación por cada uno de ellos y por unidad de superficie ( $m^2$ ) afectada. Una vez sumados todos los costes, los reparte entre los distintos vehículos y (según la equivalencia PCU<sup>51</sup>, tren-km, número de movimiento de aviones) y finalmente, para calcular el coste anual, se asigna un periodo de 50 años.

Respecto a efectos sobre la naturaleza y el paisaje, la carretera es el medio de transporte que genera mayores costes medios (Tabla III.1), con 2,6 EUR/1000 p-km, frente a los 0,8 y 0,6 EUR/1000 p-km del transporte aéreo y ferrocarril respectivamente. De los vehículos de carretera, automóviles y motos son los que mayores costes generan (2,9 y 2,1 EUR/1000 p-km respectivamente), mientras que el coste de los autobuses es similar al del ferrocarril (en torno a 0,6 EUR/1000 p-km).

---

<sup>51</sup> La equivalencia PCU para este estudio es: automóvil=1; moto=0,5; autobús=3; camiones=2,5.

En el transporte de mercancías (Tabla III.2), el transporte aéreo y por carretera son los que mayores costes medios por efectos sobre naturaleza y paisaje generan, con 3,8 y 2,9 EUR/1000 t-km respectivamente, frente a navegación interior y ferrocarril, que tan sólo generan 0,8 y 0,3 EUR/1000 t-km. Dentro del transporte por carretera, los camiones pequeños generan unos costes mucho más grandes que los camiones de mayor tamaño (10,9 frente a 2,0 EUR/1000 t-km).

## **Efectos urbanos**

### **Caracterización**

Las infraestructuras de transporte dividen el espacio urbano en áreas difícilmente franqueables para los peatones, y por otro lado, ocupan un gran espacio que no puede utilizarse para otros usos. Por lo tanto, los principales efectos (también conocidos como “efectos adicionales sobre el medio urbano”) de las infraestructuras de transporte sobre el medio urbano son las pérdidas de tiempo ocasionadas a los peatones por el efecto barrera que suponen y la escasez de espacio; estas afecciones al entorno urbano tienen el carácter de costes fijos. Estos efectos son causados principalmente por carretera y ferrocarril, y la estimación del coste asociado se encuentra aún a nivel experimental (INFRAS/IWW, 2004).

### **Valoración**

#### ***Efecto barrera***

El efecto barrera producido por las infraestructuras de transporte en el ámbito urbano se ha valorado a través de algunos estudios de detalle realizados en diversas ciudades europeas (Zurich, Munich, Southampton y Madrid). En estos estudios se tienen en cuenta efectos como los pasos a nivel con carreteras y ferrocarriles y la longitud de las redes dentro de las ciudades. A partir de los resultados obtenidos en estos casos concretos, y utilizando indicadores como el volumen de tráfico y el porcentaje de población urbana, los datos se extrapolaron para ciudades de más de 50.000 habitantes.

### *Escasez de espacio*

Utiliza la escasez de espacio para carriles bici como una aproximación a la escasez de espacio en las ciudades por motivo de la superficie ocupada por las infraestructuras de transporte. Por lo tanto, el estudio de INFRAS/IWW (2004) identifica este coste con el coste de compensación por la falta de espacio para medios de transporte no motorizados.

De la Tabla III.1 se deduce que, en cuanto a efectos sobre el medio urbano, carretera y ferrocarril en el transporte de viajeros producen respectivamente 5,0 y 3,4 EUR/1000 p-km, siendo automóviles y motos los que más costes generan debido a su baja ocupación o capacidad de transporte (5,2 y 3,0 EUR/1000 p-km respectivamente). En el estudio de INFRAS/IWW (2004) no se tienen en cuenta los efectos adicionales de los aeropuertos sobre el entorno urbano.

En el transporte de mercancías, la carretera produce el triple de costes medios por efectos adicionales sobre el medio urbano que el ferrocarril (1,5 frente a 0,5 EUR/1000 t-km). Del transporte por carretera, camionetas y camiones pequeños producen tres veces más costes que los camiones de gran tonelaje (7,4 EUR/1000 t-km), ya que, para la misma cantidad transportada, varios vehículos pequeños ocupan más espacio que uno grande. El estudio de INFRAS/IWW considera que aeropuertos y canales están fuera de las ciudades.

### **Análisis comparativo de los costes externos (excepto congestión) del transporte en EUR-17**

A continuación se analizan en conjunto los datos del estudio de INFRAS/IWW del año 2004, que corresponden a la valoración en el año 2000 de los costes externos del transporte (accidentes, ruido contaminación atmosférica, cambio climático, otros efectos medioambientales y no medioambientales) en 17 países de Europa occidental.

## **Costes externos según categoría de coste y modo de transporte**

Para poder realizar una comparación de costes según tipo de tráfico y modo de transporte, a continuación se analizan los costes medios del transporte en EUR-17.

