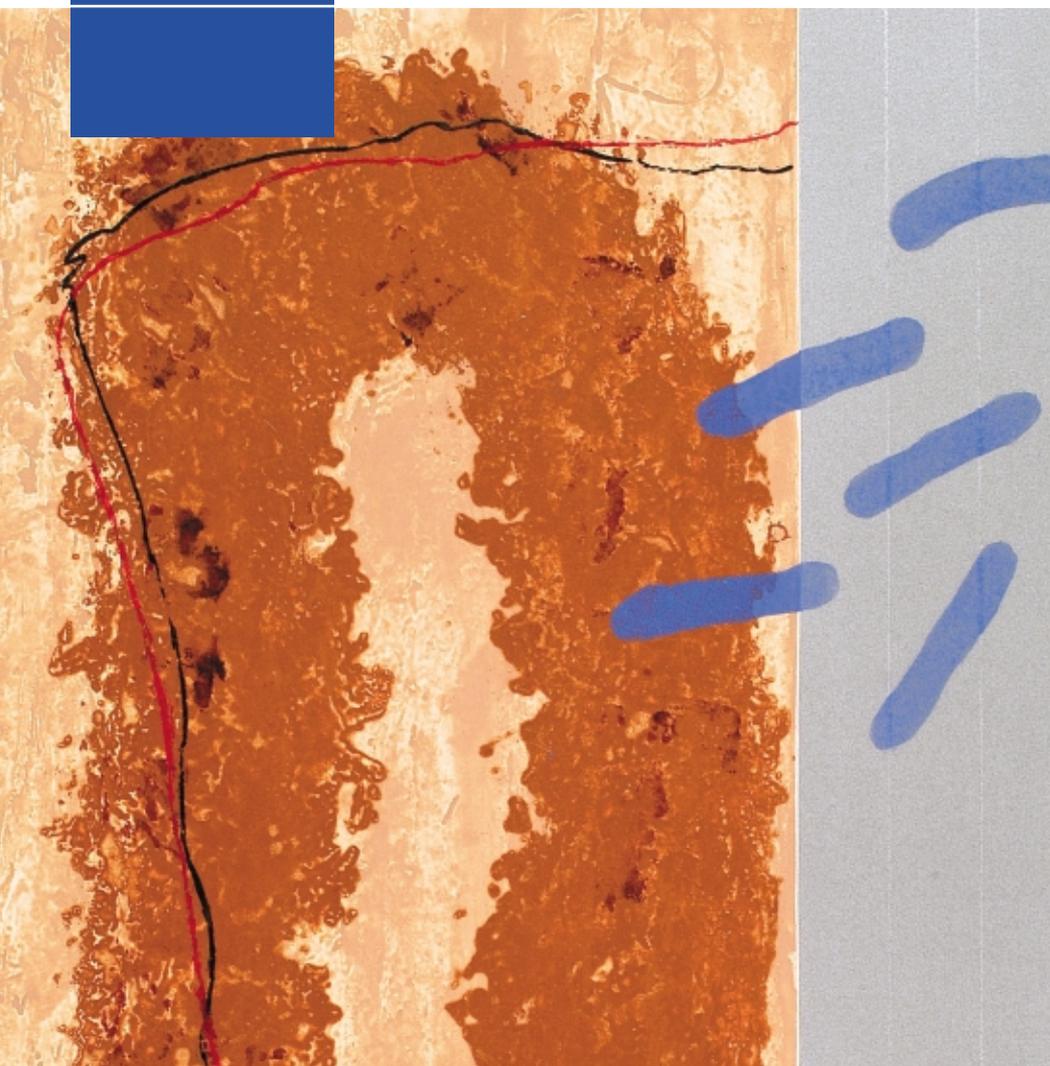


LA POLÍTICA DE TRANSPORTE EUROPEA

El papel del análisis económico

Ginés de Rus Mendoza (Dir.)

Fundación **BBVA**



LA POLÍTICA DE TRANSPORTE EUROPEA

La política de transporte europea

El papel del análisis económico

Dirigido por:
Ginés de Rus Mendoza

Fundación **BBVA**

La decisión de la Fundación BBVA de publicar el presente libro no implica responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión, dentro de esta obra, de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

No se permite la reproducción total o parcial de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, reprográfico, fotoquímico, óptico, de grabación u otro sin permiso previo y por escrito del titular del *copyright*.

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN

La política de transporte europea : el papel del análisis económico / Ginés de Rus Mendoza (dir.) — Bilbao : Fundación BBVA, 2006.

330 p. ; 24 cm

ISBN 84-96515-28-1

1. Política de transporte 2. Análisis económico 3. Europa I. De Rus Mendoza, Ginés de II. Fundación BBVA, ed.
338

*La política de transporte europea
El papel del análisis económico*

EDITA:

© Fundación BBVA, 2006

Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

IMAGEN DE CUBIERTA: © Munir EL SAADAWI, 2006

Sin título, 1999

Aguafuerte, aguatinta, punta seca y técnicas aditivas (carborundo y pegamento), 600 × 400 mm

Colección de Arte Gráfico Contemporáneo

Fundación BBVA - Calcografía Nacional

DISEÑO DE CUBIERTA: Roberto Turégano

ISBN: 84-96515-28-1

DEPÓSITO LEGAL: M-49.050-2006

EDICIÓN Y PRODUCCIÓN: Atlántida Grupo Editor

COMPOSICIÓN Y MAQUETACIÓN: Márvel, S. L.

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN: Rógar, S. A.

Impreso en España - Printed in Spain

Los libros editados por la Fundación BBVA están elaborados con papel 100% reciclado, fabricado a partir de fibras celulósicas recuperadas (papel usado) y no de celulosa virgen, cumpliendo los estándares medioambientales exigidos por la actual legislación.

El proceso de producción de este papel se ha realizado conforme a las regulaciones y leyes medioambientales europeas y ha merecido los distintivos Nordic Swan y Ángel Azul.

Í N D I C E

Agradecimientos	13
1. Introducción	15
2. Los fundamentos económicos de la política de transporte europea: un análisis crítico <i>Ginés de Rus Mendoza y Javier Campos Méndez</i>	
2.1. Introducción	21
2.2. Los fundamentos económicos de una política de transporte	25
2.2.1. La integración de las infraestructuras y los servicios	27
2.2.2. La especial importancia de las externalidades negativas .	28
2.2.3. Efectos de red, inversión y desarrollo económico	30
2.3. Los fundamentos <i>teóricos</i> de la política de transporte comunitaria	32
2.4. Una reflexión sobre la futura política de transporte comunitaria	36
2.4.1. La separación entre infraestructuras y servicios en la política comunitaria	37
2.4.2. El tratamiento de las externalidades negativas del transporte	41
2.4.3. Efectos de red y redes transeuropeas	43
2.5. Conclusiones	47
Bibliografía	51
3. El mercado aéreo europeo <i>José A. Hernández Sánchez y Manuel Romero Hernández</i>	
3.1. Introducción	53
3.2. Política europea de transporte aéreo	55

3.2.1. Uso de las nuevas libertades	59
3.2.2. El futuro en la legislación	60
3.2.3. Medidas sobre los efectos medioambientales	61
3.2.4. Establecimiento del cielo único europeo (CUE)	62
3.3. Funciones de costes, producción y forma funcional	63
3.3.1. Definición y propiedades de la función de costes	64
3.3.2. Hipótesis falsa de minimización del coste	66
3.3.3. Producción de una empresa de transporte aéreo	66
3.3.4. Forma funcional de la función de costes	69
3.4. Cálculo de los índices de economía de escala y de densidad	72
3.4.1. Economías de escala	72
3.4.2. Cálculo del índice de EE a partir de la función de coste variable	74
3.4.3. Economías de densidad	75
3.5. Análisis descriptivo de la industria	77
3.6. Estimación de la función de costes	84
3.6.1. Eficiencia relativa de las empresas	91
3.7. Compañías de bajo coste	93
3.7.1. Marco general	96
3.7.2. Compañías de bajo coste en España	99
3.7.3. Análisis comparativo de las compañías de bajo coste frente a las tradicionales	100
3.7.3.1. Compañías aéreas tradicionales	100
3.7.3.2. Compañías aéreas de bajo coste	101
3.7.3.3. Compañías de bajo coste frente a compañías tradicionales	105
3.7.4. Efectos de las compañías de bajo coste en la industria ...	111
3.8. Conclusiones	114
Bibliografía	118

4. Concentración y competencia en el mercado aéreo europeo

Javier Campos Méndez y Manuel Romero Hernández

4.1. Introducción	121
4.2. Algunas características de la competencia en el transporte aéreo	125
4.2.1. La competencia y la tecnología	125
4.2.2. La competencia y la organización radial de los mercados ..	127
4.3. Medición de la concentración en el transporte aéreo	130

4.3.1. La medición tradicional de la concentración	130
4.3.2. La aplicación de los índices de concentración al transporte aéreo	132
4.3.2.1. La aproximación <i>entre ciudades</i> y los índices tradicionales de concentración	133
4.3.2.2. El análisis sobre compañía aérea: la matriz origen-destino	137
4.3.2.3. Una aproximación alternativa: el índice modificado de Gini	140
4.4. Datos y resultados	142
4.4.1. Características y selección de la muestra	142
4.4.2. Discusión de resultados	144
4.4.2.1. La aproximación entre ciudades	144
4.4.2.2. La aproximación por compañía aérea. Análisis matricial	146
4.4.2.3. El uso del índice de Gini y la configuración de la red europea	148
4.5. Conclusiones	149
Apéndice 1. Operadores matriciales y medición de la concentración	152
Apéndice 2. Cuadros	155
Bibliografía	160

5. Organización y regulación

de la industria portuaria europea

*María Manuela González Serrano, Beatriz Tovar de la Fe
y Lourdes Trujillo Castellano*

5.1. Introducción	163
5.2. Características económicas y competencia en la industria portuaria	166
5.3. La regulación de los puertos en la Unión Europea	169
5.3.1. Antecedentes	169
5.3.2. La evolución hacia una propuesta de directiva portuaria ..	173
5.3.3. El segundo intento de directiva de acceso al mercado de servicios portuarios	177
5.3.4. El desarrollo de la política portuaria europea	178
5.3.5. La regulación de los puertos en España. Un ejemplo	189
5.4. El sistema portuario europeo en cifras	191
5.5. La eficiencia portuaria	197
5.5.1. Relevancia de la medición de la eficiencia	197

5.5.2. Actividad analizada	199
5.5.3. Propuesta metodológica	201
5.5.4. La función de distancia	202
5.5.5. El modelo econométrico	204
5.6. Aplicación empírica. El caso del sistema portuario europeo	208
5.6.1. Modelo econométrico. Puertos europeos	211
5.6.2. Datos. Puertos europeos	212
5.6.3. Resultados. Autoridades portuarias europeos	214
5.7. Aplicación empírica. El sistema portuario español	216
5.7.1. El modelo econométrico. Puertos españoles	216
5.7.2. Datos. Autoridades portuarias españolas	216
5.7.3. Resultados. Autoridades portuarias españolas	221
5.8. Conclusiones	225
Bibliografía	228

6. Análisis económico de la congestión en los aeropuertos europeos

Gustavo Nombela Merchán y Ginés de Rus Mendoza

6.1. Introducción	231
6.2. Revisión de la literatura económica	233
6.2.1. Los conceptos de <i>congestión</i> y <i>escasez</i>	239
6.3. Evaluación de la congestión aeroportuaria en la Unión Europea	243
6.3.1. Metodología para la evaluación de costes de congestión	248
6.3.2. Información utilizada para la evaluación de costes de congestión	251
6.3.3. Resultados	253
6.4. Análisis de retrasos aéreos con datos desagregados: el caso de Barajas	262
6.4.1. Actividad de Madrid-Barajas	264
6.4.2. Porcentaje de vuelos retrasados en Madrid-Barajas	268
6.4.3. Tiempos medios de retraso	274
6.4.4. Efectos cascada: impacto de los vuelos retrasados	281
6.4.5. Estimación del coste marginal de cada vuelo retrasado	288
6.5. Políticas comunitarias ante el problema de la congestión	291
6.5.1. Marco institucional	291
6.5.2. La situación del transporte aéreo europeo en los años noventa	293

6.5.3. La falta de criterios económicos para la mejora del uso del espacio aéreo europeo	296
6.6. Las tasas de congestión: una solución al problema de los retrasos aéreos	298
6.6.1. Modelización teórica de un problema de congestión aeroportuaria	299
6.6.1.1. Retrasos y costes de congestión	301
6.6.1.2. Equilibrio en una sola franja horaria	303
6.6.1.3. Solución socialmente óptima	305
6.6.1.4. Internalización de los costes de congestión	307
6.6.2. Posible aplicación práctica de un mecanismo de tasas por congestión	311
6.7. Conclusiones	313
Bibliografía	315
 7. Conclusiones	 317
 Índice de cuadros	 321
 Índice de esquemas y gráficos	 323
 Índice analítico	 325
 Nota sobre los autores	 331

AGRADECIMIENTOS

ESTE libro es el resultado de un esfuerzo de investigación conjunto financiado por la Fundación BBVA y realizado por investigadores del grupo Economía de las Infraestructuras y el Transporte (EIT) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Nuestra gratitud más sincera a todos los que han facilitado información y asesoramiento o han puesto a nuestra disposición bases de datos sin los cuales gran parte del contenido de este libro no podría haberse realizado. Muchos son los que durante la vida de este proyecto han contribuido a que este libro finalmente vea la luz, en especial Pedro Tena y Miguel Ángel Oleaga por su valioso asesoramiento y por facilitarnos la base de datos para el análisis de la congestión aérea. Nuestra gratitud a Patricia Martín, Soledad Romero, Isabel Santana y Eduardo Dávila por su labor como ayudantes. Mención especial merecen Aday Hernández y Jorge Valido por su disponibilidad y trabajo escrupuloso en las tareas de corrección y organización del material. Finalmente, agradecemos a los compañeros del EIT sus comentarios y sugerencias, y a la Fundación BBVA por su confianza en el proyecto y sus continuas muestras de apoyo.

1. Introducción

LOS economistas usan el criterio de eficiencia como referencia central de sus análisis. Si para satisfacer sus diversas necesidades la sociedad puede utilizar los recursos escasos con un mayor rendimiento, ¿por qué no hacerlo? A pesar de que tradicionalmente no ha sido así, hoy en día parece difícil aceptar que la política de transporte europea prescindiera de la disciplina de la competencia y permitiera la protección de los mercados nacionales, la restricción a la entrada y otras prácticas que hoy se persiguen por lesivas al interés general.

La eficiencia, sin embargo, no es el único criterio de decisión social. La equidad, la aceptabilidad política o el simple peso de los grupos de interés tienen, en muchas ocasiones, más fuerza explicativa que los principios económicos de asignación de recursos. En la política de transporte europea la perspectiva económica fue ganando terreno muy lentamente, aunque quizá no tanto por el poder de convicción de sus predicadores cuanto por el crecimiento de los déficit para sostener a las grandes empresas públicas, por el malestar de los ciudadanos con los monopolios protegidos por barreras a la entrada y por la competencia intermodal, o simplemente ilegal que, en forma de compañías chárter o servicios *piratas*, buscaban la parte más rentable de unos mercados con fuertes subvenciones cruzadas.

Durante los últimos treinta años, las medidas liberalizadoras dieron sus frutos y los usuarios del transporte aéreo, marítimo y terrestre vieron cómo los precios y niveles de servicio que ofrecían las empresas públicas nacionales ferroviarias, marítimas o aéreas, o las protegidas por licencias y concesiones de larga duración en transporte terrestre, no se correspondían con lo que en teoría cabría esperar de empresas cuyo objetivo fundacional era el bienestar social.

Los mercados protegidos por barreras legales, el comportamiento monopolístico de muchas empresas y el recurso sistemático a las arcas públicas para cubrir las pérdidas de explotación generaron un sistema de incentivos que hacía imposible operar con eficiencia y extraer de los recursos disponibles todo su potencial. La liberalización de los mercados ha resuelto parte del problema, pero aún quedan muchas dificultades por vencer, ya que la apertura de los mercados no es condición suficiente para que éstos operen con eficiencia. Las empresas se esfuerzan en reducir la competencia a la que han de hacer frente, tarea que puede conseguirse reduciendo los costes o mediante la mejora en los servicios ofrecidos; aunque también puede fundamentarse en la eliminación del rival mediante fusiones o prácticas diversas que a veces son difíciles de catalogar por estar en la zona gris que separa las prácticas que persiguen la eficiencia de aquellas ilegales cuyo fin último es restringir la competencia.

La liberalización de los mercados no es el único instrumento para conseguir un funcionamiento eficiente de los mercados de transporte. La presencia de importantes efectos negativos socialmente costosos como la congestión, la contaminación o los accidentes se han convertido en un elemento capital dentro de la política de transporte europea actual. La cuestión central es cómo hacer frente al problema de las externalidades. Las autoridades comunitarias tratan de reducir el impacto negativo de los problemas mencionados sin reducir los beneficios de las actividades a las que están asociados: por ejemplo, deseamos reducir la contaminación sin afectar el bienestar asociado a las actividades de transporte que la producen.

La Comisión Europea se propone romper el vínculo entre el crecimiento económico y el transporte sin restringir la movilidad, mediante un uso más eficiente de los recursos. Este objetivo genérico está asociado a las políticas de tarificación de acuerdo con el principio del que contamina paga, con inversiones en las redes transeuropeas o con la *revitalización* del transporte ferroviario y marítimo para reducir el peso de la carretera en el reparto de tráfico.

Este libro recoge el resultado de un trabajo de investigación financiado por la Fundación BBVA, realizado por investigadores

del grupo Economía de las Infraestructuras y el Transporte de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, y cuya motivación es el análisis desde una perspectiva económica de algunos de los temas más relevantes que afectan a la política de transporte europea en su nueva etapa. El contenido del libro no pretende cubrir todos los aspectos de la política de transporte europea. Ni siquiera los más importantes, aunque todos los que se abordan lo son.

El gran ausente es el transporte ferroviario, sobre el que se realizan algunas observaciones en el primer capítulo, pero que ha quedado deliberadamente fuera del plan de trabajo por existir otra obra (Gómez-Ibáñez y Ginés De Rus 2006) dedicada íntegramente a su análisis y que aconsejaba concentrar los esfuerzos investigadores en otra dirección. El contenido de este libro es el siguiente:

- En el capítulo segundo, se describe la evolución experimentada por la política de transporte europea, analizándose cuáles son sus claves en el momento presente, prestándose especial atención al papel de las infraestructuras y su integración con los servicios de transporte, las formas de tratar el problema de las externalidades negativas del transporte y la evaluación de las inversiones públicas en infraestructuras.
- El análisis de la industria de transporte aéreo da contenido al tercer capítulo, donde se describe el proceso de liberalización experimentado en los países miembros de la Unión Europea en las últimas décadas. En este capítulo se ha estimado una función de coste variable que permite obtener conclusiones sobre el tipo de economías de escala y densidad o la complementariedad en costes. También se analizan los efectos que han tenido las políticas de la Comisión en la estructura productiva de las empresas europeas, mediante un análisis descriptivo de la industria basado en los indicadores básicos de su actividad. Finalmente, se ha incluido un análisis descriptivo de las principales características del mercado de compañías aéreas de bajo coste.
- La liberalización del transporte aéreo en Europa ha sido considerada como un avance indudable frente a las políticas

intervencionistas que le precedieron; sin embargo, no hay un acuerdo generalizado sobre el grado de competencia efectiva tras la desregulación, en especial si se compara con el resultado obtenido en Estados Unidos. El capítulo 4 aporta nueva evidencia empírica al debate y trata de analizar hasta qué punto se ha incrementado la competencia en el mercado del transporte aéreo de viajeros en la Unión Europea. Con este fin se analizan las cuotas de mercado y los índices de concentración, aportando como principal novedad una consideración explícita de los efectos del diseño de red en el estudio de las estrategias competitivas de las empresas.

- La organización y regulación de la industria portuaria se realiza en el capítulo 5, cubriendo dos aspectos esenciales: el análisis de los intentos de introducir competencia en la organización portuaria europea; y el estudio del nivel de eficiencia de las infraestructuras portuarias, uno de los objetivos de la política portuaria europea. Como principal novedad se propone emplear la metodología de la *función de distancia*, no utilizada anteriormente en esta industria, ilustrando dicha metodología mediante la medición de la eficiencia del servicio de gestión de infraestructuras de las autoridades portuarias en España y en Europa.
- Dentro de la política de transporte europea, el tratamiento de los efectos negativos asociados al transporte es hoy una preocupación central, y la naturaleza de la congestión aeroportuaria y su magnitud económica justifica la intervención pública. En este capítulo 6 se realiza una evaluación de la congestión aeroportuaria en la Unión Europea y una estimación de los costes anuales que soporta la sociedad. También se revisan las políticas propuestas por la Comisión Europea para hacer frente al problema. La aplicación empírica realizada corresponde al aeropuerto de Madrid-Barajas, para el que se analizan los retrasos y los efectos en cascada sobre los vuelos programados. El capítulo incluye una propuesta novedosa de un sistema de tasas de congestión diferente al actual que puede contribuir a reducir los retrasos a su nivel óptimo.

- Finalmente, aunque cada capítulo contiene sus propias conclusiones, en el capítulo 7 se recogen las conclusiones de carácter general que se desprenden del conjunto de trabajos contenidos en este libro y cuyo denominador común es el análisis económico de actividades productivas de importancia capital para el funcionamiento de la economía, con el objetivo de valorar la regulación que hoy se aplica en Europa.

Bibliografía

GÓMEZ-IBÁÑEZ, J. A., y G. DE RUS. *Competition in the railway industry. An international comparative analysis*, Edward Elgar, 2006.

2. Los fundamentos económicos de la política de transporte europea: un análisis crítico

Ginés de Rus Mendoza
Javier Campos Méndez

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

2.1. Introducción

Durante una gran parte del siglo xx, el funcionamiento de los mercados de transporte en la mayoría de los países europeos constituía una clara excepción a muchos de los principios de economía de mercado que se aplicaban con normalidad en otros sectores. La competencia entre empresas de transporte aéreo, marítimo o terrestre se encontraba a menudo limitada, bien mediante restricciones a la entrada, o bien a través de controles sobre los precios o las características de los servicios prestados, argumentándose que estas políticas restrictivas de la competencia perseguían el interés general. Igualmente, en la provisión y gestión de infraestructuras de transporte se utilizaban criterios de monopolio natural y economías de escala que no siempre acababan por materializarse, surgiendo así progresivamente la necesidad de replantearse algunos aspectos del análisis económico tradicional de este sector (Winston 1985).