En el transporte de viajeros (columna de totales de la Tabla III.1), el coste externo más importante es el asociado al cambio climático (considerando el “precio sombra” más elevado, el asociado a los objetivos a largo plazo), que acapara el 30% del coste total medio (67 EUR/1000 p-km); los accidentes generan unos costes parecidos; le sigue, con menos de la mitad de costes, la contaminación atmosférica. El resto de costes tienen mucha menor entidad. En cuanto al transporte de mercancías (columna de totales de la Tabla III.2), el coste medio más importante es el asociado a la contaminación atmosférica, seguido por el cambio climático (39 y 17 EUR/t-km).

Si se consideran los costes externos medios según el modo de transporte, la fila de totales de la Tabla III.1 indica que, en lo que a viajeros se refiere, el mayor coste es el de las motocicletas, con 226 EUR/1000 p-km (debido a lo elevado de los costes de los accidentes en este modo). Los costes asociados al automóvil y autobús alcanzan los 76 y 38 EUR/1000 p-km respectivamente. Estos datos suponen un coste externo total del transporte de viajeros por carretera de 76 EUR/1000 p-km, donde los efectos externos de mayor importancia son los accidentes, el cambio climático y la contaminación atmosférica. El coste externo medio de la carretera es unas tres veces superior al transporte por ferrocarril (23 EUR/1000 p-km). Contaminación atmosférica, cambio climático y ruido son los factores más importantes de los costes ferroviarios. El coste del transporte aéreo (53 EUR/1000 p-km) supone dos terceras partes que el transporte por carretera, correspondiendo la partida más importante al cambio climático.

En cuanto a las mercancías (fila de totales de la Tabla III.2), el coste externo medio del transporte en pequeños vehículos es más del triple que el de camiones de gran tonelaje (250 frente a 71 EUR/1000 t-km), lo que se justifica teniendo en cuenta los servicios que se atienden con cada tipo de vehículo: las furgonetas transportan pequeños tonelajes de cargas de gran valor en el ámbito urbano, mientras que los camiones grandes

transportan un tonelaje neto mucho mayor en el ámbito interurbano, donde las externalidades del transporte son mucho menores. El coste por ferrocarril (18 EUR/1000 t-km) es casi cuatro veces inferior al coste de los camiones de gran tonelaje. Al igual que en el caso del transporte de viajeros, este coste tiene que ver principalmente con el ruido y las emisiones. El coste del transporte aéreo es muy elevado (271 EUR/1000 t-km), debido a su poca capacidad de transporte y los importantes efectos externos que produce, sobre todo a nivel de emisiones y ruido. El transporte por vía navegable es el que produce un menor coste externo (23 EUR/1000 t-km), siendo las emisiones su principal causa.



## **ANEXO IV. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE TARIFICACIÓN PROPUESTO A LA RED FERROVIARIA ALEMANA**

Durante la estancia del Doctorando en la Universidad Técnica de Berlín (Abril, Mayo y Junio de 2007), además de mejorar y ampliar el estudio sobre la tarificación de la infraestructura ferroviaria en Alemania (apartado 2.4.2.1), se trabajó en la aplicación del sistema de tarificación propuesto a la red ferroviaria de dicho país.

Debido al poco tiempo disponible, y a la complejidad y magnitud del problema abordado, la aplicación sólo pudo realizarse parcialmente (en concreto, se calcularon los Cánones por Gestión del Tráfico, por Circulación, de Contribución –este último, a través de un parámetro de imputación simplificado: tren-km- y por Costes Externos). Aún así, esto fue suficiente para establecer comparaciones con el sistema de tarificación vigente en Alemania, y para evaluar la importancia del ahorro de costes externos (balance carretera-ferrocarril) con respecto a los costes de la infraestructura ferroviaria en dicho país.

La aplicación del sistema de tarificación propuesto a la red ferroviaria alemana se realizó con la ayuda de diverso personal de la compañía estatal alemana de ferrocarriles (DB AG), del gestor de infraestructura (DB Netz) y, sobre todo, del personal de dos departamentos de la Universidad Técnica de Berlín:

D. Benedikt Peter, el Profesor Dr. Andreas Brenck y el Profesor y Director del Departamento, Dr. Kay Mitusch

*Workgroup for Infrastructure Policy (WIP)*

*School of Economics & Management*

*Berlin University of Technology (TU Berlin)*

*Strasse des 17. Juni 135*

*D-10623 Berlin*

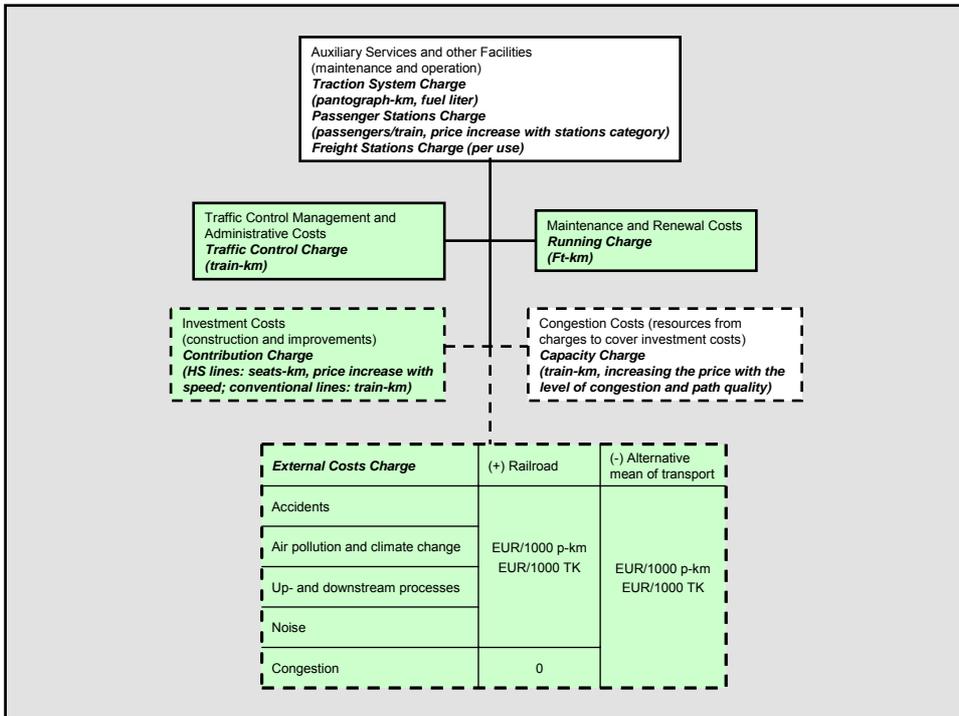
*Germany*

Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Siegmann (Director del Departamento de Ferrocarriles y Asesor de Ministro Alemán de Transportes), D. Armando Carrillo y D. Thomas Sauter  
*Fachgebietsleiter*  
*Technische Universität Berlin*  
*Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb*  
*Salzufer 17 - 19*  
*D-10587 Berlin*  
*Germany*

Como resumen del trabajo realizado en la Universidad Técnica de Berlín, se incluye a continuación la presentación en PowerPoint que se realizó frente al personal de los mencionados Departamentos, en la cual se recogen los resultados y conclusiones más relevantes.

# IMPLEMENTATION OF THE PRICING SYSTEM FOR RAIL INFRASTRUCTURE USE TO THE GERMAN RAILWAY NETWORK

Francisco Calvo, 28 juni 2007



**First part of the:  
Implementation of the SOCIAL PRICING SYSTEM (SPS) for rail infrastructure use to the German railway network**

**CONSIDERED COSTS:**

- Construction of new lines
- Upgrading of existing lines
- Renewal costs
- Maintenance costs
- Operation costs

**Compared to TRACK CHARGES => Approximate Covering Index**

*Note: according to Pittman (2003), the covering index of the German pricing system is 65%.*

Gross capital and operation expenditures	Billion EUR	Investment costs (billion EUR)
EU	0,16	4,0
States/Municipalities	0,657	
National Government	3,23	
DB Group - Deficit Compensation	0,324	
DB Netz AG Maintenance, operation, investment	1,7	very low contribution to investment costs
<b>Total Cost</b>	<b>6,071</b>	
Revenues	Billion EUR	
DB Group - Track Charges	3,616	
DB- Competitors	0,312	
<b>Total Track Charges</b>	<b>3,928</b>	Cost to recover
<b>Covering index (% track charges/cost)</b>	<b>64,7</b>	

Source: Peter (paper), data from 2004

3

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**INVESTMENT COSTS AND MAINTENANCE COSTS in the German network:**

- Unavailable de-aggregated data from DB Netz AG for investment costs => approximate distribution (according to: Siegmann (2007), Peter (paper), Scharl, DB Netz (2007) and supposing that (UIC, Lasting Infrastructure Cost Benchmarking, 2004) Renewal costs are approximate equal to Maintenance costs)

INFRASTRUCTURE COSTS	Billion EUR	Investment costs (billion EUR)
New lines construction	1,0	4,0
Upgrading	1,7	
Renewal	1,3	
Maintenance	1,3	

Source: Siegmann (2007), Peter (paper), Scharl, DB Netz (2007) and supposing that (UIC, 2004) Renewal costs are approximate equal to Maintenance costs

**NETWORK'S OPERATION COSTS (signalling and traffic management costs):**

- Unavailable data from DB Netz AG => Average Signalling and Traffic Management costs according to InfraCost study (UIC, 2004)=Unitary average cost= **TRAFFIC CONTROL CHARGE**

Signalling and Traffic management costs		
Unitary cost (EUR/train-km)	Million train-km	Annual cost (millions EUR)
0,75	997,70	748,28

Source: Bente et al (2004), UIC (2004) and DB (2006b)

4

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**BASIC ALLOCATED COSTS in the first part of the SPS :**

- Renewal costs
- Maintenance costs
- Operation costs (signalling, traffic management)

=> **Covering Index=55% => still 10% of total costs (from Construction and Upgrading costs) can be allocated to transport operators**