A lo largo de los últimos treinta años, las numerosas experiencias liberalizadoras del transporte en Europa y en otros países han permitido confirmar lo erróneo de dichas creencias y la debilidad de los argumentos esgrimidos habitualmente en su defensa.¹ Sin embargo, esas experiencias también han puesto de manifiesto que los problemas y necesidades del transporte de personas y mercancías

¹ Véase Estache y De Rus (2003) y Gómez-Ibáñez (2003), para una revisión detallada de los procesos de liberalización de los principales modos de transporte en distintos países.

en el siglo XXI no se solucionan únicamente con la apertura de los mercados y la protección a los usuarios cuando la competencia no es posible, como ocurre con otras infraestructuras.

Por otra parte, y debido a que los efectos externos negativos son particularmente importantes en este sector, muchos de los equilibrios de libre mercado no son necesariamente óptimos, haciendo que la intervención pública pueda ser en principio deseable. A esto hay que añadir la importancia de los efectos externos positivos vinculados al funcionamiento global del sistema de transporte, con las consiguientes repercusiones sobre la integración económica, el desarrollo regional y la cohesión social y cultural de los países implicados.

Aunque la política de transporte europea ha sido consciente de estas implicaciones, no siempre ha sabido o podido fundamentar sus acciones sobre unos principios económicos claros y coherentes. Las razones que explican esta contradicción deben buscarse tanto en las características económicas heterogéneas de la industria del transporte, como en la diferente concepción del sector existente en los distintos países. Estas discrepancias entre los Estados miembros en cuanto al papel de la política de transporte llevaron a que en la redacción original del Tratado de Roma (1954) sólo fueran enunciados los principios generales de la misma, realizándose su desarrollo posterior a lo largo de al menos cuatro etapas históricas diferenciadas.

La primera de dichas etapas corresponde al período 1958-1983, y se caracterizó por un escaso avance normativo derivado del enfrentamiento entre liberalizadores y armonizadores. En 1961, el *Memorando Schauss* estableció explícitamente que los mercados de transporte comunitario se organizarían bajo los principios de libre mercado y las políticas de transporte nacionales serían reemplazadas por una política común de transportes (Martínez Álvaro 1989). Sin embargo, esta liberalización fue frenada por varios Estados miembros de tradición poco liberal, con apoyo en argumentos teóricos tomados de la economía del transporte, donde se defendía que la competencia era incompatible con algunas actividades de transporte caracterizadas como monopolio natural.

La segunda etapa (entre 1983 y 1992) estuvo dominada por un importante impulso liberalizador. El cambio comenzó a gestarse en 1983, cuando el Parlamento Europeo, acogiéndose a los artículos 175-176 del Tratado de Roma, acusó a la Comisión ante el Tribunal

de Justicia de las Comunidades de falta de avances en la implantación de una política común de transporte. El fallo del Tribunal estimuló a la Comisión a proponer medidas concretas que se recogieron en un Libro Blanco (Comisión Europea 1985), donde se admitía definitivamente la importancia del establecimiento de un mercado común de servicios de transporte a través de una desregulación gradual y una progresiva armonización de los mercados nacionales.

En el mundo académico, nuevos desarrollos teóricos, como la redefinición del concepto de monopolio natural o la aplicación de la idea de *mercado pugnable* (Baumol 1982) al transporte aéreo, ayudaron en esta dirección. Finalmente, los buenos resultados de la experiencia de desregulación en Estados Unidos, facilitaron la adopción de las primeras medidas de liberalización en Europa, particularmente en el transporte por carretera.

Este proceso fue culminado durante una tercera etapa (entre 1992 y 2001) en sectores como el transporte aéreo y ferroviario, produciéndose también algunos avances en el transporte marítimo. El Libro Blanco de 1992 (Comisión Europea 1992) estableció la necesidad de que la política comunitaria considerara el sistema de transportes desde una perspectiva integrada, señalando como principal objetivo la eliminación de las distorsiones y las restricciones que afectasen a la existencia del Mercado Único sancionado por el Tratado de Maastricht. Para ello, comenzó a desarrollarse la idea de introducir una tarificación por el uso de las infraestructuras que internalizase todos los costes de cada modo, al mismo tiempo que se fomentaba la creación de un marco comunitario más transparente para mejorar la prestación de servicios públicos de transporte.

Finalmente, la cuarta y última etapa en el desarrollo de la política de transporte europea, en la cual nos encontramos actualmente, está marcada en su comienzo por el Libro Blanco de septiembre de 2001 (Comisión Europea 2001), donde se propone un importante cambio en la estrategia seguida en la década anterior. En este nuevo documento se considera ya cumplido el avance hacia la competencia y se proponen como nuevos objetivos la sostenibilidad, la seguridad y la integración del sistema de transporte en su conjunto desde una perspectiva intermodal.

En este nuevo contexto de la política de transporte europea parece necesaria la existencia de un mayor nivel de reflexión y debate, tanto sobre sus fundamentos como sobre su futuro. Es indudable que las políticas liberalizadoras de la Comisión han propiciado hasta ahora un abaratamiento y mejor adecuación de la oferta de transporte a las necesidades de sus usuarios, favoreciendo el desarrollo económico global, y retroalimentando el crecimiento de un conjunto de modos de transporte que generan casi el 10% del producto interior bruto (PIB) de la Unión Europea y dan empleo a más de diez millones de trabajadores.

Sin embargo, aunque la expansión de las actividades de transporte ha afectado a todos los modos, el crecimiento relativo ha sido muy desigual convirtiendo actualmente a la carretera en el modo de transporte indiscutible en viajeros (80%) y el primero en mercancías (44%), seguido muy de cerca por el marítimo (42%). Las consecuencias futuras de este reparto modal han creado una preocupación creciente por las externalidades negativas asociadas al transporte, vinculadas tanto al mayor nivel de renta y población como a la consiguiente necesidad de construir y gestionar costosas infraestructuras. Los problemas de contaminación, congestión y accidentes reducen la calidad de vida de los europeos, pero la reducción de dichas externalidades afecta a la actividad deseable a la que están asociadas: la movilidad de personas y el intercambio de mercancías.

Se trata de una difícil disyuntiva. Por un lado, queremos seguir creciendo para aumentar el nivel de vida de los ciudadanos, especialmente de aquellos que están por debajo de la media comunitaria; pero, por otro lado, queremos reducir la congestión, el ruido, la contaminación, la ocupación de suelo y la intrusión visual, los efectos barrera sobre el territorio y, particularmente, los accidentes de carretera, efectos negativos asociados al transporte que requiere dicho crecimiento económico. La propuesta de la Comisión en 2001 para cuadrar el círculo, consiste en «romper el vínculo entre el crecimiento económico y del transporte sin restringir la movilidad, mediante un uso más eficiente de los recursos» y las medidas para conseguirlo combinan tarificación, revitalización de los modos alternativos a la carretera e inversión selectiva en las denominadas redes transeuropeas de transporte.

En este capítulo tratamos de contribuir, desde una perspectiva económica, al debate sobre el futuro de la política de transporte europea a partir de una reflexión sobre sus fundamentos. Para ello, en el epígrafe 2.2 comenzamos presentando los principios económicos más relevantes que pueden hacer que una política de transporte ayude a conseguir un uso más eficiente de los recursos. El epígrafe 2.3 identifica la presencia de dichos principios en la reciente política de transporte europea, mientras que el epígrafe 2.4 se centra en analizar cuál ha sido su aplicación práctica en tres áreas de particular interés: el papel de las infraestructuras y su integración con los servicios de transporte, las formas de abordar los problemas derivados de las externalidades negativas que genera este sector y la importancia de disponer de criterios claros para la inversión pública en las redes de infraestructuras. Finalmente, en el epígrafe 2.5 se proponen algunas líneas futuras de actuación para la política de transporte comunitaria que se derivan de la reflexión realizada en este capítulo.

2.2. Los fundamentos económicos de una política de transporte

Las decisiones sobre el desplazamiento de personas y bienes que se toman diariamente en los mercados de transporte, su reparto entre los distintos modos y su relación con la actividad económica entrañan un conjunto de vínculos difícilmente separables. Inicialmente, podría pensarse que el volumen de transporte viene determinado simplemente por el tamaño de la economía y que el reparto modal es algo posterior, derivado de los distintos precios generalizados² para cada tipo de viajero y mercancía. Sin embargo, la relación es más compleja, ya que el tamaño de la economía también depende de la eficiencia con la que funcione el sistema de transporte.

² El precio generalizado incluye, junto al componente monetario (por ejemplo, peaje y coste del combustible), el componente no monetario (tiempo total invertido en el desplazamiento como principal componente y otros elementos de desutilidad, como la incomodidad del modo de transporte o la probabilidad de pérdida del equipaje, por ejemplo).

Además de su propia contribución al PIB como actividad productiva, el papel del transporte como *input* en la producción de prácticamente todos los bienes y servicios hace que no podamos separar el crecimiento económico del funcionamiento de los distintos modos: las carreteras y los aeropuertos congestionados imponen costes significativos a la economía; el endeudamiento de las empresas públicas de transporte supone una carga para el Estado que repercute sobre la presión fiscal, reduciendo la oferta de otros bienes y servicios públicos o privados en el presente o en el futuro. Por tanto, la renta per cápita de un país será mayor si su sistema de transporte funciona con eficacia (desempeña su función de manera adecuada) y eficiencia (lo hace al mínimo coste).

Hemos visto que el transporte, como actividad física de desplazamiento, desempeña una función crucial en la economía moderna. ¿Cómo debe ser la política de transporte que condiciona la manera en que dicha actividad se organiza? El núcleo central de cualquier política de transporte se basa en la respuesta a una cuestión elemental: ¿debemos dejar al mercado la decisión de cuánto transporte y en qué modos, tal como ocurre con muchos otros bienes y servicios? O, alternativamente, ¿deberían decidir los gobiernos qué peso corresponde, por ejemplo, al ferrocarril y a la carretera en el transporte de viajeros y mercancías?

Es evidente que responder a estas cuestiones no resulta sencillo y a menudo la respuesta dada varía por países y a lo largo del tiempo. Actualmente existe cierto consenso en considerar que la evidencia europea e internacional demuestra que la sociedad se beneficia de dejar a las empresas de transporte que compitan con libertad entre ellas. Hoy en día, la mayoría de los servicios de transporte pueden y son ofertados por operadores privados en competencia abierta. La industria del transporte de mercancías es un buen ejemplo de cómo las fuerzas del mercado pueden solucionar de forma eficiente el complejo problema de conectar millones de combinaciones origen-destino moviendo una gran cantidad y variedad de materias primas y bienes intermedios y finales en una economía altamente especializada.

Los consumidores también se han beneficiado de la desregulación del transporte aéreo y del entorno altamente competitivo en el que se desenvuelve el transporte marítimo. Por tanto, si la compe-

tencia ha dado, en general, buenos resultados, ¿no debería la política de transporte europea profundizar en medidas que devuelvan a la iniciativa privada las decisiones sobre qué y cómo producir lo que los consumidores y otras empresas demandan?

La respuesta a esta cuestión es que el mercado no siempre produce resultados socialmente deseables. A la existencia de fallos del mercado comunes a otras industrias (como las asimetrías de información) y a los argumentos habituales sobre la función social del transporte como garantía de movilidad y accesibilidad, hay que añadir al menos tres características adicionales que justificarían cierto grado de intervención complementaria en los mercados de transporte: el papel de las infraestructuras y su integración con los servicios a los que sirven de soporte, la magnitud y consecuencias de las externalidades negativas sobre el volumen de tráfico y su distribución modal, y finalmente las decisiones de inversión sobre infraestructuras con efectos de red (De Rus, Campos y Nombela 2003).

2.2.1. La integración de las infraestructuras y los servicios

Dentro del transporte como actividad genérica, existen en realidad dos tipos de actividades muy diferentes entre sí: algunas empresas se dedican a la construcción, conservación y operación de infraestructuras, mientras que otras mueven y explotan los vehículos que utilizan esas infraestructuras para producir los servicios de transporte. Con la excepción del transporte por tubería, estos dos tipos de actividad están presentes en todos los modos de transporte, incluso en aquellos en los que podría pensarse en principio que los vehículos no necesitan para moverse un soporte físico construido por el hombre, como aviones y barcos.³

El grado de integración entre la infraestructura y el equipo móvil varía entre modalidades. En el ferrocarril, por ejemplo, la gestión de la infraestructura y la producción de los servicios requiere un alto grado de coordinación, lo cual explica que tradicionalmente las empresas ferroviarias hayan integrado estos dos tipos de actividad dentro de una misma organización. En otros casos, como en el

³ El transporte aéreo requiere aeropuertos e instalaciones de control de tráfico, mientras que el transporte marítimo necesita la infraestructura de los puertos y otros elementos de ayuda a la navegación (como los faros).

transporte por carretera, no se necesita apenas coordinación, ya que no es necesario determinar unos horarios para el acceso de los vehículos a la infraestructura. Por ello, en este modo suele darse una separación entre las empresas que se dedican a la gestión de la infraestructura y las que realizan la producción de los servicios. A veces, sin embargo, la integración no depende de cuestiones tecnológicas sino estratégicas: en el caso de los puertos y aeropuertos algunas compañías aéreas y marítimas construyen sus propias terminales, dándose una integración prácticamente total que pone en entredicho la generalización del modelo de separación vertical fuera del modelo ferroviario.

La distinción entre infraestructura y equipo móvil es uno de los factores que condiciona la política de transporte, ya que las características particulares de los vehículos y la infraestructura que éstos requieren condicionan la forma de organización de cada mercado y el grado de competencia factible en ellos. En general, la infraestructura de transporte es menos susceptible de competencia directa que los servicios provistos por las empresas que poseen o alquilan el equipo necesario, contratan el factor trabajo y utilizan la infraestructura suministrada por terceros para transportar pasajeros o mercancías. Esto no quiere decir que no haya posibilidad de competencia en la oferta de infraestructuras de transporte, ya que sí existe entre puertos y aeropuertos cercanos o que rivalizan por ser *hubs* de contenedores o de tráfico aéreo; y cuando no existe de manera directa, puede introducirse *ex ante*, en la selección de quien las construye y opera, mediante, por ejemplo, subastas y contratos de concesión.

2.2.2. La especial importancia de las externalidades negativas

La construcción de cualquier infraestructura de transporte conlleva un impacto ambiental asociado a la ocupación de suelo. La utilización inevitable de un espacio físico para localizar estos activos requiere el consumo de determinados recursos naturales (tierra, desvío de cursos naturales de agua, empobrecimiento del paisaje, efectos barrera, etc.), que deben ser valorados en las decisiones de inversión y cuyo impacto debe tratar de minimizarse. La provisión de servicios de transporte también genera externalidades negativas, cuya magnitud en los daños causados y en el número de personas

afectadas hace que sean incluso más importantes que las asociadas a las infraestructuras.

Las principales externalidades generadas por los servicios de transporte son la contaminación, los accidentes y la congestión. Las dos primeras son claramente externalidades de acuerdo con la definición tradicional: se trata de efectos cuyos costes recaen sobre individuos distintos al agente que los genera.⁴ La congestión, sin embargo, tiene una naturaleza diferente a las anteriores ya que se trata de un efecto externo que los usuarios de servicios de transporte se causan entre sí (y por tanto no hay, en principio, terceros afectados).

Estas externalidades constituyen un segundo elemento de referencia para la política de transporte. Desde las primeras aportaciones de Pigou, los economistas han defendido que la mejor manera de hacer frente al problema de las externalidades consiste en alterar la función de costes del agente que las ocasiona para internalizar el efecto externo producido por dicho agente y sufrido por terceros. Cuando las carreteras congestionadas son de libre acceso y no se paga el coste marginal social, el tráfico aumenta más de lo deseable, reapareciendo tarde o temprano la congestión. La explicación se debe a que el coste marginal privado de utilizar la carretera (acceso libre) no es una buena señal para las decisiones individuales sobre el uso de la misma, mientras que si se paga el coste marginal social, sólo se realizarán los viajes cuyo valor social sea al menos igual al coste social de que estos viajes se lleven a cabo.⁵

La existencia de externalidades negativas no internalizadas impide que la asignación de recursos que produce el mercado sea socialmente óptima. En el caso de la congestión, la contaminación o los accidentes, el mercado produce más cantidad de transporte que la

⁴ El 25% de las emisiones de CO₂ las produce el transporte (de las cuales un 84% corresponde al transporte por carretera). Los accidentes también entran dentro de esta categoría ya que, si bien una parte de los costes que conllevan los sufre directamente el propio agente implicado, o tiene que pagarlos a terceros (bien directamente con indemnizaciones o a través de la contratación de seguros), hay otros costes que se imponen a la sociedad en su conjunto. Anualmente, el número de fallecidos por accidente de tráfico en la Unión Europea alcanza la cifra de 50.000 personas y el número de heridos supera los dos millones (Eurostat 2003).

⁵ Además, al ser los volúmenes de tráfico superiores a los óptimos, las inversiones en capacidad suelen ser mayores que las que corresponderían a una situación en la que el precio generalizado incluyera una tasa por congestión.

socialmente deseable y posiblemente una distribución de los tráficos diferente a la que resultaría si el que genera la externalidad pagase por ella. La argumentación anterior afecta a la política de transporte comunitaria, porque, en la medida en que no se apliquen las medidas que corresponden a un óptimo de primera preferencia (precio igual a coste marginal social y dejar al mercado actuar), se deberá recurrir a políticas que busquen un óptimo de segunda preferencia, en el que, dado que los precios no reflejan los costes marginales sociales de cada modo de transporte, se trate de forzar la distribución modal (por ejemplo, *revitalizando los ferrocarriles*), con el fin de alterar los equilibrios de una manera más imperativa.

2.2.3. Efectos de red, inversión y desarrollo económico

Frente a las externalidades negativas mencionadas, el sistema de transporte en su conjunto también puede generar efectos positivos y ello debe tenerse en cuenta en la política de transporte. Los economistas denominan *efecto (o economía) de red* al fenómeno consistente en que la utilidad de un consumidor aumenta cuando aumenta el número de consumidores que utilizan el sistema. Un ejemplo lo tenemos en el transporte aéreo: cuando el número de usuarios aumenta, suele aumentar la frecuencia de vuelos, con lo que aumentan las posibilidades de elegir, entre las distintas combinaciones de vuelo ofertadas, una que esté más cercana a nuestras preferencias. Estas economías de red están presentes tanto en las infraestructuras de transporte (redes ferroviarias o de carreteras) como en los servicios, diseñados como conjuntos de líneas regulares de transporte (rutas aéreas o líneas de autobuses), puntos de conexión y frecuencia de los vehículos. En infraestructuras, añadir una conexión adicional a una red (por ejemplo, una nueva carretera) hace que la utilidad del resto de los activos sea mayor, ya que habrá usuarios que pueden utilizar esa nueva conexión como parte de desplazamientos más largos u otros que puedan elegir entre más rutas alternativas de viaje.

Además del efecto de red, consistente en una reducción del tiempo de espera o de un mejor ajuste de la oferta a las preferencias de los individuos, existen otras economías de red que afectan a las decisiones de las empresas productoras de servicios, aunque en último término repercutan sobre los usuarios. Por ejemplo, puede señalarse una tendencia observada en las últimas décadas, principal-

mente en el transporte aéreo y marítimo, consistente en diseñar redes de líneas regulares de tipo *centro-radial* (*hub-and-spoke*), en las cuales hay unos nodos principales, que se conectan entre sí mediante vehículos de gran capacidad, y un conjunto de nodos secundarios, que sólo tienen conexión directa con alguno de los nodos principales y que son servidos mediante vehículos más pequeños. Con esta estructura, las empresas tratan de beneficiarse de las economías de escala que supone poder utilizar vehículos grandes, lo cual puede hacerse sólo en segmentos con mucho tráfico. Esto obliga a que los puertos o aeropuertos que desempeñan el papel de *hubs* deban tener suficiente capacidad para acomodar este diseño radial por parte de las empresas.

Con respecto a los usuarios, no existe una respuesta única sobre el efecto de este tipo de organización: por un lado, los viajeros se benefician porque la configuración centro-radial permite disponer de mayores frecuencias que si se conectasen todos los nodos mediante servicios directos; por otro, se ven perjudicados, al emplear más tiempo de viaje debido a las conexiones obligatorias en los nodos principales. En el caso de las mercancías, la utilización de transbordo es relativamente menos importante ya que la reducción del coste medio que se consigue compensa el mayor tiempo de desplazamiento.

Por estas razones, los efectos de red constituyen un tercer elemento que se ha de considerar en el diseño de cualquier política de transporte, particularmente al planear grandes inversiones con repercusión regional y al evaluar los beneficios que supone la entrada en servicio de nuevas infraestructuras. Esta cuestión es relevante porque uno de los argumentos que más ha esgrimido la Comisión Europea para justificar proyectos de inversión poco rentables (si los evaluamos con criterios estrictos de eficiencia) es la reducción de las desigualdades regionales. De hecho, se supone que la construcción de autopistas o líneas de alta velocidad que reduzcan los costes de transporte desde una región pobre a otra región más desarrollada permitirá un mayor crecimiento económico gracias a la facilidad de exportar y al mayor atractivo de la región pobre a que se instalen nuevas empresas.

La argumentación anterior no está respaldada por la evidencia empírica disponible. Las carreteras o las líneas de alta velocidad son

de ida y vuelta, y no está claro si la reducción de costes de transporte puede tener el efecto deseado en la región pobre. En presencia de economías de escala y de aglomeración, una reducción en los costes de transporte podría hacer más rentable la concentración de actividad en la región rica, que podría exportar a menor coste sus productos a la región pobre, en lugar de producir directamente en la región pobre donde, debido a su menor actividad económica, no se beneficiaría de las economías de escala y de la cercanía de otras empresas suministradoras de *inputs* (Krugman y Venables 1996 y Puga 2002). El efecto final de la inversión será positivo, pero no necesariamente favorecerá a la región pobre.

2.3. Los fundamentos *teóricos* de la política de transporte comunitaria

¿Hasta qué punto han sido los principios anteriores recogidos y trasladados a la política de transporte europea? Como ya se ha indicado, ninguno de ellos aparece claramente formulado en el Tratado de Roma, aunque sí enuncia los criterios de eficiencia y competencia como referentes generales para la organización de los mercados de transporte comunitarios. Los diferentes intereses económicos y políticos nacionales prevalecieron durante varias décadas, manteniendo el sector bastante alejado de estas reglas de funcionamiento y sin unas pautas claras de política económica.

Hasta 1992, no se publicó el primer Libro Blanco (Comisión Europea 1992) completamente dedicado al diseño de la política de transporte a nivel europeo. Antes de esta fecha, dicha política había estado subordinada al objetivo principal de conseguir completar el mercado único interior. Sin embargo, desde 1992 la política comunitaria de transportes gana autonomía y comienza a desarrollar un carácter más comprensivo, tratando de garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de transporte global de la Comunidad a través de la remoción de los obstáculos y barreras aún existentes a la competencia intracomunitaria.

Este principio global, que sería luego recogido explícitamente en el Tratado de Maastricht, hizo que a partir de ese momento, los objetivos fundamentales de la política de transporte quedaran plena-

mente armonizados con los propios objetivos de la Unión Económica y Monetaria. La política de transporte pasa a convertirse en una herramienta adicional para promover la convergencia entre los Estados miembros a través del fomento del crecimiento equilibrado. Esto se tradujo en la necesidad de garantizar la eficiencia en la provisión y el funcionamiento de los sistemas de transporte, de respetar unos patrones comunes de seguridad y protección medioambiental y de garantizar la cohesión interna en términos de empleo y protección social. Estos principios, fundamentados en la idea de favorecer la movilidad sostenible de las personas y las mercancías, constituyen el sustento del mercado único, incluyendo la promoción de redes transeuropeas de transporte que permitan el acceso de todas las regiones a los mercados de la comunidad.

Para conseguir todos estos objetivos, el Libro Blanco de 1992 estableció que la política de transporte europea se desarrollaría a través de seis grandes líneas de actuación, que han sustentado en mayor o menor medida la totalidad de los programas y actuaciones emprendidos por la Comisión y los Estados miembros en este sector desde entonces, y cuyas características generales se resumen en el cuadro 2.1.

Aunque parece evidente que la formulación de las reglas anteriores —y su posterior implementación en la normativa comunitaria— tiene un componente político y legal más que económico, en cierta manera también resulta posible identificar detrás de estas grandes líneas de actuación algunos principios básicos que constituyen —al menos en apariencia— los fundamentos económicos *teóricos* de la política de transporte comunitaria.

El primero de ellos es que debe existir *libertad de elección por parte del usuario* con respecto al modo de transporte que considere más adecuado según sus preferencias y nivel de renta. Ésta es la idea subyacente a la regla de *competencia leal* donde se reconoce formalmente que el sector del transporte no constituye una excepción a las reglas de competencia definidas en los artículos 85 y 86 del Tratado de Roma, aunque también admite explícitamente que ciertas formas de colusión (por ejemplo, las conferencias marítimas o las alianzas aéreas) podrían ser excluidas de la competencia bajo determinadas circunstancias. La regla de *ventaja comparativa* estaba afectada de este mismo carácter excepcional, ya que permitía defender la

CUADRO 2.1: Líneas generales de actuación de la política de transporte comunitaria

Competencia leal	<ul style="list-style-type: none"> • Siguiendo el espíritu del Tratado de Roma, las reglas de la competencia deben aplicarse a todos los modos de transporte. • Excepcionalmente ciertas formas de colusión (conferencias marítimas, fusiones de líneas aéreas, acuerdos ferroviarios) pueden ser permitidas, pero deben ser vigiladas cuidadosamente.
Ventaja comparativa	<ul style="list-style-type: none"> • Las ventajas comparativas de los distintos modos de transporte en cada área deben ser respetadas. • Este principio se aplica tanto a la prestación de servicios como a la provisión de infraestructuras.
Tarificación completa	<ul style="list-style-type: none"> • Los precios cobrados en cada modo de transporte deben reflejar todos los factores de coste relevantes. • Los precios deben incluir todos los factores de coste, incluso si el transporte lo realiza un Estado o una empresa pública. • Los precios también deben incluir las externalidades.
Desregulación	<ul style="list-style-type: none"> • Las intervenciones contrarias a las fuerzas del mercado deben limitarse a casos excepcionales. • Los Estados miembros deben reconocer que su intervención excesiva puede distorsionar los principios del mercado único. • Los procesos de desregulación deben ser graduales a lo largo del tiempo, para que todos los países puedan adaptarse a ellos.
Integración	<ul style="list-style-type: none"> • La política de transporte comunitaria debe actuar como un instrumento promotor del desarrollo regional y la cohesión. • Se requiere abrir vías de comunicación entre las regiones centrales y periféricas de la Comunidad para garantizar que la integración sea efectiva.
Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • La confianza en un sistema de transporte seguro, eficiente y de calidad promueve su uso y desarrollo. • Deben establecerse niveles mínimos de calidad y seguridad comunes en todos los Estados miembros.

Fuente: Comisión Europea (1992).

provisión pública monopolística, tanto de infraestructuras como la prestación de servicios de transporte en circunstancias concretas (por ejemplo, el transporte urbano) que, de lo contrario, hubiesen requerido actuaciones más complejas. Sin embargo, se establecen ciertas salvaguardas y requisitos de transparencia para la organización del transporte público (Comisión Europea 1995a).

Estas dos reglas también se extienden a un segundo principio económico básico: *los operadores de transporte deben operar en régimen de competencia* con una regulación mínima de las condiciones de acceso y para garantizar la seguridad. Para ello, la regla de *desregulación* de los obstáculos existentes en los mercados se configura como una línea de acción prioritaria. No obstante, cuando la competencia directa no es factible o deseable como en el caso de los ferrocarriles (dentro de ciertos volúmenes de tráfico), se admite la regulación como necesaria para que en lo posible puedan replicarse las condiciones competitivas. En otros mercados de transporte, como el aéreo, la Unión Europea apuesta directamente por una eliminación casi total de barreras regulatorias nacionales, con el objetivo de introducir las fuerzas del mercado en el sistema de transporte europeo y permitir que éstas actúen libremente en la búsqueda de asignaciones más eficientes de los recursos (Stevens 2004).

El tercer principio económico que se deriva de las reglas del cuadro 2.1 es el de que el usuario de cada modo de transporte ha de *pagar el coste social marginal* de utilizar dicho modo. Ésta es la regla de *tarificación completa*, que constituye el eje central de las propuestas para reparto modal y tratamiento de las externalidades presentadas en el segundo Libro Verde de 1995 (Comisión Europea 1995b), y que fue luego desarrollada para el caso particular de las infraestructuras en 1998 (Comisión Europea 1998). A través de este principio se reconoce claramente que con carácter general todos los usuarios del transporte deberían pagar la totalidad de los costes (internos y externos) de los servicios e infraestructuras que demanden, constituyendo ésta la regla básica de formación de precios en este sector.

Las inversiones en grandes infraestructuras están sometidas a un proceso de evaluación económica previo para poder obtener financiación comunitaria. Existen directrices para que los proyectos de inversión que superan un presupuesto mínimo deban presentar un análisis coste-beneficio convencional que permita ver si la sociedad

obtiene beneficios que superen el coste de oportunidad de la inversión (Comisión Europea 1997). En la práctica, estamos todavía lejos de una situación en la que la evaluación económica sea decisiva y una simple revisión de los proyectos aprobados con la evaluación preceptiva muestra cómo existen inversiones muy discutibles cuya rentabilidad económica social es más que cuestionable.

Finalmente, la dimensión social del transporte da lugar al último principio económico relevante: la necesidad de que la política de transporte tenga en cuenta conceptos como la *equidad personal y territorial*, así como la *aceptabilidad política* de las decisiones a adoptar, especialmente cuando estas decisiones se refieren a grandes inversiones en infraestructuras (Van Exel et al. 2002). En términos de las reglas del cuadro 2.1, esto se relaciona con la obligación que tiene la política de transporte de garantizar la *integración* de los distintos sistemas nacionales y la *fiabilidad* que debe generarse del funcionamiento de estos sistemas para que el transporte cumpla verdaderamente su finalidad. Con independencia de que sea el sector público o el privado el que las construya y explote, las decisiones de inversión de una nueva carretera, un aeropuerto o una línea de alta velocidad, se toman en el ámbito del sector público, por lo que además de los exigibles criterios de eficiencia mencionados, las cuestiones de equidad y aceptabilidad política están presentes en la toma de decisiones. La inclusión de estos criterios no es en principio discutible, aunque quizá en el momento presente no estén bien delimitados los criterios de eficiencia, aumentando la confusión y la probabilidad de asignar los recursos de manera subóptima, incluso en relación con el criterio de equidad.

2.4. Una reflexión sobre la futura política de transporte comunitaria

Los principios económicos expuestos en el epígrafe 2.3 representan los fundamentos de la política europea de transporte durante las últimas dos décadas. A lo largo de este período se ha avanzado de manera notable en la desregulación de una industria que hasta entonces no había desarrollado completamente los principios de eficiencia y competencia reflejados en el Tratado de Roma. Por esta

razón, la desregulación del transporte fue entendida en un sentido muy amplio e incluyó un conjunto variado de políticas que perseguían un doble objetivo. Por un lado, tal como ocurrió en el transporte terrestre y aéreo, se buscaba la *liberalización de los mercados* a través de la promoción de la libre competencia mediante la eliminación de obstáculos nacionales a la entrada y al libre establecimiento de nuevas empresas. Por otro lado, las medidas adoptadas favorecieron la introducción de *participación privada* en industrias —como la ferroviaria o el transporte urbano— aún controladas por el sector público y a menudo, además, con carácter de monopolio.

Estas políticas de desregulación de los servicios de transporte han dado sus frutos y han sido especialmente útiles en el caso de los países más remisos a introducir competencia, dada su tradición intervencionista. Los intereses privados son numerosos y contradictorios en transporte, pero los problemas a los que hay que hacer frente son de tal envergadura y con consecuencias económicas tan profundas que no queda otra opción que continuar con las reformas, aplicando políticas que favorezcan la asignación eficiente de los recursos, sin descuidar la debida consideración de los más débiles.

Por ello, no debería considerarse que el proceso desregulador esté totalmente concluido, particularmente en relación con las infraestructuras. Tal como se describe en el epígrafe 2.2, persisten tres elementos relevantes en la política de transporte que plantean importantes cuestiones aún por resolver. El primero es el grado de integración entre las infraestructuras y los servicios; el segundo es el tratamiento de las externalidades, y el tercero se refiere a las inversiones públicas cuando sus efectos de red son significativos para el desarrollo del sistema global de transporte.

2.4.1. La separación entre infraestructuras y servicios en la política comunitaria

La relación entre las infraestructuras de transporte y el equipo móvil que opera sobre ellas en la provisión de servicios a los viajeros y mercancías condiciona la política de transporte, ya que determina las posibilidades existentes para introducir competencia. Uno de los ejemplos más ilustrativos es el caso de los ferrocarriles, cuyo modelo tradicional de organización en Europa era el de una empresa pública monopolística y verticalmente integrada.

A partir de 1985, y como consecuencia del grave declive comercial y financiero de este modo de transporte frente a la carretera y el transporte aéreo, comienza a discutirse en Europa la necesidad de introducir reformas estructurales. Dos son las principales cuestiones que se contemplan en este proceso: la primera se refiere a la titularidad del servicio y a la propiedad de los activos; es decir, se discute si el gobierno debe mantener el ferrocarril dentro del sector público, concesionar los servicios a diferentes empresas a través de procedimientos competitivos o, simplemente, transferir las empresas ferroviarias a la iniciativa privada. La segunda cuestión analizada se refería a determinar cuál era la mejor forma de introducir competencia (es decir, acceso a las infraestructuras) en este sector; para ello se contaba como referencia con los modelos de Estados Unidos (competencia directa entre operadores privados totalmente independientes), de América Latina (concesiones de ferrocarriles verticalmente integrados, pero geográficamente disjuntos) o, directamente, separación vertical de infraestructura y servicios (como se hizo en el Reino Unido).⁶

Fue este último modelo el que finalmente decidió adoptar la Unión Europea. La Directiva 1991/440 —que entraría en vigor en enero de 1993— apostaba por un sistema de acceso competitivo a las infraestructuras que tuviera en cuenta el diferente estado de desarrollo y condiciones iniciales a las que se enfrentaban los Estados miembros. Se establecía además el concepto de libertad de acceso, tanto para las empresas nacionales como para las multinacionales, públicas o privadas. De este modo, la empresa explotadora de las infraestructuras tendría que abonar un canon por la utilización de las mismas y éstas dejaban de verse como un bien privativo de una u otra empresa.

La Directiva 1991/440 consagraba además el principio de la separación comercial de las infraestructuras; esta separación era obligatoria en el aspecto contable —permitiendo una asignación separada de costes— y voluntaria desde el punto de vista de la organización de las empresas. Una vez conseguida la separación, la directiva promovía

⁶ Véase Thompson (2001) y Gómez-Ibáñez y De Rus (2006), para más información sobre estos procesos.

además la creación de contratos de servicio público entre los Estados y las compañías para regular las actividades de gestión de la infraestructura y los servicios de regionales y cercanías. El resto de los servicios de transporte ferroviario deberían autofinanciarse. La separación llevaba también asociada la garantía de libre acceso y tránsito a las infraestructuras ferroviarias de los países europeos, en un principio para determinados tráficos y condiciones de empresas.⁷

A pesar de haber optado por este modelo, resulta aún controvertido en el ámbito de la economía del transporte valorar si la separación vertical constituye o no la mejor manera de introducir competencia en el transporte ferroviario ya que los modelos adoptados por los distintos países han generado tanto resultados positivos como negativos. Desde un punto de vista teórico se puede argumentar a favor de la separación de aquellas actividades con importantes costes comunes y hundidos (infraestructuras) de otras que no los tengan (como la operación y el mantenimiento de los trenes). Si bien es cierto que existen ciertos costes hundidos en la adquisición de material rodante o en la contratación de factores, la mayor parte de los costes asociados únicamente a la provisión de servicios de transporte ferroviario para pasajeros y mercancías en una ruta concreta son evitables, por lo que la competencia entre prestadores de tales servicios aparece como una alternativa viable a la tradicional organización monopolística de los mismos.

En el caso particular de la Unión Europea, otros motivos que explican la elección del modelo de desintegración vertical con libre acceso deben buscarse en razones relacionadas con el propio proceso de integración comunitaria, ya que este modelo favorece el desarrollo de los servicios internacionales. Asimismo, la Comisión ha argumentado a menudo que la separación de la infraestructura ferroviaria de la prestación de los servicios es una condición previa para el efectivo desarrollo de la competencia intermodal (Comisión Europea 1996), ya que permite a su vez desarrollar el principio de

⁷ En 1995, el Consejo adoptó dos directivas adicionales que desarrollaban los principios anteriores en lo referente a los derechos de acceso a las infraestructuras ferroviarias. Posteriormente, en el paquete de reformas ferroviarias de 2001 se establecieron los mecanismos para la adjudicación de licencias de operación y la administración de la capacidad de las infraestructuras.

tarificar cada modo de acuerdo con el coste marginal social de cada modo.

Sin embargo, la desintegración vertical está lejos de solucionar completamente los problemas del sector ferroviario. La importancia del sector y su complejidad tecnológica requiere que las vías férreas y estaciones, así como los sistemas auxiliares de señalización y control, se encuentren bajo alguna forma de supervisión por parte del gobierno, bien sea a través de una empresa pública o mediante una empresa privada convenientemente regulada. La experiencia británica también ha sido determinante en esta cuestión: el único operador privado de infraestructuras que existía en Europa (*Rail-track*) es hoy en día una entidad sin ánimo de lucro (*Network Rail*) casi equivalente a una agencia pública, por lo que es difícil que otros países europeos imiten este proceso de privatización de la infraestructura ferroviaria.

Con respecto a los servicios, la normativa comunitaria tampoco obliga a la privatización de los antiguos operadores monopolistas, aunque parece que la introducción de participación privada favorece de manera implícita una mejor apertura a la competencia. Alternativamente, puede resultar necesaria una legislación específica (como la nueva ley ferroviaria española de 2003) o una atenta protección por parte de las agencias de la competencia, que evite abusos de posición de dominio por parte de los operadores establecidos, tal como ha ocurrido en otros sectores abiertos recientemente a la competencia.

Esta protección no se garantiza automáticamente con la actual política ferroviaria europea, pues ésta no exige que los entes administradores de la infraestructura ferroviaria sean completamente independientes. De hecho, podría ocurrir, como sucede actualmente en España o Francia, que sean entes públicos que deban relacionarse con operadores ferroviarios también públicos, por lo que las suspicacias por parte de operadores privados no son infundadas.

Finalmente, también deben considerarse algunas consecuencias negativas relacionadas con la elección del modelo de desintegración vertical. La separación total de infraestructuras y servicios —como ocurre históricamente en el transporte aéreo entre las aerolíneas y los aeropuertos— externaliza unas necesidades de coordinación que tradicionalmente eran asumidas por los monopolios ferroviarios tra-

dicionales. La existencia de diferentes operadores que desean operar sobre unas mismas vías en horarios y formas no disjuntas obliga a crear mecanismos y reglas de asignación que pudieran ir en detrimento de parámetros de calidad o seguridad de los servicios. Todo ello incrementa los costes de transacción del sector, por lo que dichos costes deben ser comparados con los beneficios de la introducción de competencia. Sin embargo, hasta el momento la política de transporte europea no ha avanzado por este camino, debido a que los procesos de liberalización ferroviaria son aún muy recientes.

2.4.2. El tratamiento de las externalidades negativas del transporte

Una lectura de la regulación comunitaria sobre el tratamiento de las externalidades negativas que genera el transporte —contaminación, accidentes y congestión— podría hacer pensar que el problema se encuentra suficientemente abordado por las reglas de tarificación que obligan a cada modo de transporte a pagar por la totalidad de los costes que genera (incluyendo el acceso a la infraestructura); sin embargo, esto no es así, ya que el desarrollo práctico de estas reglas es aún muy reciente y tiene todavía numerosos obstáculos que salvar.

De hecho, hasta el Libro Verde de 1995 (Comisión Europea 1995b), la política de transporte comunitaria no se preocupó explícitamente de que la provisión y el uso de las infraestructuras de transporte reflejasen verdaderamente los costes externos asociados a éstas. Los principales avances en esta materia se habían logrado únicamente en casos muy concretos, reconociendo muchos países la necesidad de desarrollar principios generales aplicables a todos los sectores (Van Reeve 2005).

En 1995 se estableció que, sin la recuperación del coste social (interno y externo) en cada modo de transporte, las condiciones de competencia intramodal e intermodal difícilmente podrían ser homogéneas en los distintos países de la Unión. Utilizando varios estudios que sugerían la factibilidad de enfrentarse a este problema a través de precios eficientes, se estableció la regla de que el usuario debería pagar por la totalidad de costes que impone a la sociedad (Nash y Matthews 2005). Esto contribuye además a reequilibrar el reparto modal permitiendo así un mejor uso de la capacidad de la infraestructura existente.

Sin embargo, la política de tarificación de la Unión Europea no está totalmente definida en muchos aspectos. A pesar de que la Comisión Europea sostiene que cada usuario debe pagar el coste marginal social de utilizar el modo de transporte que elija, sin embargo, dicho coste puede definirse a corto plazo o a largo plazo. Suele argumentarse que fijar el precio según el coste marginal a corto tiene como objetivo la eficiencia en el uso de los recursos, mientras que la tarificación según el coste marginal a largo plazo está dirigida a recuperar los costes de la inversión. A pesar de las contradicciones, parece que la Comisión sigue una política de tarificación según el coste marginal a corto y que en conjunto se cubran costes, debido a que los precios en situaciones de congestión y para internalizar externalidades permitirán recaudar ingresos para financiar el capital fijo. En cualquier caso, la Comisión establece que cuando no se cubren costes, deben introducirse tarifas adicionales de carácter fijo que no sean discriminatorias ni que distorsionen la asignación de recursos en el sistema de transporte (Comisión Europea 2001).

Uno de los pocos modos en el que este tipo de criterios se encuentra en parte desarrollado es en el transporte de mercancías por carretera. En 2003 los peajes y otras cargas cobradas a los vehículos pesados en muchos países europeos fueron realineadas al mismo tiempo —introduciendo mecanismos como las denominadas *euro-vignettes*— para reflejar estos principios, intentando evitar así además comportamientos oportunistas o discriminatorios que introdujeran distorsiones en el sector. Sin embargo, aún existe margen de maniobra: un estudio realizado por Proost et al. (2002) muestra que tanto los viajeros privados por carretera en períodos punta como los transportistas de carga generan costes marginales externos considerablemente superiores a los niveles de impuestos que pagan actualmente, por lo que un incremento de éstos podría reducir los volúmenes de tráfico.

En general, las opciones contempladas por la Comisión Europea para abordar estas cuestiones abarcan múltiples posibilidades y distinguen entre opciones de corto y largo plazo, tal como se resumen en el cuadro 2.2. En otros modos distintos de la carretera el desarrollo de estas medidas es aún muy limitado. En 1998, estos elementos fueron desarrollados con mayor detalle en un Libro Blanco ad hoc (Comisión Europea 1998) en el que se discuten las tarifas justas por

CUADRO 2.2: Instrumentos para la aplicación de precios eficientes

	Corto plazo		Largo plazo	
	Carretera	Otros modos	Carretera	Otros modos
Congestión	Diferenciación según el uso y daño. Tasa por kilómetro en vehículos pesados. Peajes.	Precios relacionados con la infraestructura.	Sistemas de tarificación electrónica.	Precios de acceso a las infraestructuras.
Accidentes	Mejora en los sistemas de cálculo de las primas de seguro.		Seguros con cobertura de la totalidad de los costes sociales, con diferenciación de los distintos tipos de riesgo.	
Polución	Automóvil: tasa por emisión y kilometraje. Vehículos pesados: recargos en las tasas por kilometraje. Impuestos diferenciados según las características contaminantes del combustible. Tasa global sobre emisión de CO ₂ .	Impuestos basados en las emisiones contaminantes y el ruido.	Cargas basadas en las emisiones reales de contaminantes y ruido distinguiendo entre zonas geográficas (y, posiblemente, período del día).	

Fuente: Comisión Europea (1998).

el uso de las infraestructuras (aunque no sólo de transporte) y se propone una estrategia gradual para ir adoptando progresivamente este marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la Unión.

2.4.3. Efectos de red y redes transeuropeas

El tercer elemento de la futura política de transporte europea se refiere a la provisión de nuevas infraestructuras como mecanismo de expansión regional y desarrollo económico, que busca aprove-

char al máximo las externalidades positivas generadas por los efectos de red. La principal iniciativa política en este ámbito de la Unión Europea es el programa de redes transeuropeas de transporte (TEN-T), un ambicioso programa de inversiones en carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, que fue comenzado en 1993 tras su incorporación específica en el Título XV del Tratado de Maastricht.

El desarrollo de estas redes transeuropeas es considerado un elemento clave en la consolidación del mercado único y en el reforzamiento de la cohesión social y territorial. Inicialmente, TEN-T incluye un conjunto amplio de proyectos prioritarios de inversión diseñados con el horizonte temporal de 2010 y organizados en tres grandes redes. La primera de tales redes se refiere al transporte combinado o multimodal, y se compone de un conjunto de enlaces ferroviarios y fluviales que, con sus eventuales trayectos iniciales y finales por carretera, revisten una importancia primordial para el transporte de mercancías a larga distancia. Incluyen las principales rutas del centro de Europa, así como conexiones con todos los puertos y aeropuertos importantes.