ALLOCATED COSTS	Billion EUR	Covering index (%)
Maintenance	1,300	
Renewal	1,300	
Signalling, Traffic Management	0,748	
<b>Total</b>	<b>3,348</b>	<b>55,15</b>
<b>TOTAL COST</b>	6,071	64,70
<b>Construction and Upgrading allocable costs</b>	<b>0,580</b>	<b>9,55</b>

Source: Siegmann (2007), Peter (paper), Scharl, DB Netz (2007) and supposing that (UIC, 2004) Renewal costs are approximate equal to Maintenance costs

5

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION:**

- The Running Charge recovers the **cost of track maintenance and renewal**.
- Levied through the **Fictitious ton-kilometer** ( $Ft\text{-km} = Ft * km$ )
- **Ft** (*a concept defined by UIC -1989-*) reflect track wear and tear due to train traffic better than other simpler parameters (such as the gross ton-km or the train-km), because it **takes into consideration maximum axle load, speed and weight of the trains**.
- Moreover, in the proposed methodology the **Ft** method was **modified** (*according to Spanish Ministry of Development -2003- and taking into account work carried out by the Office for Research and Experiments of the UIC*) **to distinguish between conventional trains** (locomotive+coaches or wagons) **and self-propelled rail cars** (EMU, DMU). Damage to the track increases with axle load (and trains with distributed traction have lower maximum axle load than locomotives); usual max. axle loads:
  - Passenger cars: 10-11 t
  - Freight wagons: 20 t
  - Self-propelled rail cars: 15t
  - Locomotives: 21 t

6

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION:**

$$Ft = S * (Kp, f * T + Kt * Tt)$$

Where:

**S** = coefficient that increases according to train speed

Average speed (km/h)	S
v ≤ 60	1,00
60 < v ≤ 80	1,05
80 < v ≤ 100	1,15
100 < v ≤ 130	1,25
130 < v ≤ 160	1,35
160 < v ≤ 200	1,40
200 < v ≤ 250	1,45
v > 250	1,50

Source: UIC (1989)

7

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION:**

$$Ft = S * (Kp, f * T + Kt * Tt)$$

Where:

**Kp** = coefficient allowing for the influence of passenger trains maximum axle-load.

- It is equal to 1,00 for coaches
- It is equal to 1.20 for rail cars with 50% or more driving axles (intermediate axle load between coaches and locomotives) (according to Spanish Ministry of Development -2003- and taking into account work carried out by the Office for Research and Experiments of the UIC)

**Kf** = coefficient increasing from 1.15 to 1.45 based on the max axle-load of the hauled stock (freight)

**T** = gross tons hauled

Freight		
Kf	Axle load ≥ 20 t	Axle load ≥ 22,5 t
1,15	≤ 50% of total number of axles	
1,30	> 50% of total number of axles	> 25% of total number of axles
1,45	> 75% of total number of axles	> 50% of total number of axles

Source: UIC (1989)

8

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION:**

$$Ft = S * (Kp * f * T + Kt * Tt)$$

Where:

**Kt** = 1.40, coefficient that takes into account the high axle-load of the locomotives.

**Tt** = weight of the locomotive, in tons.

9

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION - Trains characteristics:**

- Criteria for the election of the most representative German trains: number, age.
  - Trains with distributed traction (EMU, DMU) =>  $Kp=1,20$ ,  $Kt=0$ .
  - Trains with concentrated traction =>  $Kt=1,40$

	TRAIN	max Speed (km/h)	Class/Main Features/Axle formula
Urban	EMU (BR 474)	100	BR 474. EMU. Bo'Bo'+2'2'+Bo'Bo'. Hamburg S-Bahn
	EMU (BR 485)	90	BR 485. EMU. Bo'Bo'+2'2'+Bo'Bo'+2'2'
	EMU (BR 480)	100	BR 480. EMU. Bo'Bo'+Bo'Bo'-Bo'Bo'+Bo'Bo'
	EMU (BR 481; BR 482)	100	BR 481; BR 482. EMU. Bo'2'+Bo'Bo'-Bo'Bo'+2'Bo'
Regional and Urban	DMU (BR 628)	120	BR 628. DMU. 2'B+B'2'
	DMU (BR 642)	120	BR 642. DMU. B'(2)'B
	DMU (BR 612)	160	BR 612. DMU. 2'B+B'2'
	EMU (BR 420)	120	BR 420. Bo'Bo'+Bo'Bo'+Bo'Bo'
	EMU (BR 423; BR 433)	140	BR 423; BR 433. EMU. Bo'(Bo')(2')(Bo')Bo'
	EMU (BR 425)	160	BR 425. Bo'Bo'2Bo'Bo'
Regional and Urban	DL (BR 218)+4 cars	140	BR 218. DL. BB+4 n-class cars (37 t; 85 seats aprox.)
	EL (BR 143)+4 cars	120	BR 143 (646 of 1324 EL). EL. BoBo+4 y-class cars (40 t; 77seats aprox.)
	EL (BR 143)+5 double-deck cars	120	BR 143. EL. BoBo+4 cars DBpza 758.5+1 cab car DBpbzfa765.55 (47, 52 t)
	EL (BR 146)+5 double-deck cars	160	BR 146. EL. BoBo+4 cars DBpza 753.5+1 cab car DBpbzfa 765.55 (47, 52 t)
	IC/EC. EL (BR 120)+10 cars	200	BR 120. EL. BoBo+10 cars 45 t. 60 seats (43% use). Creo q serie Apmz 122
	IC/EC. EL (BR 101)+10 cars	200	BR 101 (max. speed 220 km/h). EL. BoBo+10 cars 45 t. 60 seats (43% use)
Long distance	ICE TD (BR 605)	200	BR 605. HS DMU. 2'Bo'+Bo'2'+2'Bo'+Bo'2'
	ICE T (BR 411)	230	HS EMU. 2'2'+(1A)(1A)+(1A)(1A)+2'2'+(1A)(1A)+(1A)(1A)+2'2'
	ICE T (BR 415)	230	BR 415. HS EMU. 2'2'+(1A)(1A)+(1A)(1A)+(1A)(1A)+2'2'
	ICE 1 (BR 401)	280	BR 401. HS EMU. Bo'Bo'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+Bo'Bo'
	ICE 2 (BR 402)	280	BR 402. HS EMU. Bo'Bo'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'+2'2'(Td)
	ICE 3 (BR 403; BR 406)	330	BR 403; BR 406. HS EMU. Bo'Bo'+2'2'+Bo'Bo'+2'2'+2'2'+Bo'Bo'+2'2'+Bo'Bo'
Freight	EL (BR 185)	120	BR 185. (243 of 1226 EL). Bo'Bo'. Wagon axes load ≥ 20 t in less than 50% of total number of axes
	DL (BR 232)	100	BR 232 (220 of 1096 DL). Co'Co'. Wagon axes load ≥ 20 t in less than 50% of total number of axes.