La segunda red transeuropea es la de carreteras, que abarca aquellos enlaces terrestres cuya realización o mejora se considera de interés comunitario. Incluye la construcción de tramos en los ejes transfronterizos intraeuropeos, los enlaces con terceros países (norte de África y Europa Central y del Este), las conexiones intermodales para los ejes de transporte combinado, la circunvalación de los principales nodos urbanos y los proyectos de gestión del tráfico destinados a la reducción de la congestión y la contaminación. Finalmente, a las dos anteriores se une la red transeuropea de vías navegables, que se corresponde en gran parte con las cuencas fluviales existentes en el centro de Europa y determina los ejes principales de transporte fluvial y lacustre, así como las vías de comunicación entre éstos (a través de canales) y el mar.

La principal crítica que ha recibido el programa de redes transeuropeas de transporte radica en la falta de rigor en la selección de algunos de los proyectos prioritarios, y la confluencia de criterios heterogéneos que hacen muy difícil la evaluación (Sichelschmidt 1999). Por ello, una iniciativa interesante de la Comisión es la obligatoriedad de presentar un análisis coste-beneficio de los proyectos

de construcción de infraestructuras cofinanciados. En la actualidad, se está lejos de tener una metodología única y que se aplique con igual criterio por todos los Estados miembros, pero se están haciendo esfuerzos de investigación para conseguir cierta armonización en la evaluación *ex ante* de los proyectos.

Las diferencias entre países miembros con respecto a la metodología empleada y los valores utilizados pueden estar llevando a que los criterios de decisión sean heterogéneos, conduciendo su aplicación a decisiones contradictorias en función del lugar en el que se realicen. Los intentos de armonizar los métodos están todavía en una fase muy preliminar.⁸

Por otra parte, el principal componente del programa TEN-T —las inversiones en alta velocidad ferroviaria— genera aún una importante controversia. La mayor parte de los proyectos requieren para su rentabilidad social de una elevada densidad de tráfico que sólo aparece justificada en determinados corredores, debido al carácter indivisible e irrecuperable de las inversiones en infraestructura de alta velocidad (v. Cuadrado y Mínguez 2003; De Rus y Nombela 2005).

Una de las cuestiones capitales en la evaluación de las inversiones en infraestructuras es si se cobra o no por su uso, y cuánto se cobra. La tarificación que se emplee también es esencial para la participación privada en la construcción y explotación de carreteras, puertos y aeropuertos. Las restricciones presupuestarias de muchos gobiernos, e incluso las llamadas a la neutralidad del poder público en la competencia intermodal e intramodal, son razones a favor de que el transporte lo paguen quienes lo utilizan. Una decisión clave es si se tarifica según el coste marginal a corto o a largo plazo.

En el caso de los operadores de servicios de transporte en mercados competitivos, los precios se forman a partir de los costes variables de personal y energía, y otros costes fijos en los que se incurre por tener una flota de vehículos en funcionamiento, las tasas o impuestos para internalizar externalidades y congestión y, en su caso, lo que el operador haya tenido que pagar por el uso de las infraestructuras. Para las empresas de servicios de transporte que operen en mercados

⁸ Véase, por ejemplo, el proyecto europeo HEATCO (<http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>) o el documento para armonización de la metodología de evaluación de inversiones ferroviarias RAILPAG del Banco Europeo de Inversiones.

competitivos (aunque la competencia muchas veces sea imperfecta) puede sostenerse que los precios tenderán a los costes marginales a largo plazo, por lo que la regla óptima de tarificación se satisface.

Si la política de liberalización de servicios de transporte acaba permitiendo que todos los modos de transporte operen en mercados competitivos, la cuestión central es cuanto debe pagarse por el uso de las infraestructuras ¿Qué precio debe cobrarse por el uso de la carretera a un camión que transporta mercancías? ¿Qué precio debe pagar un viajero en un tren de alta velocidad por usar la vía férrea? La respuesta de los economistas suele ser unánime: deben pagar el coste marginal, y si no se cubren costes y existen restricciones presupuestarias, los precios deberían desviarse de los costes marginales con la menor pérdida de eficiencia posible. El problema radica en que el coste marginal es relativamente bajo si los costes de construcción son irre recuperables y no se incluyen en el cálculo del precio, como es el caso de la mayoría de las infraestructuras, y no tan bajo si se incluyen los costes de capital en una definición de coste marginal a largo plazo.

Teniendo en cuenta que, en la actualidad, la evaluación económica previa para aprobar proyectos de inversión en infraestructuras es raramente un elemento decisivo en la expansión de la red de transporte, la tarificación según el coste marginal a corto plazo puede estar garantizando la eficiencia estática, pero no la eficiencia dinámica al incentivar el crecimiento de la demanda de modos de transporte, líneas o instalaciones que los usuarios valoran por debajo de su coste marginal a largo plazo, es decir, del coste de explotación y el de reposición y ampliación de la capacidad.

Cuando los precios reflejan los costes sociales marginales de producción, la evaluación rigurosa de inversiones en capacidad de transporte garantiza que se construyan aquellos proyectos que la sociedad valora por encima de su coste de oportunidad y se cierran las líneas o las infraestructuras que no cumplen dicha condición, los mercados competitivos producirán una distribución modal óptima y el tamaño de las redes de cada modalidad de transporte responderá a las preferencias sociales y las necesidades del sistema productivo, y no al peso de los intereses parciales de los poderosos *lobbies* que operan en las actividades de transporte.

En el momento actual, parece que la Comisión Europea ha optado por una política de *second best* ante las dificultades de aplicar en cada

modo de transporte los criterios de racionalidad económica. Así, se insiste en *revitalizar* los ferrocarriles, invirtiendo en la construcción de nuevas líneas con financiación comunitaria, para reducir los problemas derivados de las externalidades de la carretera; o, por ejemplo, al precisar el coste marginal social del ferrocarril se opta por no incluir el coste medioambiental dado que la carretera tampoco lo paga. El criterio de aceptabilidad política tiene un peso considerable frente al principio de eficiencia económica, y en este contexto la evaluación económica de nuevos proyectos públicos de inversión en costosas infraestructuras de transporte y el debate económico sobre quién y cómo debe pagarse por ellas, es más urgente que nunca. El riesgo de una expansión ineficiente, en sentido dinámico, de las infraestructuras, puede ser muy costoso para la economía si no se introducen criterios rigurosos en las decisiones económicas de largo plazo que se toman por agentes con horizontes temporales mucho más cortos.

Para una política de transporte guiada por el interés general, y no capturada por los grupos de interés, o por la inercia derivada de evitar los conflictos con los colectivos afectados, la aplicación de los principios económicos básicos es esencial. La política de transporte europea ha tratado de hacerlo, liberalizándose los mercados tradicionalmente controlados por las compañías de bandera en los mercados aéreos, o por contingentes que limitaban la entrada de nuevos operadores en el transporte terrestre de mercancías. La tarea no está terminada y la defensa y fomento de la competencia serán una línea de actuación permanente. En el presente, una segunda línea de actuación poco visible al público, pero de efectos extraordinarios en el largo plazo, es la de introducir los criterios económicos en la política de infraestructura. Hoy, a pesar de lo conseguido, la racionalidad económica está lejos de ser un criterio decisivo en la inversión y tarificación de las infraestructuras de transporte.

2.5. Conclusiones

La política de transporte europea es el resultado de un conjunto de intereses nacionales diversos y de ideas sobre cómo debe organizarse la construcción y gestión de infraestructuras y la provisión de servicios. La eficiencia en la asignación de los recursos es la referencia

central de los economistas, pero no es el criterio dominante en el mundo de la política y de la Administración Pública. Digamos que la equidad y, en especial, la aceptabilidad política son más importantes a veces en la elaboración de los marcos reguladores que condicionan los resultados económicos que pueden obtenerse de los recursos disponibles.

Hemos visto cómo a lo largo de los últimos treinta años las medidas adoptadas por la Unión Europea en el contexto de su política de transporte reflejan el difícil compromiso entre, por un lado, la aplicación de principios económicos elementales con el fin de alcanzar como objetivo la eficiencia y la competitividad del sistema de transporte y, por otra parte, las inevitables restricciones prácticas nacidas de la necesidad de aunar criterios nacionales en ocasiones muy divergentes y de la viabilidad y oportunidad política de determinadas decisiones.

A pesar de la lentitud y el carácter incompleto de algunas reformas, los avances en la construcción del mercado común del transporte han sido notables. De conformidad con el principio de la libre circulación de servicios, los servicios comerciales prestados por las empresas de transporte por carretera, los ferrocarriles, los operadores de navegación interior, las compañías aéreas y las compañías navieras fueron liberados de la discriminación basada en la nacionalidad y están sujetos ahora a las condiciones de mercado comunes creadas por la política de ordenación del transporte.

La Unión Europea ha adoptado a través de diversas medidas de liberalización el libre ejercicio de la iniciativa empresarial como el planteamiento más beneficioso para la economía en su conjunto, realizando los cambios necesarios en el entorno regulador y restringiendo cada vez más su alcance a asuntos de genuino interés comunitario: libertad internacional de movimientos, seguridad, normas técnicas, salvaguardias sociales para los trabajadores, ordenación del territorio asegurando la cobertura adecuada de transporte y protección contra el ruido y otros aspectos medioambientales.

Más recientemente, la Comisión Europea ha tratado de hacer frente al problema de las externalidades negativas del transporte mediante la internalización de las mismas en la funciones de costes de los agentes que las ocasionan. En este sentido se ha planteado una estrategia comunitaria complementaria al mercado único que

incluye, fundamentalmente, medidas fiscales para repercutir a los usuarios los costes de infraestructura y de medio ambiente, y normas técnicas más rigurosas sobre contaminación. Este planteamiento global también incluye medidas para desarrollar redes transeuropeas y sistemas integrados de transporte que incluyan no sólo a los miembros de la Unión, sino también a otros países europeos.

Por todo ello, debe reconocerse que la política común de transporte ha experimentado cambios considerables durante las últimas décadas. Se ha avanzado notablemente en la apertura a la competencia del transporte por carretera y del transporte aéreo, y también se ha iniciado la reforma de los ferrocarriles y del transporte marítimo; sin embargo, se está lejos todavía de tener un sistema de transporte liberalizado en el que la competencia sea efectiva. Por ejemplo, el transporte terrestre de viajeros por carretera (urbano e interurbano) sigue en algunos países europeos gozando de posiciones de monopolio, como consecuencia de la existencia de concesiones de duración excesiva; o las obligaciones de servicio público utilizado a veces, más como instrumento para restringir la competencia que para garantizar un transporte de calidad y asequible para la mayoría de la población.

El transporte ferroviario está todavía lejos del funcionamiento comercial independiente y competitivo de los operadores sobre una red única por la que se pagan precios de acceso, y todos los países miembros no ven con el mismo entusiasmo la introducción de la reforma ferroviaria propuesta por la Comisión. Además, no hay aún acuerdo sobre cómo internalizar las externalidades en los precios del transporte, y en algunos Estados miembros existe una fuerte oposición para hacerlo. En el caso de las infraestructuras portuarias los problemas derivados de la falta de homogeneización de las políticas y regulaciones portuarias impiden garantizar la competencia entre puertos.

Idealmente, la política de transporte debería limitarse a garantizar la libre elección del usuario en cuanto al modo de transporte, ruta y características de su desplazamiento o el de sus mercancías, y que los precios de cada modo de transporte reflejaran los costes que impone a la sociedad. En cuanto a las inversiones en capacidad a largo plazo, las decisiones de qué infraestructuras se construyen deberían reflejar las preferencias de los usuarios y su disposición a pa-

gar por ellas. Finalmente, la introducción de mecanismos de equidad deberían diseñarse minimizando sus distorsiones y por tanto su coste social.

¿Hasta qué punto responde la política de transporte europea a los principios descritos? La respuesta obliga a comenzar reconociendo que toda política de transporte está acompañada de frecuentes declaraciones de intenciones. Como los intereses de los distintos agentes económicos implicados son difíciles de conciliar, dichas intervenciones públicas suelen ser inconsistentes porque implican políticas incompatibles. El usuario que contrata el transporte de sus mercancías por carreteras congestionadas en vehículos pesados no paga el coste marginal que impone a la sociedad y las propuestas de elevar el coste de utilización de la carretera en dichas circunstancias es compatible con los principios de eficiencia económica.

El *lobby* del transporte de mercancías por carretera recordará inmediatamente que los ferrocarriles tampoco pagan por la infraestructura que utilizan y que algunas escasamente cubren los costes variables de explotación. Si se desea ver lo que se está haciendo en lugar de lo que se dice que se está haciendo es aconsejable ver los precios que se cobran en cada modo de transporte y que hacen los gobiernos o la Comisión para modificar la situación presente.

Las últimas iniciativas de la Comisión Europea muestran que, sin renunciar a los objetivos finales de un mercado único eficiente y un desarrollo económico que beneficie a todos los europeos, se opta por un rodeo que los economistas denominan políticas de *second best*. Si el tráfico pesado por carretera paga por debajo de su coste marginal social y la tarificación eficiente levanta resistencias difíciles de contrarrestar, se opta por internalizar lo que los transportistas toleran e introducir una política más intervencionista consistente en *revitalizar los ferrocarriles*, con el fin declarado de alterar la distribución modal actual.

El problema de estas políticas de diseño público de las redes de transporte con financiación comunitaria consiste en que el interés individual de una región o de un país miembro no necesariamente coinciden con el interés general y se corre el riesgo, como ya ha ocurrido en el pasado reciente, de que se construyan infraestructuras que no superan ni el menos exigente análisis de rentabilidad social.

Todo lo anterior sugiere que el análisis económico debería desempeñar un papel de mayor relevancia en la futura política de transporte europea. La expansión comunitaria hacia el Este y la futura admisión de nuevos Estados miembros nos sitúa en un horizonte en el que las ayudas financieras deberían estar vinculadas a incentivos bien articulados que permitan que la política de desarrollo regional no entre en contradicción con la asignación eficiente de los recursos en el ámbito de las infraestructuras y servicios de transporte desde una perspectiva comunitaria.

Bibliografía

- BAUMOL, W. J. «Contestable Markets: an Uprising in the Theory of Industry». *American Economic Review* 72, 1982: 1-15.
- COMISIÓN EUROPEA. *Sobre la finalización del Mercado Único Europeo*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Blanco, 1985.
- . *El desarrollo futuro de la política de transporte Europea; una aproximación global a la construcción de un entorno comunitario para la movilidad sostenible*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Blanco, 1992.
- . *La red de ciudadanos. Cómo aprovechar el potencial del transporte público en Europa*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Verde, 601, 1995a.
- . *Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte. Opciones para la internalización de los costes externos del transporte en la Unión Europea*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Verde, 691, 1995b.
- . *Una estrategia para la revitalización de los ferrocarriles comunitarios*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Blanco, 421, 1996.
- . *Guide to cost-benefit analysis of major projects. In the context of EC regional policy*. Directorate-General XVI, 1997.
- . *Tarifas justas por el uso de infraestructuras: estrategia gradual para un marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la Unión Europea*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Blanco, 466, 1998.
- . *La Política Europea de Transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*. Bruselas: Comisión Europea, Libro Blanco, 2001.
- CUADRADO, J. R., y R. MÍNGUEZ. «Red ferroviaria de Alta Velocidad: caminos abiertos y nuevas cuestiones». *Economistas* 96, 2003: 311-317.
- DE RUS, G., y G. NOMBELA. «Is the Investment in High Speed Rail Socially Profitable?». Documento de Trabajo. EIT: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2005.
- . J. CAMPOS, y G. NOMBELA. *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch, 2003.
- ESTACHE, A., y G. DE RUS. *Privatización y Regulación de Infraestructuras de Transporte*. Washington, DC: Banco Mundial, 2003.
- EUROSTAT. *Resumen estadístico de la Unión Europea: los transportes*. Luxemburgo, 2003.
- GÓMEZ-IBÁÑEZ, J. A. *Regulation Infrastructure: Monopoly, Contracts and Discretion*. Harvard: University Press, 2003.
- . y G. DE RUS, eds. «Competition in the Railway Industry: An International Comparative Analysis», Edward Elgar, 2006.

- KRUGMAN, P., y A. J. VENABLES. «Integration, Specialization, and Adjustment». *European Economic Review* 40, 1996: 959-967.
- MARTÍNEZ ÁLVARO, Ó. *Treinta años de política de transportes de la Comunidad Europea*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1989.
- NASH, C. A., y B. MATTHEWS. *Measuring the Marginal Social Cost of Transport*. Amsterdam: Elsevier, 2005.
- PROOST, S., K. VAN DENDER, y C. COURCELLE. «How Large is the Gap Between Present and Efficient Transport Prices in Europe». *Transport Policy* 9, 2002: 41-57.
- PUGA, D. «European Regional Policy in Light of Recent Location Theories». *Journal of Economic Geography* 2, 4, 2002: 372-406.
- SICHELSCHMIDT, H. «The EU Programme “Trans-European Networks”. A Critical Assessment». *Transport Policy* 8, 1999: 29-46.
- STEVENS, H. *Transport Policy in the European Union*. Palgrave: McMillan, 2004.
- THOMPSON, L. *Directions of Railway Reform*. Viena: International Railway Congress Association, 2001.
- VAN EXEL, J., S. RIENSTRA, M. GOMMERS, A. REARMAN, y D. TSMABOULAS. «EU Involvement in TEN Development: Network Effects and European Value Added». *Transport Policy* 9, 2002: 299-311.
- VAN REEVEN, P. «Transport Policy in the European Union». En K. J. Button y D. A. Hensher. *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*. Handbooks in Transport Series. Vol. 6. Elsevier, 2005: 705-724.
- WINSTON, C. «Conceptual Developments in the Economics of Transportation: an Interpretative Study». *Journal of Economic Literature* 23, 1985: 57-94.

3. El mercado aéreo europeo

*José A. Hernández Sánchez
Manuel Romero Hernández*

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

3.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es el de describir las principales características de la industria del transporte aéreo en Europa, investigando en las propiedades de la tecnología de las empresas implicadas. Para llevar esto a cabo se ha analizado la estructura de costes de las compañías aéreas más representativas, con el fin de identificar económicamente la existencia de economías de escala, de densidad y de complementariedad de costes. El análisis llevado a cabo aporta elementos de juicio sobre la situación futura de los mercados en términos de volumen de producción, fragmentación de la producción o concentración.

Entre los elementos relevantes que han caracterizado el mercado europeo de transporte aéreo en la época analizada destaca el fuerte incremento de la producción. Algunas empresas han triplicado su producción, dándose los aumentos más notables en las empresas de mayor tamaño. A pesar del fuerte despegue que ha tenido lugar, las grandes empresas europeas siguen siendo más pequeñas que las de Estados Unidos.

Un aspecto que destaca en la industria de transporte aéreo es el de las estrategias de creación de alianzas llevadas a cabo por gran parte de las empresas europeas, lideradas por las más grandes. Las empresas integrantes obtienen las ventajas resultantes de la posibilidad de ofrecer a sus clientes mayores frecuencias y redes más densas. Por otra parte, en el período analizado destaca la creación de nuevas empresas, siendo especialmente importantes los casos de las compañías de bajo coste. La dinamización experimentada en el

mercado ha permitido el acceso a mercados domésticos por parte de compañías extranjeras, el acceso a nuevos *slots* (derechos de aterrizaje o despegue concedidos a una compañía) y también ha servido como elemento generador de demanda para las grandes empresas europeas (v. Chang y Williams 2002).

Como se justifica en el desarrollo del capítulo, la evolución de las principales características del mercado en las últimas décadas es coherente con los resultados empíricos que se presentan sobre la estructura productiva de las empresas, lo que refuerza las conclusiones obtenidas y permite una interpretación más sustancial de los elementos fundamentales de la industria.

El dinamismo del mercado aéreo se manifestó no sólo en la producción de las compañías tradicionales, sino también en la fuerte expansión de la presencia de un grupo de compañías de reciente creación surgidas al amparo del nuevo marco legal. Estas compañías, caracterizadas por una gestión innovadora dirigida a ofertar sus productos a precios significativamente inferiores a los de las compañías tradicionales, son las llamadas compañías aéreas *de bajo coste* y han contribuido a alterar la composición y el grado de competencia del mercado.

El funcionamiento de las compañías de bajo coste se basa en el principio de simplificación de las tareas del proceso de producción y el uso más intensivo de los factores de producción. En lugar de operar con una estructura centro-radial, ofrecen conexiones punto a punto desde aeropuertos secundarios que resultan más baratos en términos de tasas y tarifas de *handling* que los grandes aeropuertos. La flota está compuesta por un único tipo de avión que opera más horas por día que en las compañías tradicionales. El producto que se ofrece no está diferenciado y, por tanto, no se complementa con servicios adicionales como salas de espera, elección de asiento, periódicos, *catering*, programas de viajero frecuente, reembolso o conexión con vuelos de otras compañías. La distribución se simplifica al máximo, a través de Internet y billetes electrónicos. Como resultado, las compañías de bajo coste se consolidaron paulatinamente a lo largo de la década de los noventa y protagonizaron a partir de 2002 un drástico cambio en el sector. A partir del modelo de operación descrito, las compañías de bajo coste lograron ventajas importantes en costes y precios, lo que les permitió alcanzar un rápido crecimiento. Bajo la presión de las compañías de bajo coste, los operadores tradicionales

han visto disminuida su demanda y se han visto obligados a afrontar la presencia de sus competidores con disminuciones de sus tarifas y, paralelamente, incorporando a sus servicios algunos elementos característicos de las nuevas empresas.

El desarrollo de este capítulo 3 es el siguiente. El proceso de liberalización emprendido en la Unión Europea en las últimas décadas es descrito en el epígrafe 3.2. En el epígrafe 3.3, con el fin de introducir el análisis empírico llevado a cabo, se describe desde el punto de vista teórico el comportamiento de la empresa y se construyen las funciones de costes de largo y de corto plazo. Adicionalmente, se define la multiproducción y por último se analiza la elección de la forma funcional adoptada para estimar la estructura productiva de la industria del transporte aéreo europea. En el epígrafe 3.4 se introducen los conceptos de economías de escala y de densidad y se describe la construcción del indicador del grado de economías de escala de la industria a partir de la función de costes. Seguidamente, en el epígrafe 3.5 se presenta un análisis descriptivo de la industria del transporte aéreo europeo basado en los indicadores básicos de su actividad. De esta manera se presenta una perspectiva de los efectos principales que han tenido las políticas de la Comisión en la estructura productiva de las empresas europeas. En el epígrafe 3.6 se describen los resultados de la estimación de una función de coste variable para la industria y se presentan los resultados de los indicadores de economías de escala y de densidad obtenidos a partir de la estimación propuesta. El análisis descriptivo de las principales características del mercado de compañías aéreas de bajo coste se analiza en el epígrafe 3.7 y finalmente, en el epígrafe 3.8, se presentan las conclusiones.

3.2. Política europea de transporte aéreo

La desregulación del transporte aéreo en Europa ha tenido lugar en las dos últimas décadas del siglo xx, casi diez años después de que ésta empezara en los Estados Unidos, con la Ley de Desregulación de 1978. La desregulación fue gradual, llevándose a cabo en tres paquetes sucesivos de medidas, aprobados en 1987, 1990 y 1992. Además de éstas, se han aprobado también otras adicionales dirigidas a complementar cuestiones particulares surgidas en el nuevo escena-

rio del mercado, en la medida en la que se ha ido liberalizando. El principio general que se persigue con los tres paquetes es el de promover la competencia en la industria, al ir permitiéndose de manera gradual que las distintas compañías puedan optar a operar en las distintas rutas existentes y fijen libremente sus tarifas. El cuadro 3.1 contiene las sucesivas libertades permitidas en el proceso de desregulación del mercado. Al fomentarse la competencia directa entre los operadores, se espera generar aumentos en la producción (bien del número de rutas, frecuencias o número de asientos ofertados), de su calidad y disminuciones en las tarifas. Los paquetes contienen medidas desreguladoras, como la desaparición de controles sobre tarifas, capacidad o accesos a *slots*, pero también se incluyen medidas reguladoras, como las dirigidas a proteger los derechos de los consumidores en el nuevo escenario más competitivo, como los que establecen obligaciones de las compañías de compensación y asistencia a los pasajeros en caso de cancelaciones o retrasos.

En el primer paquete de medidas de 1987 destaca la reglamentación dirigida a limitar el poder de los gobiernos en la determinación de las tarifas. También se relajaron las reglas establecidas relativas al uso compartido de la capacidad entre compañías de distintos países.

En el segundo paquete (de junio de 1990) se pretendió dotar de más flexibilidad en la fijación de las tarifas y el uso compartido de capacidad. Además, se introdujo la 3.^a y 4.^a libertad para todas las compañías que operaran dentro de la Unión Europea. En el cuadro 3.2, se recogen aspectos generales de los tres paquetes legales que permitieron la desregulación de la industria del transporte aéreo en la Unión Europea.

En conjunto, el primer y segundo paquete de medidas relajó las restricciones establecidas en capacidad, tarifas y aerolíneas designadas en una ruta del mercado interior de la Unión Europea. Finalmente, el tercer paquete, aprobado en julio de 1992, perseguía generar espacio aéreo liberalizado dentro de la Unión Europea, permitiendo a cualquier compañía de un Estado de la Unión Europea operar en una ruta con otro Estado miembro de la Unión Europea (5.^a, 6.^a y 7.^a libertad) y a partir de abril de 1997, la libertad de cabotaje (8.^a libertad), por ejemplo el derecho de una compañía

CUADRO 3.1: Contenido de las medidas desreguladoras

Libertad	Contenido
1. ^a	Derecho de una línea aérea a sobrevolar otro Estado.
2. ^a	Derecho de una línea aérea a aterrizar por razones técnicas en otro Estado.
3. ^a	Derecho de una línea aérea de un Estado a transportar a otro Estado.
4. ^a	Derecho de una línea aérea a transportar de un Estado a su Estado de origen.
5. ^a	Derecho de una línea aérea a tomar o dejar tráfico entre dos Estados distintos del suyo.
6. ^a	Derecho de una línea aérea a tomar o dejar tráfico entre dos Estados, en una ruta que hace escala en su Estado de origen.
7. ^a	Derecho de una línea aérea a tomar o dejar tráfico entre dos Estados, sin hacer escala en su Estado de origen.
8. ^a	Cabotaje o transporte de pasajeros y/o mercancías entre dos puntos interiores de un Estado por parte de una aeronave extranjera.

Fuente: Association of European Airlines. Informes anuales.

a operar en una ruta dentro de un Estado miembro de la Unión Europea. Como resultado de la aprobación de estas medidas, todas las compañías se encontrarían en un entorno de mayor competencia potencial, lo que favorecería el tráfico, las tarifas y, en definitiva, la consolidación de la industria del transporte aéreo.

Una década después de la aprobación del tercer paquete se ha observado que en la práctica las medidas tomadas han tenido un impacto significativo en la industria del transporte aéreo, que ha pasado de una estructura de monopolio, de propiedad estatal y regulado, a un mercado en el que concurren más compañías, de propiedad privada (siendo relevante la presencia de las nuevas compañías de bajo coste) y en el que pueden operar en cualquier ruta de la Unión Europea. El número de compañías aéreas de la Unión Europea pasó de 93 en 1993 a 120 en 1998, permaneciendo prácticamente estable desde entonces. Si bien este aspecto cuantitativo es significativo, no es el más relevante si se tiene en cuenta el cambio estructural o tecnológico que ha tenido lugar en las compañías que operan en el mercado.

CUADRO 3.2: Contenido de los tres paquetes de medidas desreguladoras

	Primer paquete	Segundo paquete	Tercer paquete
Aplicación	Transporte regular internacional de pasajeros.	Transporte regular internacional de pasajeros.	Todo el transporte aéreo comercial.
Tarifas	Cierto margen de variación permitido. Máximo descuento permitido en tarifa económica normal: 65%.	Margen de variación sobre todas las tarifas aumentado. Máximo descuento permitido en tarifa económica normal: 70%.	Fijación libre de tarifas, con capacidad de intervención gubernamental en caso de precios excesivos o de <i>dumping</i> .
Acceso entre países	Designación múltiple permitida. Variación permitida de capacidad entre compañías: hasta el 60%.	Designación múltiple permitida. Variación de capacidad entre compañías puede aumentar 7,5% por año.	Acceso libre.
Acceso entre ciudades	Quinta libertad hasta 30% de la capacidad. Desigualdad múltiple permitida bajo ciertas bandas de volumen de tráfico.	Quinta libertad hasta 50% de la capacidad. Límite de tráfico para designación múltiple rebajado. Ciertas provisiones para obligación de servicios públicos.	Cabotaje consecutivo hasta el 50% de la capacidad. Libre a partir del 1 de abril de 1997. Mayor desarrollo legal en la determinación de servicios públicos.
Nuevos operadores	No previsto.	No previsto.	Requisitos financieros y de propiedad mayoritaria de la Unión Europea.

Fuente: Association of European Airlines. Informes anuales.

En algunos casos, la competencia entre las compañías es directa, manifestándose en estrategias agresivas en la fijación de precios en algunas rutas y tipos de tarifas, lo que en los últimos años se ha extendido a gran parte del mercado y tipos de tarifas. Cabe decir que el principal resultado del nuevo marco legal ha sido exitoso, y que la estructura de mercado resultante de aquél ha generado fundamentalmente dos efectos: la apreciable disminución de las tarifas, en torno al 34%, y un importante aumento de las frecuencias, en torno al 36% en rutas liberalizadas (v. Lijesen et al. 2002).

3.2.1. Uso de las nuevas libertades

En julio de 1993, poco después de la aprobación del tercer paquete, 14 compañías aéreas operaban en rutas sin hacer escala en el país en el que dichas compañías tenían su base. Entre éstas se encontraban algunas compañías de bandera (KLM, British Airways, Air France y TAP) que habían decidido operar en un reducido número de rutas fuera de su propio país. Se operaba en un total de 40 conexiones entre aeropuertos.

En 1998, cinco años después del establecimiento de la liberalización, el número de compañías que hacían uso de las libertades establecidas para transportar en rutas fuera de sus países era de 28. El número de conexiones entre aeropuertos llegaba a 89, lo que sólo representa el 1,4% del total de capacidad interior de la Unión Europea.

El incremento en el uso de las libertades permitidas se llevó a cabo de mano de las compañías regionales y de las emergentes compañías de bajo coste. Las compañías de bandera no participaron, a partir de 1993, en el proceso de expansión en rutas definidas más allá de sus fronteras, posiblemente debido a un acuerdo tácito de no injerencia mutua entre las compañías. Las compañías de bajo coste, menos identificadas con una determinada nacionalidad, fueron las protagonistas del uso de las libertades aprobadas, llevando a la práctica los objetivos de competencia bien definidos sobre el papel. La experiencia indica que la creación de empresas ha estado directamente vinculada a la utilidad de las medidas liberalizadoras de uso del espacio aéreo, cuestiones estas independientes en principio, pero de hecho explicables por los incentivos de los nuevos actores a conquistar cotas de mercado, ya logradas por los operadores tradicionales.

En julio de 2002, el número de compañías que operaban definidas fuera de sus países de origen había decrecido hasta 19. Casi la totalidad de las rutas de este tipo en mano de operadores tradicionales había desaparecido y sólo las compañías de bajo coste, en pleno proceso de consolidación, junto con algunas regionales, utilizaban los derechos de cabotaje. Así lo pone de manifiesto el hecho de que, a pesar del reducido número de compañías, el número de conexiones entre aeropuertos se había incrementado hasta 181, lo que representa el 3,5% de la capacidad interior de la Unión Europea.

3.2.2. El futuro en la legislación

El proceso de cambio de la industria generado por el nuevo marco legal propicia la necesidad de nuevas adaptaciones de la ley, inducidas por una nueva situación que es a su vez dinámica y, especialmente en los últimos años, de profundo cambio. Después de la puesta en práctica de las medidas del tercer paquete se ha hecho evidente la necesidad de revisar la legislación y llevar a cabo algunos ajustes adicionales, afrontar nuevos retos y atender la demanda de protección de los agentes que puedan ver vulnerados sus derechos en un marco de mayor libertad.

Entre los ajustes que se han de llevar a cabo destacan, por ejemplo, la necesidad de paliar la excesiva fragmentación de la industria de transporte europea y, por otra parte, definir políticas que regulen las relaciones bilaterales entre los Estados miembros y no miembros de la Unión Europea. En un documento de consulta de la Comisión Europea de 2003 se establecieron las áreas en las que se consideró necesario revisar algunos aspectos legales. Dichas áreas contienen los siguientes aspectos:

- Establecer procedimientos para comprobar la viabilidad financiera de las empresas, así como si cumple con los requerimientos de la licencia. En esta área se persigue incrementar el poder de la Comisión.
- Aumentar la cooperación en materia de seguridad entre los Estados miembros de la Unión Europea.
- Determinar la autoridad comunitaria y responsabilidades del proceso de concesión de licencias y supervisión.
- Certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos por las Autoridades Conjuntas de Aviación.

Otro aspecto de interés es la legislación relativa a la protección de los derechos de los consumidores en casos de quiebra de las compañías aéreas, riesgo este que se ha incrementado dadas las nuevas condiciones del mercado, como lo demuestran los casos de Sabena y Swissair. En definitiva, el propósito de las medidas por aprobar es el de proporcionar protección a los intereses de los consumidores.

Los nuevos retos de las autoridades de la Comisión Europea relativos al transporte aéreo se concentran en tres áreas concretas: los efectos medioambientales que genera la industria, el cielo único europeo y la asignación de franjas horarias en los aeropuertos o *slots*.

3.2.3. Medidas sobre los efectos medioambientales

La industria del transporte aéreo está creciendo en Europa a tasas medias del 5% en el período 1980-1995, superiores a las que lo hace el conjunto de su economía. Se espera que este ritmo de crecimiento continúe hasta el 2015. Esto implica que las externalidades negativas de la industria han aumentado considerablemente (emisiones de gases y ruidos). En este contexto, para las autoridades comunitarias es prioritario conciliar el respeto al medio ambiente con el desarrollo de la industria, que es de enorme relevancia para la competitividad y la creación de empleo en el conjunto de la economía.

El Tratado de Amsterdam hace una llamada a las autoridades sobre la necesidad de una política de integración medioambiental vinculante para todos los sectores. La Comisión identifica cuatro pilares en dicha estrategia de integración relativa al transporte aéreo. Los pilares son:

- Mejoras técnicas que reduzcan los estándares de emisión de ruidos y gases.
- Fortalecer los incentivos económicos y de mercado relativos al respeto al medio ambiente.
- Prestar asistencia a los aeropuertos en las medidas relativas al medio ambiente.
- Promover mejoras tecnológicas de largo plazo.

Con el fin de frenar el nivel de ruidos que se generan en los aeropuertos, la Unión Europea adoptó en 1992 una directiva basa-

da en un acuerdo con la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), dirigida a prohibir el tránsito de aeronaves ruidosas en los aeropuertos europeos. Los aviones a reacción más antiguos y ruidosos, que se denominan *sin certificado de ruido*, fueron prohibidos en los aeropuertos desde 2002 y, de conformidad con el capítulo 2 de la Directiva 92/14, los aviones de más de 25 años están prohibidos en los aeropuertos de la Comunidad Europea desde abril de 1995.

En marzo de 1998, la Comisión propuso una nueva directiva dirigida a limitar la emisión de ruido mediante la obligatoriedad de utilizar dispositivos en las aeronaves reductores de ruido.

3.2.4. Establecimiento del cielo único europeo (CUE)

El Parlamento Europeo aprobó casi unánimemente el paquete legislativo que regula la propuesta del Cielo Único Europeo (CUE), lo que refleja el deseo de los Estados miembros de transferir un amplio espacio de poder legislativo y político a la Unión Europea así como trasladar a un ámbito supranacional la gestión del tráfico aéreo.

El CUE es esencialmente una iniciativa reguladora que transforma la metodología tradicional inspirada en principios de ingeniería en un conjunto de reglas claras que definen los derechos y obligaciones de los diferentes actores. Estas reglas, en lo posible, proceden del consenso de los agentes afectados. Por una parte, naturalmente está centrado en la regulación del tráfico aéreo, pero debe desarrollarse armónicamente en el sistema y los principios de la Unión Europea, lo que las dota adicionalmente de un contenido político. La gestión del tráfico aéreo no es un problema aislado, sino que debe contemplarse en un contexto más amplio, en el que se haga compatible con otros principios y objetivos paralelos, como, por ejemplo, la seguridad. Uno de los atractivos de la creación del CUE es el de brindar la oportunidad de integrar un único principio rector, la gestión de la aviación civil y militar. Los últimos avances en gestión de espacios aéreos han puesto de manifiesto la necesidad de integrar ambas dimensiones con el fin de alcanzar mayores cotas de seguridad frente a los ataques terroristas.

Los principales aspectos de la legislación del CUE se articulan sobre una concepción integradora del espacio aéreo disponible. Se ha hecho un esfuerzo importante para cambiar de un enfoque tradicional, basado en la soberanía del espacio aéreo, a una perspectiva

general, transnacional y europea. Naturalmente, los países mantienen responsabilidades sobre sus espacios aéreos, regidos por la Convención de Chicago, pero no existen barreras para impedir que ejerciten estas responsabilidades colectivamente en un marco único, integrado en una normativa común aprobada por el Parlamento Europeo. Esto implica que ha sido necesario definir una clasificación única del espacio aéreo, con un número reducido de categorías junto con un conjunto armonizado de reglas sobre el uso y diseño de rutas. Este nuevo marco legal hará del diseño del espacio aéreo y su gestión un proceso más claro y eficiente, al tiempo que flexible, para permitir la creación de estructuras aeroespaciales transnacionales.

Se ha reconocido ampliamente en distintos foros que las fronteras nacionales no configuran necesariamente la plataforma óptima para el control del tráfico. La legislación del CUE obliga a los Estados miembros a analizar vías alternativas para lograr que su tráfico aéreo pueda ser gestionado y controlado sobre sus territorios teniendo en cuenta un conjunto de requerimientos técnicos. Al mismo tiempo se les emplaza a que se organice la provisión de los servicios de control y gestión a partir de la definición de los llamados *bloques aeroespaciales funcionales*. Esto implica que las fronteras nacionales serán menos relevantes que los parámetros operacionales como el flujo de tráfico y análisis coste-beneficio. Por otra parte, el nuevo formato de gestión permitirá alcanzar mayores cotas de eficiencia en el tráfico resultantes de una concepción comunitaria, y por tanto, de reducción de riesgos.

3.3. Funciones de costes, producción y forma funcional

En este capítulo, se describe la estructura productiva de las empresas de transporte aéreo a partir de la estimación de una función de costes de corto plazo. Con el fin de facilitar la comprensión de los resultados que se obtienen, se describen algunos conceptos que se utilizan en el desarrollo del capítulo. En primer lugar, en esta sección se define la función de costes y sus propiedades, tanto en el corto como en el largo plazo. A continuación, se analiza el trata-

miento del vector de producción en las empresas de transporte aéreo cuando la empresa genera más de un producto, con el fin de determinar la correcta especificación de la función de costes. Finalmente, se explican las características de la forma funcional concreta elegida para el análisis empírico.

3.3.1. Definición y propiedades de la función de costes

Uno de los objetivos de la empresa es la determinación de las cantidades óptimas de los factores que incorporará al proceso productivo para lograr un determinado nivel de producción. El criterio para la elección de dichas cantidades es el de la minimización de los costes asociados a la utilización de los factores. La empresa elegirá aquella cantidad de los factores que dé lugar al menor coste para alcanzar un determinado nivel de producción. En la solución de dicho problema, la empresa considera dada la tecnología así como los costes unitarios de los factores y el nivel de producción, sobre los que no puede influir, mientras considera las cantidades a usar de los factores una variable de elección. La minimización de los costes de la empresa, sujeto a la restricción tecnológica impuesta por su función de producción, da lugar a la demanda que la empresa hace de los factores. De hecho, se trata de una función, puesto que dichas cantidades dependen de las variables consideradas como dadas, especialmente, de los precios de los factores. Esta función determina la cantidad óptima de factores que minimiza el coste de la empresa para alcanzar un determinado nivel de producción. Denotamos a dicha función como $X^*(W, Y)$, siendo W el vector de precios de los factores productivos e Y el vector de producción de la empresa. El problema de minimización del coste al que se enfrenta la empresa puede representarse como:

$$\begin{aligned} \min \sum_i w_i x_i \\ \text{sa: } F(X, Y) = 0 \end{aligned} \tag{3.1}$$

siendo $F(X, Y) = 0$ la restricción tecnológica que indica que las cantidades elegidas de los factores, X , deben generar el nivel de producción Y . La función de costes de la empresa es el producto de los costes unitarios de los factores por la demanda condicionada de factores. Es decir:

$$C(W, Y) = \sum_i w_i x_j^* (W, Y) \quad (3.2)$$

Existen varias formas de especificar la función de costes dependiendo de qué términos se incluyan como argumentos. Si se tienen en cuenta los precios de todos los factores productivos y todos los elementos del vector de producción, entonces se tiene la función de coste total de largo plazo. Si, por el contrario, la cantidad de algunos factores está fija y determinada a priori, entonces se tiene la función de costes totales a corto plazo. En este caso, hay que tener en cuenta las restricciones que representen el carácter fijo de algunos factores en el problema de minimización del coste de la empresa, como se refleja a continuación.

$$\begin{aligned} \min_{x_i} \sum_i w_i x_i &= \sum_i w_i x_i + \sum_j w_j x_j \\ \text{sa: } F(X, Y) &= 0 \\ x_j &= \bar{x}_j \quad \forall j \end{aligned} \quad (3.3)$$

Como resultado de la existencia de factores fijos, la función de demanda condicionada de factores en el corto plazo depende de los precios de los factores variables, W_v , del volumen de producción, Y , y además, en este caso, del volumen de contratación de los factores fijos, \bar{X} . Al sustituir esta función de demanda en la función de costes de la empresa se obtiene la función de coste total de corto plazo.

$$C(W_v, Y, \bar{X}) = \sum_j w_j \bar{x}_j + \sum_i w_i x_i (W_v, Y, \bar{X}) \quad (3.4)$$

La función de coste variable se deduce de la ecuación (3.4) simplemente restando el coste de los factores fijos de la empresa. Es decir, es la función que determina el nivel de costes asociado al uso de los factores variables:

$$C_v(W_v, Y, \bar{X}) = \sum_i w_i x_i (W_v, Y, \bar{X}) \quad (3.5)$$

En definitiva, la función de costes totales de largo plazo incluye como argumentos el vector de precios de todos los factores produc-

tivos y el vector de productos de la empresa. En la especificación de la función de corto plazo se incluyen sólo los precios de los factores variables y, por otra parte, las cantidades contratadas de los factores fijos de la empresa.

3.3.2. Hipótesis falsa de minimización del coste

El grado de economías de escala (EE) de una empresa es una propiedad de la tecnología que hace referencia al largo plazo, ya que indica la medida en la que varía la producción cuando todos los factores productivos se incrementan en la misma proporción. El anterior argumento apunta a que para estudiar el grado de EE de la industria, sería necesario estimar su función de costes de largo plazo. Esto requiere suponer que las empresas minimizan sus costes respecto de todos los factores y que por tanto han elegido el tamaño de planta óptimo. En principio, la variabilidad de la demanda y el retardo que emplean las empresas en adaptar muchos de sus factores de producción en el largo plazo constituyen un inconveniente para asumir que esta hipótesis se cumpla. Por otro lado, también suele ser habitual que la empresa invierta en capacidad por motivos estratégicos y para prever aumentos en la demanda futura.

Una solución del anterior problema consiste en estimar la función de coste variable de la empresa, como en Caves et al. (1984) y Gillen et al. (1990), y obtener el grado de EE a partir de ésta, como en Caves et al. (1981). En el epígrafe 3.4 se indica detalladamente la metodología aplicada, que se implementará en la medición del grado de EE al llevar a cabo el análisis empírico.

3.3.3. Producción de una empresa de transporte aéreo

De manera previa al desarrollo del análisis, es necesario definir qué se entiende por producción y determinar de manera precisa de qué manera se va a medir dicha producción. Dadas las características de los productos que se ofrecen por parte de las empresas de transporte aéreo, no todas las medidas que se consideran habitualmente reflejan con igual objetividad el proceso que genera la producción y, por tanto, sus costes. Por otra parte, los datos disponibles no permiten en muchas ocasiones utilizar las variables que se consideran más adecuadas.

Una primera cuestión a tener en cuenta en la medición de la producción es la diferenciación de los distintos productos que ofrece una empresa de transporte aéreo. De esta manera, cabe distinguir entre el transporte de mercancías, el transporte regular de pasajeros y el transporte discrecional de pasajeros o vuelos chárter. Se trata de productos diferentes porque están destinados a mercados diferentes y especialmente porque tienen un coste de producción diferenciado (v. para el transporte de mercancías por carretera, Jara-Díaz 1988).