BR (baureihe): train serie. HS EMU: High-speed electric multiple unit. DMU: diesel multiple unit. EL: electric locomotive. DL: diesel locomotive.  
Source: DB (2006a). Annual Report 2005; DB (2006b). Facts & Figures 2005. DB (2004): "Unsere Schienenfahrzeuge im Fernverkehr" (online); DB (2003). Unsere Schienenfahrzeuge in Regional- und Stadtverkehr (online). Wikipedia

**RUNNING CHARGE CALCULATION:  $Ft=S*(Kp,f*T+I,4*Tt)$**

	TRAIN	max Speed (km/h)	average Speed (km/h)	S	Kp,f	T	Tt	Ft/train	Ft/train (average weighted with number)
Urban	EMU (BR 474)	100	67	1,05	1,20	105	0	132	146,1
	EMU (BR 485)	90	60	1,00	1,20	118	0	142	
	EMU (BR 480)	100	67	1,05	1,20	120	0	151	
	EMU (BR 481; BR 482)	100	67	1,05	1,20	118	0	149	
Regional and Urban	DMU (BR 628)	120	80	1,05	1,20	77	0	97	182,1
	DMU (BR 642)	120	80	1,05	1,20	68	0	86	
	DMU (BR 612)	160	107	1,25	1,20	116	0	174	
	EMU (BR 420)	120	80	1,05	1,20	138	0	174	
	EMU (BR 423; BR 433)	140	93	1,15	1,20	129	0	178	
	EMU (BR 425)	160	107	1,25	1,20	110	0	165	
	DL (BR 218)+4 cars	140	93	1,15	1,00	148	80	298	
	EL (BR 143)+4 cars	120	80	1,05	1,00	160	83	290	
	EL (BR 143)+5 double-deck cars	120	80	1,05	1,00	240	83	374	
	EL (BR 146)+5 double-deck cars	160	107	1,25	1,00	240	82	444	
Long distance	IC/EC. EL (BR 120)+10 cars	200	133	1,35	1,00	450	84	766	763,8
	IC/EC. EL (BR 101)+10 cars	200	133	1,35	1,00	450	83	764	
	ICE TD (BR 605)	200	133	1,35	1,20	216	0	350	
	ICE T (BR 411)	230	153	1,35	1,20	368	0	596	
	ICE T (BR 415)	230	153	1,35	1,20	273	0	442	
	ICE 1 (BR 401)	280	187	1,40	1,00	639	156	1200	
	ICE 2 (BR 402)	280	187	1,40	1,00	335	78	620	
	ICE 3 (BR 403; BR 406)	330	220	1,45	1,20	409	0	712	
Freight	EL (BR 185)	120	80	1,05	1,15	773	85	1058	1062,7
	DL (BR 232)	100	67	1,05	1,15	738	120	1068	