Otra cuestión relevante en la medición está relacionada con la disyuntiva que plantea la diferenciación entre producción demandada y ofertada (véanse Jara-Díaz 2000 y Pels y Rietveld 2000). En el primer caso se utilizan como unidades de medida los pasajeros-kilómetro, toneladas-kilómetro o ingresos por toneladas-kilómetro, principalmente. Para medir la producción ofertada se usa frecuentemente como unidad de medida el número de asientos-kilómetro o los vehículos-kilómetro. En transporte aéreo también se utilizan indistintamente ingresos por pasajeros-kilómetro, como en Gillen et al. (1990) y Caves et al. (1984), o vehículos-kilómetro como en Phillipini y Maggi (1992) y Formby et al. (1990). Ambas alternativas plantean ventajas e inconvenientes que deberán ser ponderados para decidir utilizar una de ellas en el análisis a llevar a cabo.

En principio cabe considerar como más adecuado medir el nivel de producción a partir de la producción ofertada, puesto que algunos costes del transporte, como el consumo de combustible y el coste de mantenimiento, están en función del número de horas del vuelo, independientemente de la tasa de ocupación del avión. Sin embargo, otros factores utilizados en la generación del servicio dependen del número de pasajeros transportados. Sería el caso de la tripulación, costes de asistencia en tierra, acceso al avión y uso del aeropuerto, entre otros. La existencia de costes que dependen del número de pasajeros señalaría a la producción demandada como medición de la producción. Sin embargo, según se desprende de los datos analizados, los costes que dependen de la ocupación son menos importantes que los costes asociados a las horas de vuelo, por lo que finalmente se ha considerado más adecuado medir la producción desde el punto de vista de la oferta y utilizar el número de asientos-kilómetros como variable para aproximar el valor de la producción de transporte de pasajeros.

Puesto que se trata de una variable agregada, el número de asientos-kilómetros plantea un problema sobre el que debe llamarse la atención. Como consecuencia, será necesario modificar en cierta medida el modelo empírico con el fin de estimar de manera más adecuada la naturaleza del proceso productivo. Para ilustrar dicho problema, consideremos, por ejemplo, una empresa que ofrece 10.000 asientos en trayectos de 100 kilómetros y otra que ofrece 500 asientos en trayectos de 2.000 kilómetros. Teniendo en cuenta la medición que se ha elegido de la variable producción, ambas empresas estarían produciendo la misma cantidad de producto. Sin embargo, se trata de trayectos distintos, con diferentes niveles de costes asociados a cada uno de ellos. En general, resulta más eficiente la producción generada por trayectos largos que cortos, lo que distorsionaría los resultados sobre el uso eficiente de sus recursos.

Una definición más objetiva de la producción exigiría, por tanto, considerar cada par origen-destino como un producto diferente y tener este hecho en cuenta en la estimación de la función de costes. Esto haría necesario contar con suficientes datos desagregados sobre las rutas operadas por las compañías, por lo que en la práctica nos enfrentaríamos a serias dificultades para estimar el modelo bien definido. Normalmente, la solución adoptada ha sido la de estimar una función de costes con las magnitudes agregadas ya indicadas (asientos-kilómetro y toneladas-kilómetro), pero teniendo en consideración algunas variables que permitan *controlar* las posibles economías que se presentan asociadas a la realización de trayectos de largo recorrido.

Algunos autores han sugerido opciones específicas para tener en cuenta las particularidades del producto e intentar compensar las consecuencias asociadas a la consideración de la producción agregada. En concreto, Spady y Friedlander (1978) introducen el concepto de funciones hedónicas para tener en cuenta información adicional en el modelo y así caracterizar de manera más completa la producción de cada empresa. Estas funciones dan lugar a la introducción de variables que permitan controlar y diferenciar valores de producción que son aparentemente iguales como consecuencia de la agregación. Ejemplos de estas variables son el número de puntos servidos, la tasa de ocupación y la distancia media de trayecto, entre los más importantes. En el trabajo de Braeutigan (1999) se

analizan comparativamente resultados asociados a la consideración de estas variables adicionales. La introducción de estos elementos en la estimación de funciones de costes de transporte ha sido ampliamente recogida y puede verse en Jara-Díaz (2000), Pels y Rietveld (2000) y Oum y Waters II (1996). Por otra parte, en Gillen et al. (1990), con el fin de estimar la función de costes del mercado aéreo canadiense, se tienen en cuenta los indicadores utilizados por Caves et al. (1984), distancia media de trayecto, índice de ocupación, la capacidad media de los aviones de la flota y el número de puntos servidos como medida del tamaño de la red de cada compañía aérea.

En la parte empírica desarrollada en este capítulo se considerarán dos tipos de productos: servicios a pasajeros y transporte de mercancías. Para medir la primera se utilizará como variable el número de pasajeros-kilómetros, es decir, la producción demandada. Para las mercancías se utiliza la variable tonelada-kilómetro. Finalmente, puesto que se utilizarán variables agregadas para medir la producción, se tendrán en cuenta las variables de ajuste como número de puntos de red, distancia media de trayecto e índice de ocupación.

3.3.4. Forma funcional de la función de costes

Con el fin de llevar a cabo la estimación de la función de costes se ha optado por una forma funcional flexible, concretamente la translogarítmica o translog. Se observa que estas formas predominan en los trabajos empíricos más recientes, en sustitución de funciones como la Cobb-Douglas, utilizada inicialmente por Nerlove (1963) para estudiar los costes de generación de energía eléctrica. El inconveniente de estas funciones reside en el hecho de que imponen restricciones en los coeficientes de la tecnología,¹ lo que las hace poco adecuadas para identificar especificaciones tecnológicas más generales o flexibles que se ajusten mejor a los datos disponibles.

Las formas flexibles empiezan a utilizarse en la estimación de funciones de costes a principios de los setenta con trabajos como el de Christensen y Greene (1976) que optan por una función translogarítmica o Diewert (1971) que utiliza una función de Leontieff.

¹ En concreto, la elasticidad de sustitución de factores es igual a la unidad.

Por otra parte, estas formas funcionales flexibles cumplen las propiedades generales deseables que se apuntan desde el análisis económico, como diferenciabilidad y continuidad, si bien no imponen restricciones a priori sobre el comportamiento de la función respecto de las variables que la explican. Otra forma funcional flexible es la función cuadrática, que resulta del desarrollo de Taylor de segundo orden de una función general. Para el caso de una función de costes definida para un vector de precios W y un vector de productos Y , la expresión es la siguiente:

$$C(W, Y) = A_0 + \sum_i A_i w_i + \sum_i B_i y_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j A_{ij} w_i w_j + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j B_{ij} y_i y_j + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j C_{ij} w_i w_j \quad (3.6)$$

siendo: w_i e y_i los componentes i -ésimos del vector W e Y , respectivamente; y A , B y C , los parámetros que acompañan a las variables resultantes. La consideración de esta forma funcional permite obtener directamente el coste marginal de cada producto así como el cálculo de los índices del grado de economías de escala y de alcance, por lo que resulta adecuada en muchos casos para llevar a cabo el análisis empírico.

Por otra parte, la forma funcional translogarítmica es similar a la de una cuadrática, pero las variables están expresadas en logaritmos. Es la forma funcional más aplicada en la literatura, ya que los estimadores proporcionan directamente la elasticidad respecto del coste, lo que facilita también el cálculo de los rendimientos a escala y densidad. La aplicación de formas funcionales flexibles en la estimación de funciones de costes de la industria de transporte aéreo ha sido bastante extensa, como se recoge en el cuadro 3.3.

El principal inconveniente que presentan estas formas funcionales es el elevado número de coeficientes a estimar, lo que hace necesario disponer de un alto número de observaciones. Con el fin de aprovechar más eficientemente la información contenida en los datos, normalmente se tiene en cuenta la estimación de la función de costes junto con otras ecuaciones adicionales. Utilizando el *Lema de Shephard* se puede disponer de ecuaciones en las que la participación de los costes de cada factor en los costes totales se iguala a la

CUADRO 3.3: Estimación de funciones de costes flexibles en la industria aérea

Referencia	Datos	Mercado	Forma funcional	Función costes
Caves, Christensen y Tretheway (1984)	Panel 1970-1981	EE. UU.	Translogarítmica	Coste total y variable
Gillen, Oum y Tretheway (1990)	Panel 1964-1981	Canadiense	Translogarítmica	Coste total de corto plazo y variable
Kumbhakar (1990)	Pool 1970-1984	EE. UU.	Modelo McFadden	—
Windle (1991)	Pool 1970-1983	Internacional	Translogarítmica	Coste variable
Oum y Zhang (1991)	Pool 1964-1981	Canadiense	Translogarítmica	Coste variable
Keeler y Formby (1994)	Pool 1988-1990	EE. UU.	Translogarítmica	Coste total de largo plazo
Badi et al. (1995)	Panel 1971-1986	EE. UU.	Translogarítmica	Coste variable
Ng and Seabright (2001)	Panel 1982-1995	EE. UU.-Europeo	Translogarítmica	Coste variable-Coste total de largo plazo
Hansen et al. (2001)	Panel 1995-1997	EE. UU.	Translogarítmica	Coste variable
Romero and Salgado (2005)	Pool 1984-1998	Europeo	Translogarítmica	Coste variable-Coste total de largo plazo

Fuente: Elaboración propia.

derivada de la función de costes variables respecto de los precios del factor. En el epígrafe 3.5 se indica de qué manera se construyen las ecuaciones adicionales a tener en cuenta y el sistema de ecuaciones a estimar.

3.4. Cálculo de los índices de economías de escala y de densidad

En esta sección se definen los conceptos de economías de escala y de diversidad en un contexto multiproductivo y se explica la obtención de sus índices de medición a partir de los resultados de la estimación de la función de costes. Dichos índices constituyen elementos relevantes para entender la estructura productiva de la industria y del mercado.

3.4.1. Economías de escala

Los autores Panzar y Willing (1977) definen el grado de EE, S , como la máxima expansión proporcional del vector de producción Y , $\lambda^S Y$, generada por un aumento de todos los factores productivos en la misma proporción, λX .

Una empresa que produce n bienes y que por tanto es multiproductiva, el vector de productos tiene n componentes. Consideremos por ejemplo que $n = 2$, es decir, la empresa tiene dos productos, recogidos en el vector $Y = (y_1^0, y_2^0)$. Para medir el grado de economías de escala de la empresa, es preciso considerar un aumento dado por λ del vector de insumos, X , y medir en qué medida aumenta la producción. Tal aumento estará recogido en el escalar S , que recoge el aumento proporcional de todos los productos. Es importante tener en cuenta que se trata de medir un aumento de la producción manteniendo constante la proporción de los productos, a lo que se denomina un aumento radial de la producción. Por tanto, el nuevo vector de producción sería $\lambda^S Y = (\lambda^S y_1^0, \lambda^S y_2^0)$, ya que el aumento de la producción se realiza sobre el mismo radio vector.

El vector de productos indica la senda de expansión de la producción como consecuencia del aumento proporcional de los factores productivos (v. Jara-Díaz 2000). Así, por ejemplo, si una empresa transporta 200 toneladas-km de mercancías y 1.000 pasajeros-km en un período, su vector de productos es $Y = (1.000, 200)$. El aumento de la producción asociado a un aumento de los factores debe ser tal que la proporción existente en el anterior vector se mantenga. Así, por ejemplo, si el uso de los factores se duplica y $S = 1$, el nuevo vector de producción sería $Y' = (2.000, 400)$. Por

tanto, para una empresa multiproductiva, la existencia de EE hace referencia a aquellas expansiones de la producción que mantiene constante la proporción en la que se obtiene la producción, no a cualquier expansión de la producción. En el caso de empresas con monoproducción la existencia de EE es absoluta y no restringe las expansiones de la producción válidas.

El cálculo de S permitirá obtener un indicador del grado de EE de la industria que se estudia. Sustituyendo la función de demanda condicionada de factores, $x_i^*(W, Y)$, en la función de costes, se obtiene la función de coste total de largo plazo, $C(W, Y)$. Si se considera un aumento proporcional dado por λ en los factores, la existencia de rendimientos a escala genera un aumento en la producción igual a $\lambda^S Y$. En ese caso, el coste también varía según se indica en la siguiente ecuación:

$$\sum_i w_i \lambda x_i = C(W, \lambda^S Y) \quad (3.7)$$

Operando de manera conveniente a partir de la ecuación (3.7), se obtiene la siguiente expresión para S , el índice del grado de economías de escala:

$$S = \frac{C(W, Y)}{\sum_{i=1}^n \frac{\partial C(\cdot)}{\partial y_i} y_i} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\partial C}{\partial y_i} \frac{y_i}{C(\cdot)}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \pi_i} \quad (3.8)$$

siendo π_i la elasticidad del coste respecto a y_i . Por tanto, S se puede calcular como la inversa de la suma de elasticidades de los productos de la empresa. Al estimar una función translogarítmica, dichas elasticidades se obtienen directamente de los estimadores de los coeficientes de la producción.

Si S toma valores mayores que la unidad se dice que la empresa o su tecnología presenta rendimientos crecientes a escala y si S es menor que la unidad, rendimientos decrecientes a escala. En el primer caso, la empresa podría disminuir sus costes medios aumentando su producción y, en el segundo, disminuyéndola. La importancia que representa la medición del grado de EE en una industria reside en que apunta a la dirección en la que sería conveniente dirigir la

producción, con el fin de reducir los costes medios y por tanto favorecer un entorno más competitivo.

3.4.2. Cálculo del índice de EE a partir de la función de coste variable

Consideremos una función de coste total de corto plazo como la siguiente:

$$C(w, y) = \sum_j w_j \bar{x}_j(w, y) + CV(W^v, y, \bar{x}_j) \quad (3.9)$$

siendo el primer sumando el componente asociado a la existencia de factores fijos y el segundo el coste de los factores variables. Derivando la ecuación (3.9) respecto de y_i se obtiene:

$$\frac{\partial C(w, y)}{\partial y_i} = \frac{\partial CV}{\partial y_i} + \sum_j \frac{\partial \bar{x}_j(w, y)}{\partial y_i} \left[w_j + \frac{\partial CV}{\partial \bar{x}_j} \right] \quad (3.10)$$

En el largo plazo, la empresa elige aquel nivel de factores fijos que minimiza el coste total. De esta manera, derivando en la ecuación (3.9) y evaluándola en el nivel óptimo de utilización de dichos factores, se cumple:

$$\frac{\partial C(w, y, \bar{x})}{\partial \bar{x}} = 0 = w_j + \frac{\partial CV}{\partial \bar{x}_j} \quad (3.11)$$

Por otra parte, en la situación óptima para las empresas, los costes marginales a corto y a largo plazo toman el mismo valor. Por tanto,

$$\frac{\partial C(w, y)}{\partial y_i} = \frac{\partial CV}{\partial y_i} \quad (3.12)$$

Finalmente, sustituyendo las ecuaciones (3.11) y (3.12) en (3.8) se obtiene:

$$S = \frac{C(W, Y)}{\sum_{i=1}^n \frac{\partial C}{\partial y_i} y_i} = \frac{\sum_j w_j \bar{x}_j + CV}{\sum_{i=1}^n y_i \frac{\partial CV}{\partial y_i}} \quad (3.13)$$

A partir de la ecuación (3.11), multiplicando a ambos lados de la igualdad por \bar{x}_j y sumando para todo j , resulta:

$$\sum_j w_j \bar{x}_j = - \sum_j \frac{\partial CV}{\partial \bar{x}_j} \bar{x}_j \quad (3.14)$$

Multiplicando y dividiendo a ambos lados de la igualdad por CV , se tiene que el coste fijo, en el óptimo, se puede expresar como:

$$\sum_j w_j \bar{x}_j = -CV \sum_j \frac{\partial CV}{\partial \bar{x}_j} \frac{\bar{x}_j}{CV} = -CV \sum_j \pi_j^{CV} \quad (3.15)$$

siendo π_j^{CV} la elasticidad del coste variable respecto de \bar{x}_j . Volviendo a la expresión (3.8), sustituyendo $C(W, Y)$ por su descomposición indicada en (3.9) y teniendo en cuenta la ecuación (3.15), se tiene finalmente:

$$S = \frac{-CV \sum_j \pi_j^{CV} + CV}{\sum_{i=1}^n y_i \frac{\partial CV}{\partial y_i}} = \frac{CV \left[1 - \sum_j \pi_j^{CV} \right]}{\sum_{i=1}^n y_i \frac{\partial CV}{\partial y_i}} = \frac{\left[1 - \sum_j \pi_j^{CV} \right]}{\sum_i \pi_i^{CV}} \quad (3.16)$$

Por tanto, a partir de las estimaciones resultantes de una función de CV puede calcularse el índice de EE según se indica en la expresión (3.16). Si la función estimada es una translogarítmica, entonces las elasticidades se obtienen directamente de los estimadores de los coeficientes de la producción y los factores fijos. En la sección donde se presenta el análisis empírico se presentan los resultados de la estimación de una función de costes variables translogarítmica, a partir de los cuales se obtienen seguidamente el índice de EE de la industria analizada.

3.4.3. Economías de densidad

La introducción de las funciones hedónicas (v. el artículo de Spady y Friedlander 1978) y, en particular, de la variable número de puntos de red (N), generó la necesidad de redefinir el concepto y el cálculo del indicador del grado de EE de una industria. Era necesario indicar de qué manera se consideraba el estado de dicha varia-

ble N cuando se compara el incremento de la producción con el del uso de los factores. Por otra parte, el tratamiento que tendría la variable N en la medición del índice de EE generaría un nuevo concepto, el de economías de densidad (ED) (v. Caves et al. 1981).

El concepto de ED recoge la posibilidad de que se reduzcan los costes medios de una empresa como consecuencia del aumento proporcional de la producción manteniendo constante el tamaño de la red. Puesto que N se considera constante, el aumento de la producción aumenta la densidad del tráfico de las rutas servidas. Se trata de medir por tanto el ahorro medio que surge de aumentar la densidad en una red dada. Por otra parte, la inclusión de N como variable explicativa de la función de costes hace necesario redefinir el concepto de EE, ya que será necesario imponer una determinada variación en el tamaño de la red cuando se incrementa la producción. Así, Caves et al. (1981) proponen que el concepto de EE mida el cambio en el coste medio de la empresa como consecuencia de un aumento proporcional de la producción y del tamaño de la red resultante del aumento de los factores. De manera más precisa, los conceptos de ED y EE se medirían respectivamente mediante los indicadores D y S como se indica a continuación:

$$D = \frac{1 - \pi_{\kappa}^C}{\sum \pi_{y_i}^C} \quad (3.17)$$

$$S = \frac{1 - \pi_{\kappa}^C}{\sum \pi_{y_i}^C + \pi_N^C} \quad (3.18)$$

siendo $\pi_{y_i}^C$ la elasticidad coste-producto y π_N^C la elasticidad del coste respecto del número de puntos de red. La diferencia entre ambos indicadores reside en el elemento π_N^C , que figura en el cálculo del grado de EE, lo que refleja que se haya tenido en cuenta el cambio equiproporcional en N al cambiar la producción. En la expresión del índice de ED no figura dicha elasticidad puesto que N es constante mientras aumenta la producción. En artículos posteriores (v., por ejemplo, Caves et al. 1985) se llevan a cabo estimaciones de los indicadores D y S , lo que naturalmente produjo diferencias en los índices obtenidos siguiendo la metodología estándar.

Con posterioridad a la publicación de Caves et al. (1985), tiene lugar la aparición de una serie de artículos en los que de manera sucesiva se revisa la especificación en la función de costes de las variables de ajuste (entre las que se encuentra N) y la producción. Así, en Gagné (1990), Ying (1992), Oum y Zhang (1997) y Jara-Díaz y Cortés (1996), se sugieren expresiones alternativas para medir el grado de EE y ED, a partir de consideraciones particulares sobre la función de costes y la manera en la que las variables de ajuste entran en dicha función. En Gagné (1990) y Ying (1992) se parte del supuesto de que las variables de ajuste, representadas en el vector Q dependen del nivel de producción (v. también Xu et al. 1994). Por tanto, la función de costes será $C = C(Y, Q(Y))$, lo que genera un nuevo término en la derivada de los costes respecto de la producción. Por otra parte, Oum y Zhang (1997) suponen que el número de puntos de la red (N) explica cambios en las otras variables q_j que caracteriza la producción, dando lugar a una especificación de la elasticidad coste-producto y, por tanto, del índice de EE. En el marco analítico que proponen Jara-Díaz y Cortés (1996) se intenta tener en cuenta el hecho de que cambios en N son simultáneamente cambios en la verdadera producción, lo que afecta de hecho al agregado observable que mide la producción e indirectamente también a las variables de ajuste Q . Partiendo de determinados supuestos sobre estos efectos, proponen un índice alternativo para medir el grado de EE.

En el análisis empírico llevado a cabo a partir de la muestra disponible se ha elegido medir los niveles de EE y ED a partir de las ecuaciones (3.17) y (3.18), pero teniendo en cuenta en esta última, la existencia de factores fijos. En el epígrafe 3.5 se indicará de manera precisa la especificación de los índices estimados.

3.5. Análisis descriptivo de la industria

El análisis que se realiza a continuación se basa en los datos de ocho compañías aéreas europeas: Alitalia, British Airways, British Midland, Finnair, Iberia, Lufthansa, SAS y TAP. Se dispone de observaciones anuales para las variables consideradas para el período 1989-1998. La información muestral se ha obtenido de las publicaciones de OACI, AEA e IATA.

El cuadro 3.4 contiene las principales cifras de la actividad productiva de las empresas incluidas en la muestra. British Airways es la empresa con mayor producción y número de empleados y, después de Lufthansa, la que dispone de la mayor flota y de la red más densa. Comparadas en producción, British Airways llega apenas al 62% de la producción de United y al 75% de la de Delta Airlines, las mayores compañías de Estados Unidos. En rentabilidad financiera la distancia es mayor con las grandes empresas americanas.

CUADRO 3.4: Características de la producción de las empresas seleccionadas (1998)

Compañías	Asientos-km (miles)	Número de aviones	Número de puntos servidos	Número de empleados
British Airways	163.720.316	280	170	55.751
Lufthansa	102.358.928	295	178	34.246
Alitalia	52.109.161	147	117	15.501
Iberia	45.584.698	112	94	23.966
Sas	32.246.218	179	112	20.713
Finnair	18.232.388	57	120	9.003
Tap	13.516.612	34	50	8.500
British Midland	5.344.887	48	27	5.548

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACI.