11

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION – “the Average Speed problem”:**

$$Ft=S*(Kp,f*T+Kt*Tt)$$

Average speed ( $\neq$  commercial speed of the train service) has been supposed to be 2/3 of the max speed (*more accurate calculations with a train-simulator would be needed*).  
Checked in the High Speed line Madrid-Sevilla:

	km	t (h)	vmed(km/h)	Max speed (km/h)
AVE Madrid-Sevilla	471	2,33	202	300

12

TRAIN		Ft/train (average weighted with number of trains)	train-km (million)	Ft-km (million)	Maintenance and Renewal costs (million EUR)	Running Charge (EUR/Ft-km)	Running Charge (EUR/train)	Running Charge by train service (EUR/train)
Urban	EMU (BR 474)	146,1	43,5	6.357,2	2600	0,0058	0,76	0,84
	EMU (BR 485)						0,81	
	EMU (BR 480)						0,87	
	EMU (BR 481; BR 482)						0,86	
Regional and Urban	DMU (BR 628)	182,1	517,4	94.242,7	2600	0,0058	0,56	1,05
	DMU (BR 642)						0,49	
	DMU (BR 612)						1,00	
	EMU (BR 420)						1,00	
	EMU (BR 423; BR 433)						1,02	
	EMU (BR 425)						0,95	
	DL (BR 218)+4 cars						1,72	
	EL (BR 143)+4 cars						1,67	
	EL (BR 143)+5 double-deck cars						2,15	
	EL (BR 146)+5 double-deck cars						2,55	
	Long distance						IC/EC. EL (BR 120)+10 cars	
IC/EC. EL (BR 101)+10 cars		4,40						
ICE TD (BR 605)		2,01						
ICE T (BR 411)		3,43						
ICE T (BR 415)		2,55						
ICE 1 (BR 401)		6,91						
ICE 2 (BR 402)		3,57						
ICE 3 (BR 403; BR 406)		4,10						
Freight	EL (BR 185)	1062,7	176,3	187.356,3	2600	0,0058	6,09	6,12
	DL (BR 232)						6,14	
Non-DB Group	Passengers transport	182,1	77,3	14.079,9	2600	0,0058	1,05	1,05
	Freight transport	1062,7	32,7	34.750,7	2600	0,0058	6,12	6,12
<b>Total</b>			997,7	451.737,0				

13

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**RUNNING CHARGE CALCULATION – The use of the German network by Private Transport Operating Companies (PTOC):**

- Non-DB Group passenger trains (share: 4% passenger\*km –p-km-) have been assimilated to DB Regional trains (most of the PTOC running passenger services operate Regional train services, DB -2006a-)
- Non-DB Group freight (15,5% of the market, in ton\*km –t-km-) trains have been assimilated to DB freight trains

		non-DB	DB	Total
Freight	Train-km (million)	32,7	176,3	209,0
	%	15,6	84,4	100,0
Regional	Train-km (million)	77,3	517,4	594,7
	%	13,0	87,0	100,0

Source: calculations according to data from DB (2006a, 2006b)

14

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**CONTRIBUTION CHARGE CALCULATION –**  
recovers construction of new lines and upgrading of existing ones.

- **Additional cost recovering through the Contribution Charge** (also through the implementation of Capacity Charges): 9,55% of total infras costs, in order to reach a covering index of 64,70%.

ALLOCATED COSTS	Billion EUR	Covering index (%)
Maintenance	1,300	
Renewal	1,300	
Signalling, Traffic Management	0,748	
<b>Total</b>	<b>3,348</b>	<b>55,15</b>
<b>TOTAL COST</b>	<b>6,071</b>	<b>64,70</b>
<b>Construction and Upgrading allocable costs</b>	<b>0,580</b>	<b>9,55</b>

- Contribution Charge allocated to the following train services:
  - Regional train services: because of their huge subsidization (7,1 billion EUR in 2006 -Peter, paper-); in order to increase infras cost recovering in loss-making routes of the regional network.
  - Long-distance: supposed to be profitable => higher willingness to pay, and because they usually travel along new or upgraded lines with higher technical quality.

TRAIN SERVICES SUPPORTING CONSTRUCTION AND UPGRADING COSTS	Million Train km
Regional (DB+non-DB)	594,70
Long Distance	150,50
<b>Total</b>	<b>745,20</b>
Construction and Upgrading costs (million)	579,73
<b>Contribution Charge (EUR/train-km)</b>	<b>0,78</b>

*Note: first approximation to the Contribution Ch application, with the train-km parameter; the final parameter would be related to offer (seats-km) and price increasing with speed*

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

TRAIN	Traffic Control Charge (train-km)	Running Charge (EUR/train-km)	Contribution Charge (EUR/train-km)	TOTAL CHARGE (EUR/train-km)
Urban	EMU (BR 474)	0,75	0,76	1,51
	EMU (BR 485)	0,75	0,81	1,56
	EMU (BR 480)	0,75	0,87	1,62
	EMU (BR 481; BR 482)	0,75	0,86	1,61
Regional and Urban	DMU (BR 628)	0,75	0,56	2,09
	DMU (BR 642)	0,75	0,49	2,02
	DMU (BR 612)	0,75	1,00	2,53
	EMU (BR 420)	0,75	1,00	2,53
	EMU (BR 423; BR 433)	0,75	1,02	2,55
	EMU (BR 425)	0,75	0,95	2,48
	DL (BR 218)+4 cars	0,75	1,72	3,24
	EL (BR 143)+4 cars	0,75	1,67	3,20
	EL (BR 143)+5 double-deck cars	0,75	2,15	3,68
	EL (BR 146)+5 double-deck cars	0,75	2,55	4,08
Long distance	IC/EC, EL (BR 120)+10 cars	0,75	4,41	5,94
	IC/EC, EL (BR 101)+10 cars	0,75	4,40	5,93
	ICE TD (BR 605)	0,75	2,01	3,54
	ICE T (BR 411)	0,75	3,43	4,96
	ICE T (BR 415)	0,75	2,55	4,07
	ICE 1 (BR 401)	0,75	6,91	8,44
	ICE 2 (BR 402)	0,75	3,57	5,10
	ICE 3 (BR 403; BR 406)	0,75	4,10	5,62
Freight	EL (BR 185)	0,75	6,09	6,84
	DL (BR 232)	0,75	6,14	6,89

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**Calculated Charges in Comparison with the Basic Price of the TPS**

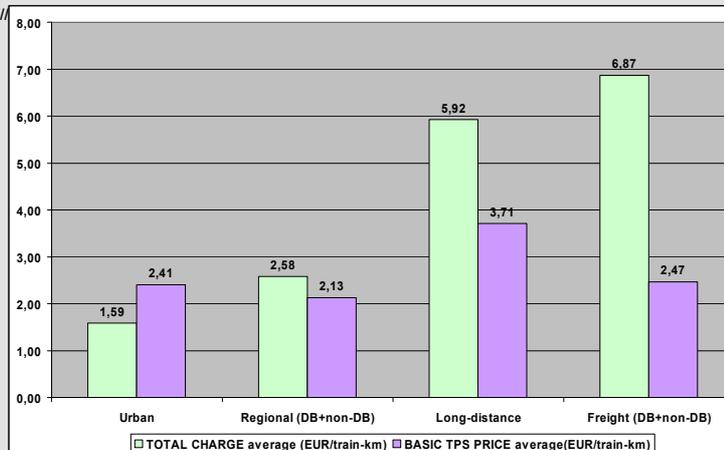
	TRAIN	TOTAL CHARGE average (EUR/train-km)	Route categorie	BASIC TPS PRICE (EUR/train-km)	BASIC TPS PRICE average (EUR/train-km)
Urban	EMU (BR 474)	1,59	S2	2,09	2,41
	EMU (BR 485)		S3	2,51	
	EMU (BR 480)		S3	2,51	
	EMU (BR 481; BR 482)		S3	2,51	
Regional and Urban	DMU (BR 628)	2,58	F6	2,13	2,13
	DMU (BR 642)		F6	2,13	
	DMU (BR 612)		F6	2,13	
	EMU (BR 420)		F6	2,13	
	EMU (BR 423; BR 433)		F6	2,13	
	EMU (BR 425)		F6	2,13	
	DL (BR 218)+4 cars		F6	2,13	
	EL (BR 143)+4 cars		F6	2,13	
	EL (BR 143)+5 double-deck cars		F6	2,13	
	EL (BR 146)+5 double-deck cars		F6	2,13	
Long distance	IC/EC. EL (BR 120)+10 cars	5,92	F2	2,78	3,71
	IC/EC. EL (BR 101)+10 cars		F2	2,78	
	ICE TD (BR 605)		F1	4,02	
	ICE T (BR 411)		F1	4,02	
	ICE T (BR 415)		F1	4,02	
	ICE 1 (BR 401)		F1	4,02	
	ICE 2 (BR 402)		F1	4,02	
Freight	EL (BR 185)	6,87	F3	2,47	2,47
	DL (BR 232)		F3	2,47	

17

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**Calculated Charges in Comparison with the Basic Price of the TPS**

**=> CONCLUSION 1:** Without taking into account Capacity Charges and Regional Factors, **Calculated Charges** (64,7% of cost recovery) **are higher** (except for Urban Trains) than Basic TPS Prices => **TPS Basic Prices do not achieve to cover all maintenance and renewal costs** (2.600 million EUR) and the allocated investment costs (579 mill



18

**First part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**Calculated Charges in Comparison with the Basic Price of the TPS**

- Revenues applying the TPS Basic Price are 38% lower than those from Calculated Charges (equal to total Track Charges Revenues in 2004).
- In the Comparison TPS Capacity Charges (1,20 utilisation factor and Train Path products) and Regional Factors have not been included => **CONCLUSION 2: The TPS from DB Netz recovers part of the maintenance and investment costs (around 38%) from its Capacity Charges and Regional Factors.**

	CALCULATED			TPS		
	TOTAL CHARGE average (EUR/train-km)	Million train-km	Charges revenues (million)	BASIC PRICE average (EUR/train-km)	Million train-km	Charges revenues (million)
Urban	1,59	43,50	69,21	2,41	43,50	104,62
Regional (DB+non-DB)	2,58	594,70	1.532,15	2,13	594,70	1.266,71
Long-distance	5,92	150,50	891,55	3,71	150,50	558,36
Freight (DB+non-DB)	6,87	209,00	1.435,38	2,47	209,00	516,23
	<b>TOTAL</b>	<b>997,70</b>	<b>3.928,29</b>	<b>TOTAL</b>	<b>997,70</b>	<b>2.445,91</b>
	DB Netz, total revenues from Track Charges (2004)		<b>3.928,00</b>	% TPS/Calculated		<b>37,74</b>

19

**Second part of the:  
Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**EXTERNAL COSTS CHARGE CALCULATION** - It is calculated by subtracting the external costs generated by the main alternative mode of transport from the external costs generated by the rail transport. In cases where the alternative form of transport generates higher external costs than rail the result will be a negative number resulting in a reduction in the railway access charges levied on the train operator.