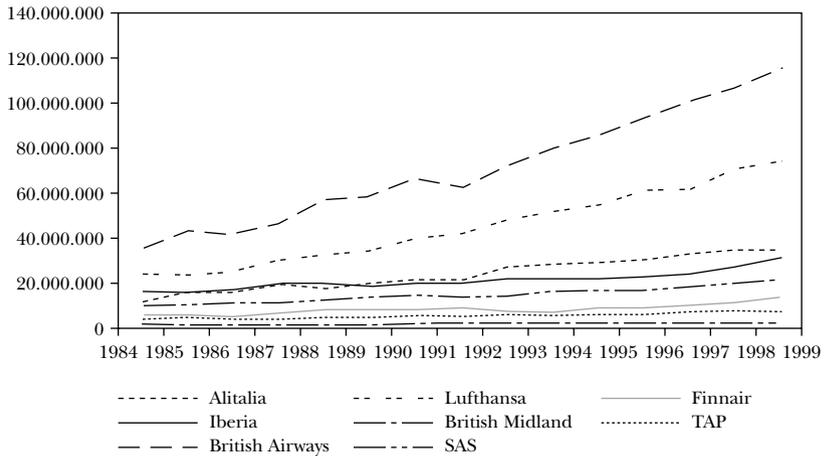
Dos de las empresas europeas más grandes por producción, British Airways y Lufthansa, junto con Air France, generan el 43,5% de la producción dentro del continente, lo que supone un elevado grado de concentración en el mercado europeo (v. Chang y Williams 2002).

En el período muestral seleccionado han tenido lugar tres importantes medidas liberalizadoras del mercado aéreo europeo (1988, 1990 y 1993), así como la puesta en funcionamiento de la libertad completa del cabotaje (1997). Es por tanto, un período en el que la industria se ha enfrentado a importantes cambios que explican el dinamismo que reflejan los principales datos de su actividad económica.

En cuanto al comportamiento de las principales variables, cabe señalar que en el período muestral todas las empresas aumentan su

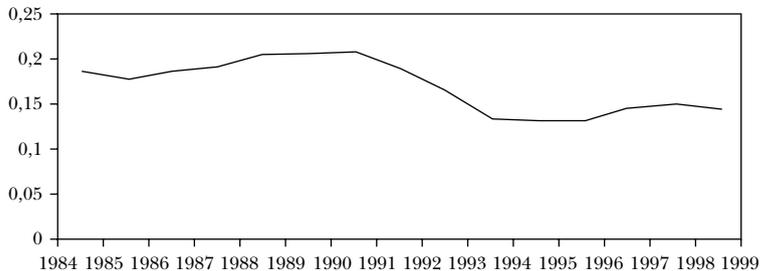
producción total, como se observa en el gráfico 3.1. British Airways y Lufthansa duplicaron su producción en el período estudiado, llegando en 1998 a los 116.188.435.000 y 75.628.680.000 pasajeros-kilómetro respectivamente. Por otra parte, British Midland cuadruplicó su producción en el período señalado. Las dos empresas mayores son precisamente las que han seguido estrategias más activas en el mercado, lo que señala la posibilidad de existencia de economías de escala para el conjunto de la industria.

GRÁFICO 3.1: Producción 10.000 pasajeros-kilómetro



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACI.

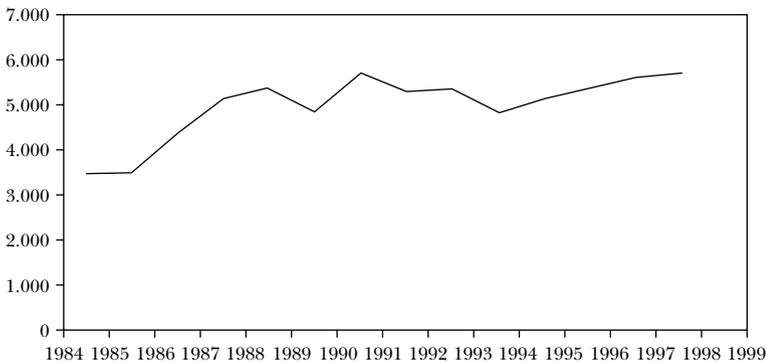
GRÁFICO 3.2: Media coste variable medio pasajero-kilómetro
(dólares)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACI.

Durante el período analizado las empresas en su conjunto han seguido una estrategia encaminada a mejorar su posición competitiva en el mercado, articulando políticas destinadas a mejorar su eficiencia y productividad, como refleja la evolución del coste variable medio. Así, British Airways y Alitalia alcanzan una reducción de su coste variable medio al final del período muestral del 43%, mientras Lufthansa e Iberia consiguen reducir dicha variable en un 39 y 37%, respectivamente. Sólo Finnair, British Midland, y SAS han experimentado un aumento en sus costes variables medios (3, 2 y 1%, respectivamente). El coste medio de personal ha aumentado para todas las empresas durante el período considerado, como se observa en el gráfico 3.3, lo que podría explicarse por el aumento de la productividad del trabajo (v. gráfico 3.4) que habría permitido aumentos en los salarios. Dicho aumento de la productividad ha sido posiblemente consecuencia de las exigencias del mercado, favorecidas por el proceso liberalizador y la introducción de competencia en la industria.

GRÁFICO 3.3: Media coste medio personal



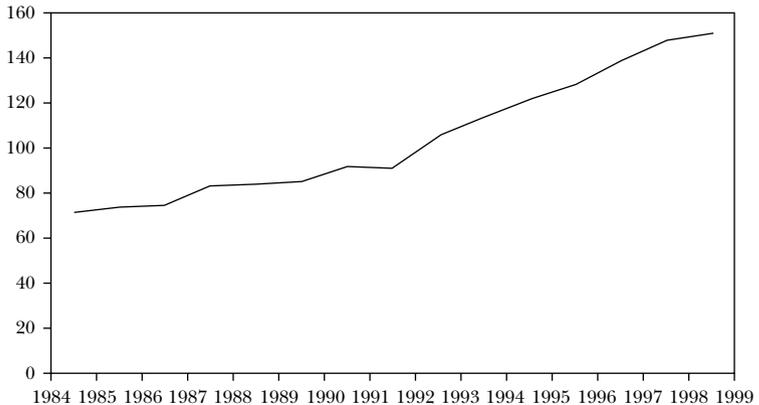
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACL.

En definitiva, junto al aumento de la producción se observa un significativo aumento de la productividad, ayudado en algunos casos por la reducción del empleo, como en Iberia y TAP. La variación del empleo ha sido desigual en las empresas estudiadas. Así, en Alitalia, Lufthansa o SAS, el empleo ha experimentado un crecimiento mínimo, mientras en British Airways y Finnair ha aumentado entre un 50 y un 63%, respectivamente. Sólo British Midland triplicó el

número de empleados (al igual que su producción), lo cual podría indicar que partía de una situación de eficiencia.

En términos generales, en el período considerado, las empresas han realizado un esfuerzo importante de mejora en la productividad del trabajo, como lo refleja el gráfico 3.4, llegándose a aumentos en torno al 200% en British Airways, Finnair y Lufthansa, o en torno al 100% en Iberia y TAP.

GRÁFICO 3.4: Media productividad por empleado



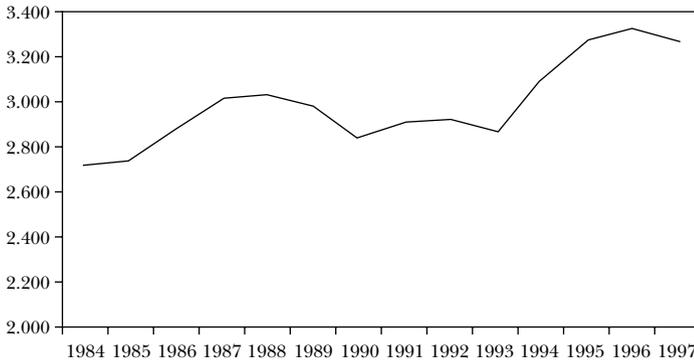
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACI.

La productividad del capital también ha aumentado, como refleja el gráfico 3.5 la evolución del promedio de número de horas voladas por avión. Así, Iberia, Alitalia, British Airways, British Midland y Finnair han aumentado el número de horas voladas por avión entre el 18 y el 33%. Si bien esta variable no ha aumentado tanto como la productividad del trabajo, refuerza la idea general de ganancia de eficiencia experimentada en la industria.

Un aspecto adicional que hay que mencionar está relacionado con la tendencia observada desde la segunda mitad de los noventa de integración de las compañías en alianzas, siendo los elementos impulsores de esta iniciativa la crisis de las economías asiáticas de finales de 1997, la ralentización de las economías europeas de 1998 y la subida de los precios del combustible durante 1999 (Doganis 2001).

Actualmente, podemos identificar tres alianzas principales: Star, Oneworld y Skyteam. Existe una cuarta denominada Wings, aunque,

GRÁFICO 3.5: Productividad de aviones



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OACI.

teniendo en cuenta la más que probable fusión entre Air France y KLM,² podría llegar a desaparecer. La composición de estas alianzas se detalla en el cuadro 3.5.

CUADRO 3.5: Composición de las alianzas principales

Star	Oneworld	Skyteam	Wings
Air Canada	Aer Lingus	Air France	Continental
Air New Zealand	American Airlines	Aeromexico	Northwest
ANA	British Airways	Alitalia	KLM
Asian Airlines	Cathay Pacific	CSA airlines	
Austrian	Finnair	Delta	
BMI	Iberia	Korean air	
LOT Polish Airline	Lan Chile		
Lufthansa	Qantas		
Mexicana			
SAS			
Singapore Airlines			
Spanair			
Thai			
United Varig			

Fuente: Elaboración propia.

² Recientemente las autoridades de defensa de la competencia de la Unión Europea han aprobado la fusión, aunque bajo condiciones relacionadas con la renuncia de determinado número de slots.

De acuerdo con las cifras del año 2000 (v. Doganis 2001), las cuotas de mercado de Star y Oneworld en términos de pasajeros-kilómetro transportados y sobre el total mundial ascendían, respectivamente, a 21,3 y 16,4%. Si bien es cierto que desde el año 2000 hasta la actualidad se han producido importantes cambios en el seno de las distintas alianzas, parece que la preponderancia de Star y Oneworld es cada vez más clara. Curiosamente las líneas aéreas españolas, Iberia y Spanair, han optado por integrarse en Oneworld y Star, respectivamente. Existe un amplio rango de posibilidades de alianzas entre las empresas, en función de los acuerdos de *marketing* a los que se llegue, pudiendo éstos incluir un mayor o menor nivel de integración de las estrategias de las empresas implicadas, como acuerdos *interline* o códigos compartidos, entre otros.

En muchas ocasiones, la firma de acuerdos de *marketing* conduce de manera natural hacia acuerdos de mayor compromiso, que en algunos casos pueden concluir en fusiones de compañías. En fases previas, las empresas suelen acordar algún tipo de vinculación total en áreas concretas que requieran aportaciones de capital o *joint ventures*.

La formación de alianzas puede implicar prácticas anticompetitivas, sobre todo si con ellas se consigue una posición de dominio en ciertos aeropuertos. Es por ello que este tipo de estrategias, principalmente si conducen a fusiones, sean sometidas al escrutinio de las autoridades de defensa de la competencia. Según Doganis (2001), las aerolíneas se encuentran inmersas en un proceso de globalización, aunque todavía no de consolidación. La consolidación es la próxima fase, y tendrá lugar en un futuro cercano a medida que las alianzas evolucionen hacia fusiones, lo que ocurrirá cuando la normativa referente a nacionalidad de la propiedad se vaya liberalizando. De acuerdo con este autor, y como resultado de esta etapa de consolidación que estima tendrá lugar a mediados de la presente década, surgirán en todo el mundo entre seis y ocho transportistas transnacionales, que a su vez tendrán multitud de acuerdos y alianzas con líneas regionales que actuarán como alimentadores de sus tráficos. Muy probablemente la fusión entre Air France y KLM es el comienzo de dicho proceso de consolidación por parte de las líneas aéreas europeas.

Como conclusión, en general se observa un gran dinamismo en el período analizado. Simultáneamente al despegue de la producción y del empleo se observan aumentos significativos de la productividad y recortes en los costes medios, lo que sin duda constituye una situación más saludable para la industria.

3.6. Estimación de la función de costes

Uno de los objetivos de este capítulo es el de identificar las principales características de la tecnología representativa de la industria del transporte aéreo europeo durante el período 1989-1998. Para alcanzarlo se ha estimado una función de costes variables, permitiendo un cierto nivel de heterogeneidad individual —atribuible al tamaño de cada empresa— y una estructura común para la industria, con el fin de establecer conclusiones sobre la existencia de EE y ED. Concretamente, al igual que en Oum y Yu (1993), Gillen et al. (1990) y Badi et al. (1995) se ha estimado una función translogarítmica a partir de un panel de datos de las observaciones disponibles. Se ha supuesto que el modelo contiene efectos individuales fijos en el intercepto, mientras que los restantes parámetros son comunes a todas las empresas.

La elección de la especificación translogarítmica se justifica por su flexibilidad, ya que no contiene restricciones paramétricas y por el hecho de que aporta directamente los valores de las elasticidades del coste respecto de los argumentos de la función. Esto facilita el cálculo de los índices EE y ED, así como un análisis de los signos y valores de los estadísticos que describen las principales características de la tecnología. Se ha estimado un modelo compuesto por un sistema de tres ecuaciones formado por la ecuación de la función de costes variables y dos ecuaciones adicionales construidas a partir del *Lema de Shephard* aplicado sobre la participación del coste de cada factor en el coste total. El sistema se ha estimado por el método SURE, permitiendo la existencia de correlación de los términos de error de las empresas.

La forma general de la ecuación de coste variable de la empresa i en el período t es la siguiente:

$$CV_{it} = CV(y_{it}^p, y_{it}^m, w_{it}^p, w_{it}^o, y_{it}^e, K_{it}, N_{it}, A_{it}, L_{it}) \quad (3.19)$$

Para medir el producto se ha tomado la producción demandada de pasajeros, y^p , y mercancía, y^m , medidas en pasajeros-kilómetro y toneladas-kilómetro, respectivamente. Con el fin de reducir el efecto del uso de un agregado de la verdadera producción y la distorsión que podría generar en la función de costes, se han introducido variables de ajuste que recogen aspectos cualitativos de las empresas, como la distancia media de trayecto, A , el número de puntos de la red, N , y el índice medio de ocupación, L . Se han considerado tres factores de producción: la mano de obra, la energía y otros materiales, cuyos costes unitarios son respectivamente, w^l , w^e y w^p .

La variable K mide el nivel del factor fijo que como se ha indicado en el epígrafe 3.2, es un determinante de la función de coste variable de las empresas. La consideración de dicha variable en muchas ocasiones es problemática por diversas razones. En primer lugar, atendiendo a su definición rigurosa, el *stock* de capital de las compañías aéreas se elabora a partir de la agregación de los distintos bienes de capital que la empresa posee, teniendo en cuenta la tasa de depreciación específica para cada tipo de bien según su naturaleza, así como una serie suficientemente extensa de las inversiones realizadas en activos fijos. Normalmente, es difícil disponer de dichos datos y, aun disponiendo de ellos, la agregación y construcción de la variable *stock* de capital es laboriosa, compleja y finalmente discutible, puesto que se construye a partir de patrones de depreciación basados en la vida útil de los bienes, y no en las verdaderas propiedades económicas de los bienes. Por otra parte, en numerosos trabajos empíricos, aun disponiendo de medidas aceptables de dicha variable, el signo o el valor del estimador del coeficiente del capital no es el esperado. Estas dificultades han dado lugar en algunas ocasiones a la utilización de variables alternativas que aproximen suficientemente la capacidad de producción de las empresas. En otras ocasiones, se prescinde del uso de la variable *stock* y se sustituye por el de la variable flujo *servicio del capital*, construida a partir de la inicial en función de la tasa de utilización del capital, como en Oum y Yu (1993). En este capítulo se ha optado por utilizar una medida de la capacidad de las empresas elaboradas a partir del bien de capital más relevante. Concretamente, se ha tomado como

medida del capital el producto del número de aviones por el número de plazas de cada avión, teniendo en cuenta los distintos tipos de aviones de la flota de cada empresa. La variable generada, *número de asientos disponibles*, se ha utilizado como una medida de la capacidad de producción de las empresas para aproximar la del *stock* de capital.

Hechas algunas puntualizaciones sobre los argumentos de la función de coste variable, notación y medición, se pasa a continuación a indicar de manera detallada la especificación de las funciones que forman el sistema de ecuaciones que se estima. En concreto, la función de costes translog se construye a partir de la ecuación (3.19) y desarrollando la aproximación de Taylor de segundo orden, tomando las variables en logaritmos y desviadas respecto de su media. Como se indicó en el epígrafe 3.2, dicha ecuación contiene, además de las variables indicadas, sus productos cruzados y las variables al cuadrado. Siguiendo el desarrollo indicado, la función translog resultante está dada por la siguiente ecuación:

$$C(x_1, \dots, x_9) = \sum_{i=1}^9 \beta_i x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^9 \gamma_{ij} x_i x_j \quad (3.20)$$

siendo $x_j = y^p, y^m, w^p, w^o, w^f, K, N, A, L$. El segundo sumatorio de la ecuación contiene repetido el mismo producto cruzado de variables, lo que permite su simplificación. Finalmente, sobre la especificación de la ecuación (3.20), se ha incluido una variable *dummy* para cada empresa (D_j) con el fin de recoger la heterogeneidad individual en el intercepto de la función de costes variables. El resto de parámetros se ha considerado constante a lo largo del tiempo para todas las empresas. Por tanto, la expresión de la función translog a estimar viene dada por la siguiente ecuación:

$$CV(D, X) = \sum_j \alpha_j D_j + \sum_i \beta_i x_i + \frac{1}{2} \sum_i \gamma_i x_i^2 + \sum_i \sum_{j>i} \gamma_{ij} x_i x_j \quad (3.21)$$

Dicha función, construida a partir de nueve variables (sin tener en cuenta las *dummy*), contiene finalmente un total de 54, de las cuales 36 son los productos cruzados de las iniciales. Algunas de estas variables, como se observa en la estimación resultante (cuadro 3.6), no son significativas y su omisión mejora la estimación final. Esto impli-

ca que el modelo estimado contenga un menor número de parámetros que el modelo completo.

En cuanto a las dos ecuaciones restantes del sistema, su inclusión se justifica porque permiten extraer más información de la muestra sobre los parámetros, lo que es especialmente útil dado el elevado número de parámetros a estimar. El *Lema de Shephard* proporciona un total de tres ecuaciones que explican la proporción del coste de cada uno de los factores respecto del coste variable total a partir de la derivada del coste variable respecto del precio de dicho factor. Puesto que se han considerado tres factores, se cuenta con tres ecuaciones, de las que se toman sólo dos, puesto que la tercera es una combinación lineal de las restantes. Formalmente, las ecuaciones adicionales que se tienen en cuenta son del tipo:

$$S_i = \frac{\partial CV}{\partial w^i} = \alpha_i + \gamma_{ii} w^i + \sum_{j \neq i} \gamma_{ij} x_j \quad (3.22)$$

siendo $x_j \neq w^j$ y s_i la proporción del coste del factor i sobre el coste variable. De las tres ecuaciones factibles se han tomado las dos correspondientes a los factores *Energía* y *Personal*. Véase que al contar con ecuaciones adicionales en las que se encuentran algunas de las variables y parámetros de la ecuación principal, se permite identificar de manera más nítida la relación que describe cada parámetro, lo que en definitiva conduce a mejores estimadores.

El resultado de la estimación del sistema se presenta en el cuadro 3.6. Dicha estimación ha sido seleccionada a partir de los estadísticos habituales que determinan la bondad del ajuste: significatividad conjunta de las ecuaciones, significatividad individual de las variables, ausencia de autocorrelación y de heteroscedasticidad. Como se observa en el cuadro 3.6, en la estimación figuran sólo 17 variables de las 45 iniciales que resultan del producto de las variables primarias por sí mismas, puesto que las restantes, al no ser significativas, generaban una estimación conjunta mejorable. Los valores de la significatividad conjunta de cada ecuación son altos, reflejados en el valor del R^2 de 0,99, 0,98 y 0,88.

La estimación arroja valores razonables y signos adecuados de las elasticidades del coste respecto del producto, de los precios de los factores y del capital, en línea con los obtenidos en trabajos similares. Respecto de la elasticidad de la variable distancia media de

CUADRO 3.6: Resultados de la estimación de la función de coste variable translog

Variables		Parámetro	Estimación	t-valor	
Dummy de empresa	Alitalia	D_{ALJ}	α_1	-0,0559	-4,460037
	British Airways	D_{BRA}	α_2	0,0319	1,957700
	British Midways	D_{BRM}	α_3	-0,0870	-3,112218
	Finnair	D_{FIN}	α_4	-0,0941	-7,038950
	Iberia	D_{IBE}	α_5	0,0233	2,429425
	Lufthansa	D_{LUF}	α_6	0,0265	1,991556
	SAS	D_{SAS}	α_7	0,0503	4,333158
	TAP	D_{TAP}	α_8	-0,0139	-0,586953
Explicativas primarias	Transporte pasajeros	y^p	β_1	0,4122	5,869899
	Transporte mercancía	y^M	β_2	0,2653	4,324386
	Coste unitario personal	w^p	β_3	0,1245	4,188991
	Coste unitario energía	w^E	β_4	0,3600	13,33242
	Coste unitario otros factores	w^ρ	β_5	0,5318	29,54336
	Stock de capital	K	β_6	0,0732	1,927446
Explicativas de ajuste	Distancia media trayecto	A	β_7	-0,2465	-4,151809
	Número de puntos de red	N	β_8	0,0475	1,623852
	Tasa de ocupación	L	β_9	-0,2331	-1,795991
Productos de explicativas		$0,5 (w^E)^2$	γ_1	0,6861	5,193718
		$0,5 (w^p)^2$	γ_2	-0,4316	-20,81367
		$0,5 (w^\rho)^2$	γ_3	0,5412	27,63173
		$0,5 K^2$	γ_4	0,1767	1,955962
		$w^p w^\rho$	γ_1	-0,4506	-24,76866
		$w^p w^E$	γ_1	0,5908	30,56922
		$w^p w^p$	γ_1	-0,1672	-2,572072
		$w^p y^M$	γ_1	0,1900	3,474236
		$w^p K$	γ_1	0,0158	1,452824
		$w^\rho w^E$	γ_1	-0,4084	-20,81191
		$w^\rho w^p$	γ_1	-0,1726	-2,603318
		$w^\rho y^M$	γ_1	0,1965	3,527858
		$w^\rho K$	γ_1	0,0173	1,487763
		$w^E y^p$	γ_1	0,1918	1,566204
		$w^E y^M$	γ_1	-0,0465	-1,162811
		$w^E K$	γ_1	-0,2220	-1,444540
	$y^p y^M$	γ_1	-0,0420	-1,415458	

Fuente: Elaboración propia.

trayecto, el valor obtenido es negativo y similar al de Oum y Zhang (1991) y Gillen et al. (1990), recogiendo el hecho de que los mayores trayectos disminuyen el coste de producirlos. El número de puntos de red, por el contrario, aumenta el coste variable, como también se obtiene en los trabajos antes mencionados, mientras que la tasa de ocupación afecta negativamente a los costes, como cabe esperar. El término independiente asociado a las empresas permite la identificación de distintos niveles del intercepto de manera significativa. El valor del intercepto de cada empresa, α_j , recoge la existencia de heterogeneidad entre las empresas no atribuible a las variables explicativas de la función de costes variables.