- The main external costs of transport in Europe have been taken into account.
- According to the study "External Costs of Transport" of INFRAS7/IWW (2004), 68 EUR/1000 p-km and 76 EUR/t-km are saved in Germany by using railway.

External average Costs	Passengers (EUR/1000 p-km)					Freight (EUR/1000 t-km)	
	Car	Bus	Motorcycles	Road	Railway	Road (LDV+HDV)	Railway
Accidents	40,4	2,6	224,1	40,4	1,1	7,3	0,0
Noise	6,3	1,1	16,7	6,0	6,4	7,3	5,1
Air pollution	14,2	18,9	4,0	14,5	7,6	45,0	7,1
Climate change	21,3	8,0	12,1	19,9	9,4	15,4	4,5
Up- and downstream processes	6,1	3,4	3,0	5,8	4,6	8,6	2,5
Congestion	12,0	2,0	7,5	11,0	0,0	11,7	0,0
<b>Total</b>	<b>100,3</b>	<b>36,0</b>	<b>267,4</b>	<b>97,6</b>	<b>29,1</b>	<b>95,3</b>	<b>19,2</b>
<b>External Costs Charge (EUR/1000 p-km; EUR/1000 TK)</b>						<b>-68,5</b>	<b>-76,1</b>

Source: INFRAS/IWW (2004)

20

**Second part of the:**  
**Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**EXTERNAL COSTS CHARGE CALCULATION:**

- Considering the average utilization of the trains, Freight trains and Urban trains are capable of compensate the most.

Utilization	Passengers per day (million)	Trains per day	Passengers per train
Urban	1,4	3.838	365
Regional	3,2	23.086	139
Long-distance	0,3	1.219	246

Source: DB (2006b)

	Utilization (p/train; t/train)	External Costs Charge (EUR/1000 p-km; EUR/1000 t-km)	External Costs Charge* (EUR/train-km)
Urban	365	-68,5	-25,0
Regional	139	-68,5	-9,5
Long-distance	246	-68,5	-16,9
Freight	429	-76,1	-32,7

\*: maximum value of the external costs compensation. The final level of compensation of internal costs will depend on issues like public service obligations, legal determining factors and market situation  
 Source: DB (2006b), INFRAS/IWW (2004)

	CALCULATED CHARGES average (EUR/train-km)	+CAPACITY CHARGES+STATIONS CHARGES+TRACTION SYSTEM CHARGES	EXTERNAL COSTS CHARGE (EUR/train-km)	=SOCIAL RAIL INFRAS PRICING SYSTEM
Urban	1,59		-25,0	
Regional	2,58		-9,5	
Long-distance	5,92		-16,9	
Freight	6,87		-32,7	

21

**Second part of the:**  
**Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**VIABILITY OF THE SPS – IMPORTANCE OF THE EXTERNAL COSTS CHARGE:**

- Considering the demand met by railway in Germany => **CONCLUSION 3:**  
**Railway saves almost 12.000 million EUR per year in Germany**

	External Costs Charge (EUR/1000 p-km; EUR/1000 t-km)	Demand met by railway (million p-km, million t-km)	Savings in external costs (million EUR)	Total (million EUR)
Urban	68,5	5.104,0	349,5	5.064,2
Regional	68,5	35.217,7	2.411,4	
Long-distance	68,5	33.641,0	2.303,4	
Freight	76,1	90.899,4	6.919,3	6.919,3
Source: DB (2006b)			<b>TOTAL</b>	<b>11.983,5</b>

22

**Second part of the:**

**Implementation of the SPS for rail infrastructure use to the German railway network**

**VIABILITY OF THE SPS – IMPORTANCE OF THE EXTERNAL COSTS CHARGE:**

- Considering the annual cost of rail infrastructure in Germany (stations, telecommunications and energy arrangements not included) => **CONCLUSION 4: The External Costs Charge achieves to compensate the costs of rail infrastructure in Germany**

GROSS CAPITAL AND OPERATION EXPENDITURES		Million EUR
National Government, States/municipalities, EU	Construction	1.038
	Upgrading	1.700
	Renewal	1.300
DB Netz AG	Maintenance+Investment	1.300
	Traffic management	748
<b>Total Cost</b>		<b>6.086</b>
<b>SAVING IN EXTERNAL COSTS</b>		<b>11.983</b>

Source for expenditure data: Peter (paper, data from 2004), DB (2006b), Scharl, DB Netz (2007), (UIC, 2004), Siegmann (2007)