Las diferencias entre las estimaciones de los α_i explican la diferencia entre los niveles medios del coste variable de las empresas. Estas diferencias pueden ser atribuibles a un conjunto de hechos económicos, como el tamaño o los distintos niveles de eficiencia entre las empresas. Resulta razonable considerar que las empresas más grandes incurren en mayores niveles de costes variables, y que, por tanto, la función ajustada corta el eje de ordenadas en un nivel superior que las empresas de menor tamaño. Esto precisamente es observable en el modelo estimado, ya que el resultado de la ordenación de las empresas a partir de los valores de los α_i estimados se corresponde precisamente con la ordenación de las empresas por sus tamaños.

En la muestra analizada, por tanto, las empresas que soportan más costes variables son las de mayor tamaño, lo que resulta intuitivo. Sin embargo, será posible extraer más información sobre los valores estimados de α_i como se indicará en la siguiente sección al analizar la eficiencia relativa de las empresas. La especificación translog permite determinar el comportamiento de la función ajustada respecto de sus argumentos, gracias a que se tiene productos de las variables por sí mismas.

El signo de los coeficientes de las variables al cuadrado permite conocer si la función es cóncava o convexa respecto de dicha variable, mientras que el signo del coeficiente del producto de variables distintas permite conocer información sobre la relación que existe entre ambas variables en el proceso productivo, como, por ejemplo, la complementariedad entre los productos o entre los factores.

Seguidamente se indicarán algunas conclusiones relativas a estos aspectos. De las estimaciones de los parámetros de la función de coste variable se obtienen directamente las elasticidades del coste respecto de la producción, del capital y del número de puntos de red. Estos valores permitirán calcular los índices *S* y *D* de existencia de EE y ED, respectivamente, como se indica en las ecuaciones (3.17) y (3.18). Por otra parte, de las estimaciones se obtienen los elementos que definen el índice de complementariedad en costes de los productos. La idea del concepto es la de medir el grado en el que uno de los productos de la empresa contribuye a la reducción de los costes marginales de producción de otros productos. En el caso analizado, al considerarse producción de transporte de pasajeros y mercancías, la idea es medir si el transporte de mercancías reduce el coste marginal del transporte de pasajeros. La medición del nivel de complementariedad en costes de los productos se obtiene del análisis del signo de la segunda derivada de *C* respecto de y^M y y^P , que en el caso de la función translog queda:

$$CP = \frac{\partial^2 C(\cdot)}{\partial y^P \partial y^M} = \frac{C}{y^P y^M} (\pi_{PM}^C + \pi_P^C \pi_M^C) \quad (3.23)$$

La existencia de complementariedad de los productos dependerá de que la producción de alguno de ellos disminuya los costes marginales del otro, por lo que cabe esperar un signo negativo del indicador *CP*. Puesto que el primer cociente que figura en primer lugar es siempre positivo por definición, es suficiente determinar el signo del segundo término.

El cuadro 3.7 presenta los valores de los índices de economías de escala, densidad y complementariedad de productos, obtenidos de las estimaciones. Los resultados indican la existencia de EE y ED en la industria, puesto que los valores son superiores a la unidad y, por otra parte, no parece existir complementariedad entre el transporte de mercancías y pasajeros, ya que el índice resulta positivo. Por otra parte, el signo positivo de *CP* indica que no existe complementariedad de costes entre los productos considerados (pasajeros y mercancías). La existencia de EE es consistente con el esfuerzo observado de llevar a cabo coaliciones, fusiones y adquisiciones por

**CUADRO 3.7: Economías de escala, de densidad
y complementariedad de productos**

Medida	Índice	Valor
Economías de escala	$S = \frac{1 - \pi_K^C}{\sum \pi_{V_i}^C + \pi_N^C}$	1,30
Economías de densidad	$D = \frac{1 - \pi_K^C}{\sum \pi_{V_i}^C}$	1,38
Complementariedad de productos	$CP = \pi_{PM}^C + \pi_P^C \pi_M^C$	0,06

Fuente: Elaboración propia.

parte de las empresas, lo que en definitiva constituye iniciativas encaminadas a aumentar sus tamaños.

Mediante esta nueva estructura de la industria se ha explotado la posibilidad de disminuir los costes medios por el aumento del tamaño, y, de continuar esta tendencia, es muy probable que se tienda a una estructura similar a la de las empresas americanas en cuanto a tamaño, número de empresas y competitividad. En un marco de estabilidad, las previsiones apuntan a que en el futuro las empresas europeas consoliden y amplíen sus coaliciones y fusiones con el fin de mejorar sus posiciones competitivas en el mercado, tal como ha reflejado en el empuje de los principales indicadores de la industria en los últimos años. El previsible crecimiento de la industria será sin duda positivo para las empresas y posiblemente para los consumidores si se trasladan a los precios las mejoras en los costes.

3.6.1. Eficiencia relativa de las empresas

Las variables *dummy* de todas las empresas, excepto la de TAP, son significativas, por lo que en general se puede aceptar que la estimación detecta diferencias estructurales en los niveles medios de los costes variables de las empresas. De estos valores es posible extraer algunas conclusiones sobre la eficiencia relativa de las empresas. En principio, podría pensarse que la comparación directa de los valores podría aportar información sobre la eficiencia relativa de las empresas. Sin embargo, el resultado podría estar condicionado por el

tamaño de la empresa, que tiende a determinar positivamente el valor del coste variable, más que por la eficiencia. Con el fin de controlar por el tamaño, sería conveniente ponderar las estimaciones de los coeficientes de las *dummy*, por un índice del tamaño de la empresa. Con el fin de comparar la eficiencia relativa de las empresas no asignable al tamaño, se construye un índice a partir del valor de α_i ponderado inversamente por el tamaño de la empresa. Se ha decidido tomar, como variable que aproxime el tamaño medio de la empresa, la media del número de asientos en el período considerado, la variable utilizada para aproximar la capacidad de las empresas.

En el cuadro 3.8 figuran las variables que se han utilizado para elaborar una ordenación a partir de la eficiencia relativa entre las empresas.

CUADRO 3.8: Ineficiencia relativa entre empresas

Compañía	Estimación	Media número de asientos	Ineficiencia relativa
British Airways	1,032	46,432	0,09
Lufthansa	1,027	34,918	0,12
Alitalia	0,944	22,921	0,17
Iberia	1,023	19,076	0,23
Sas	1,050	17,728	0,25
Finnair	0,906	8,013	0,48
Tap	0,986	6,151	0,68
British Midland	0,913	3,877	1

Fuente: Elaboración propia.

La primera columna recoge los valores estimados de los $\alpha_i + 1$, con el fin de conseguir el mismo signo para todos los índices. La segunda columna recoge la medida del tamaño de la empresa, el número medio de asientos en el período muestral, mientras que la tercera contiene los valores normalizados de los índices que resultan de dividir los valores de la primera columna entre los de la segunda.

La ordenación resultante sitúa a British Airways como la empresa relativamente más eficiente de las empresas de la muestra, que es precisamente la empresa más grande. En el extremo contrario se sitúa British Midland, que es la de menor tamaño.

En los datos presentados se observa que la relación directa entre tamaño y eficiencia se mantiene a lo largo de toda la muestra, lo que alimenta la hipótesis de que posiblemente el índice de eficiencia está dominado por la información sobre el tamaño. Esto es posible porque las diferencias en tamaño son mayores que las diferencias entre los interceptos. De esta manera, con índices dominados por el tamaño, se ha penalizado relativamente más a las empresas pequeñas, considerándolas como las más ineficientes. Sin embargo, es posible que las empresas de menor tamaño produzcan de manera eficiente dado su tamaño, pero que esto no se refleje en el índice de eficiencia elaborado por el hecho de que sea demasiado pequeña en relación con la de mayor tamaño. Es decir, es posible que la diferencia relativa de tamaño sea más importante que la diferencia relativa de los niveles de eficiencia, por lo que domina el efecto del tamaño en la clasificación obtenida a partir de dicho índice corregido. El criterio utilizado no excluye la posibilidad de que las diferencias detectadas se deban exclusivamente a diferencias en los niveles de eficiencia y que puedan deberse a la propia existencia de EE, que favorece a las empresas de mayor tamaño. Debe entenderse que el método sugerido para extraer información sobre la eficiencia relativa de las empresas es un intento de extraer más información de las estimaciones de los interceptos sobre la eficiencia relativa y, por tanto, sólo sugiere una clasificación orientativa de las empresas en términos de su eficiencia relativa.

3.7. Compañías de bajo coste

A finales de los años ochenta, la Comisión Europea tomó iniciativas legales dirigidas a liberalizar la industria aérea en la Unión Europea, lo que ha permitido un fuerte dinamismo del que han sido protagonistas tanto las compañías existentes como las nuevas compañías surgidas al amparo del nuevo marco que permitía la entrada de nuevos operadores. Estas empresas se caracterizan por una gestión innovadora dirigida a ofertar sus productos a precios significativamente inferiores a los de las compañías tradicionales. Son las llamadas compañías aéreas *de bajo coste*, que han contribuido a dinamizar significativamente la industria tanto cuantitativamente, como se re-

fleja en los aumentos de la producción y del número de rutas, como cualitativamente, dada la nueva estructura competitiva en que se desarrolla en el mercado, caracterizada principalmente por un mayor nivel de competencia entre los protagonistas. El nuevo escenario ha beneficiado indirectamente a los consumidores y, desde este punto de vista, constituye un éxito de las medidas liberalizadoras.

Desde el inicio del proceso de desregulación, la industria ha pasado de un sistema tradicional de compañías aéreas públicas que operaban en un entorno regulado a uno más dinámico y que funciona con las reglas básicas del libre mercado. Las medidas legales empezaron aproximadamente diez años después que en Estados Unidos. En 1988, 1990 y 1993, se aprobaron tres paquetes de medidas liberalizadoras para el mercado aéreo, llegando la desregulación plena en 1997. El tercer conjunto de medidas fue de gran importancia, ya que a partir de entonces los precios y el acceso de los operadores se desreguló plenamente. El primer efecto destacable del proceso de liberalización en la industria es el de la privatización de todas las compañías de bandera. La adaptación de las empresas a la nueva regulación fue paulatina y en la dirección observada en el mercado americano años antes. Muchas compañías participaron en alianzas con el fin de explotar las economías de escala y de alcance. Por otra parte, se evolucionó de un sistema de trayectos punto a punto a un sistema de distribución centro-radial y finalmente, con las alianzas internacionales, a un sistema múltiple centro-radial. Se hizo necesario implantar sofisticadas técnicas de gestión de reservas, disponibilidad y determinación de tarifas con el fin de ofrecer productos diferenciados y maximizar los ingresos. Con el fin de lograr este objetivo, las compañías tradicionales debieron complementar su oferta con servicios complementarios, como facturación rápida, salas de espera vip y servicios en tierra, entre otros.

La desregulación permitió la aparición de una nueva forma de operación de los servicios de transporte aéreo en Europa, ya conocida en Estados Unidos en los años setenta de mano de la compañía Southwest. Esta compañía de referencia introdujo en la industria el criterio de perseguir la máxima reducción posible del coste de las operaciones, con el fin de ofertar los desplazamientos a las menores tarifas posibles. Este objetivo se consiguió mediante la simplificación de las tareas del proceso de producción y el uso más intensivo

de los factores de producción. En lugar de operar con una estructura centro-radial, ofrecen conexiones punto a punto desde aeropuertos secundarios que resultan más baratos en términos de tasas y tarifas de *handling* que los grandes aeropuertos. La flota está compuesta por un único tipo de avión que opera más horas por día que en las compañías tradicionales. El producto que se ofrece no está diferenciado y, por tanto, no se complementa con servicios adicionales como salas de espera, elección de asiento, periódicos, *catering*, programas de viajero frecuente, reembolso o conexión con vuelos de otras compañías. La distribución se simplifica al máximo, a través de Internet y billetes electrónicos.

Las compañías de bajo coste empezaron a funcionar en Europa a principios de los años noventa, consolidándose paulatinamente a lo largo de la década hasta convertirse en protagonista relevante de la nueva estructura del mercado aéreo. A partir del modelo de operación descrito, las compañías de bajo coste lograron ventajas importantes en costes que trasladadas a los precios les permitieron alcanzar un rápido crecimiento a partir de 1999. A pesar de la crisis de la industria de 2001, los nuevos actores se consolidaron con éxito, abriendo mercados en nuevas rutas y demandando mayor número de aeronaves para sus operaciones, dadas las favorables expectativas de crecimiento para los próximos años.

Bajo la presión de las compañías de bajo coste, los operadores tradicionales han ido paulatinamente incorporando a sus servicios algunos elementos característicos de aquéllas. A esta tendencia ha contribuido la notable caída de la demanda que han afrontado, a lo que respondieron por una parte tomando algunos elementos de las recientes competidoras, como, por ejemplo, eliminando servicios complementarios como las comidas o restricciones a los usuarios como la estancia de la noche del sábado en determinadas tarifas. De manera paralela, las compañías tradicionales han querido participar de las ventajas de la tecnología de las de bajo coste mediante la creación de subsidiarias que operan con el formato de aquéllas. Así, en 2002 surgieron en Europa las compañías Bmibaby, MyTravel Lite, Basiq Air, Hapag Loyd Express y Germanwings de la mano de operadores tradicionales. Los resultados se han dado con desigual éxito, si bien la iniciativa refleja que la industria del transporte aéreo de pasajeros se encuentra en un proceso de ajuste en el que los

protagonistas toman posiciones ante el cambio estructural de composición, tecnología y tamaño del mercado.

En este epígrafe 3.7.1, en primer lugar, se presenta un panorama general del mercado de bajo coste. Seguidamente se describen las principales características de la operatividad de las compañías de bajo coste, comparándose su funcionamiento con el de las compañías tradicionales. Finalmente, se analizan los efectos de la presencia de dichas compañías en el mercado y se apunta una tendencia plausible en la configuración de la estructura de la industria para el futuro.

3.7.1. Marco general

A partir de septiembre de 2001, la industria del transporte aéreo entra en un período de crisis generada por la caída de la demanda. Esta crisis se ha visto agravada en los años siguientes por la guerra de Irak, la neumonía asiática y los altos precios del petróleo. En el último trimestre de 2001, el tráfico aéreo en las rutas del Atlántico Norte cayó un 26%, llegando a ser en Europa algo superior al 10%, mientras que en los mercados asiáticos el descenso fue de un 17%. Como consecuencia, la rentabilidad de las líneas aéreas se vio afectada negativamente y para 2002 IATA estimó que las pérdidas se situarían en torno a los cuatro billones de dólares. En este contexto adverso, las líneas aéreas de bajo coste surgidas a mediados de los años noventa en Europa consiguieron abrirse paso y superar con éxito la crisis aumentando su producción y su rentabilidad. La explicación del éxito reside en que sus tarifas seguían siendo atractivas frente a las de sus competidores y, por otra parte, que las zonas de operaciones no eran las más sensibles a las amenazas terroristas. Durante el mismo año 2002, las seis compañías establecidas de bajo coste en Europa transportaron 34 millones de pasajeros, continuando aún de manera más vigorosa la tendencia de crecimiento de los años anteriores.

La clave del éxito de las nuevas compañías reside en las innovaciones introducidas en su forma de operar, lo que les ha permitido producir a muy bajos costes y ofrecer tarifas más atractivas que las de las compañías tradicionales y de otros medios alternativos como el ferrocarril o el automóvil. Al mismo tiempo, han logrado aumentar más que las compañías tradicionales los ingresos por avión, lo que

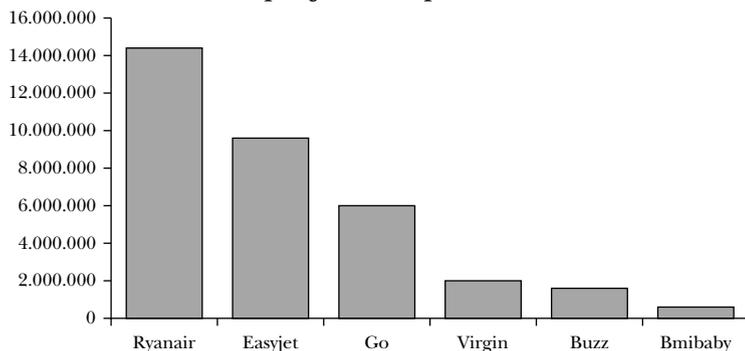
unido al primer elemento explica las altas tasas de rentabilidad de estas compañías. Durante 2002 las compañías EasyJet y Go, segunda y tercera en importancia por su tamaño, se fusionaron en 2002, integrando sus operaciones en 2003. Así, la compañía resultante se convirtió en la mayor empresa del mercado de bajo coste, por encima de Ryanair. Las cinco empresas principales establecidas a finales de 2002 presentaban, junto con la subsidiaria Bmibaby, el perfil de producción presentado en el gráfico 3.6.

El crecimiento del tráfico, aunque importante, fue menor en 2001 que en años anteriores, mientras que en 2002 se recuperó, con tasas de crecimiento superiores a las de años anteriores. La capacidad de las compañías en dicho año creció en un 62%, mientras que entre enero de 1998 y enero de 2002 las compañías de bajo coste aumentaron cinco veces su tamaño, a una tasa anual media del 40%. Por tanto, 2002 es el año en el que las empresas de bajo coste recuperan su tendencia de fuerte crecimiento inicial, dirigida a posicionarse en el mercado, con la intención de captar una importante participación de la demanda total del transporte de pasajeros.

El número de pasajeros transportados por los principales operadores ha ido en aumento de manera paulatina y al mismo ritmo desde finales de los noventa, si bien ha sido 2002 el año en el que la tendencia ha repuntado en las tres principales compañías, especialmente en Ryanair, que pasó de menos de diez millones de pasajeros en 2001 a algo más de catorce millones en 2002. EasyJet y Go crecieron a tasas similares, alejándose de la evolución de Virgin que mantuvo el tráfico en valores similares a los de 2001.

El efecto conjunto del comportamiento de las principales compañías explica que el número de asientos ofertados por semana aumentara de casi 79.000 en enero de 1996 a cerca de 1,15 millones en enero de 2003. Entre ellas, las tres más grandes (Ryanair, EasyJet y Go) participaron en más de un 70% en dicho aumento de la capacidad, a pesar de que redujeron en dicho período las tasas de ocupación de los aviones como consecuencia de que entraran a operar nuevas compañías de bajo coste.

El fuerte dinamismo del mercado se refleja también en el hecho de que durante el año 2002 entrara un importante número de nuevos operadores, como Basiq Air, Sterling (existía como compañía tradicional), Bmibaby, Goodjet (cesó su actividad en 2003 debido

GRÁFICO 3.6: Número de pasajeros transportados en 2002

Fuente: European Commission 2003. Final Report.

a problemas financieros), Hapag Lloyd Express, Germanwings y MyTravel Lite.

El número de puntos servidos por las compañías de bajo coste ha aumentado de manera continua y a un ritmo elevado. En enero de 2003, un total de 169 rutas origen-destino estaban conectadas al menos por una compañía de bajo coste y 130 aeropuertos contaban al menos con una compañía de bajo coste, más del doble que en enero de 2000. Algunos destinos son especialmente atractivos para las compañías de bajo coste como las ciudades turísticas mediterráneas Málaga, Alicante/Alacant, Barcelona y Niza, tradicionalmente vinculadas a compañías chárter. Otros destinos atractivos son Amsterdam, Belfast, Milán, París, Faro, Génova y Madrid.

Las nuevas compañías de bajo coste han intentado operar entre los mismos destinos servidos por las compañías de bajo coste establecidas. Es decir, se han vinculado en sus rutas ciudades de destino del sur de Europa con ciudades de origen situadas en el Reino Unido, Alemania, Holanda y la Península Escandinava. Las bases de operaciones de las compañías de bajo coste se concentran en el Reino Unido e Irlanda, ya que éstos han sido los países en los que se crearon y desarrollaron dichas compañías. La principal base de la compañía Ryanair en el Reino Unido fue el aeropuerto secundario de Stansted de Londres, con su base original en Dublín. El resto de las compañías principales centra sus operaciones igualmente en aeropuertos secundarios de Londres. En los primeros años de operación de las compañías de bajo coste en Europa, la base de Vir-

gin se situó en el aeropuerto de Bruselas, convirtiéndose en la primera compañía de estas características europeas que tenía su base fuera del Reino Unido o Irlanda. Las otras compañías de bajo coste centraron sus operaciones en aeropuertos regionales del Reino Unido. En la segunda fase del crecimiento del mercado de bajo coste, el establecimiento de las bases ha tenido lugar en el continente europeo, correspondiéndose dicho proceso con el surgimiento de nuevas compañías de diferentes nacionalidades. Así, en 2001 y 2002, las nuevas bases de las compañías de bajo coste se localizaron en Amsterdam, Bruselas, Colonia, Fráncfort, Estocolmo y Copenhague.

En el aspecto financiero cabe destacar que las compañías de bajo coste han generado los mayores niveles de rentabilidad de la industria de transporte aéreo en Europa. En particular, Ryanair ha obtenido márgenes de beneficios superiores al 20%, muy por encima de los de sus competidores más cercanos y sin precedentes en las compañías aéreas europeas. En 2002, los márgenes de beneficios crecieron por quinto año consecutivo, alcanzando el 28%. La rentabilidad de EasyJet, si bien inferior a la de Ryanair, ha sido extraordinaria en comparación con la de la mayoría de las compañías aéreas, llegando en 2002 a situarse ligeramente por debajo del 10%. Por debajo de las anteriores, Virgin es la compañía de menos rentabilidad de las ya establecidas, situándose en 2002, por segundo año consecutivo, en el límite para incurrir en pérdidas, después de un período de tres años con resultados negativos.

3.7.2. Compañías de bajo coste en España

En España, la zona mediterránea ha sido la más afectada por la presencia de las compañías de bajo coste, sin duda de la mano del carácter turístico de las ciudades conectadas. En su mayoría, se trata de rutas de ciudades del Reino Unido y Alemania con destinos típicamente de operadores chárter como Málaga, Alicante/Alacant, Palma de Mallorca y Barcelona. La franja mediterránea está dominada por EasyJet, con 10 conexiones europeas con Alicante/Alacant y 8 con Málaga. La compañía Ryanair, además, cuenta actualmente con vuelos regulares en los aeropuertos de Zaragoza, Valladolid, Santander, además de ciudades del Mediterráneo.

La presencia de las compañías aéreas de bajo coste ha traído consigo el despegue simultáneo de algunos aeropuertos, infrautili-

zados hasta entonces. Destacan, en este orden, los aeropuertos de Girona, Reus, Murcia y Santiago. El primero de ellos experimentó en 2004 un incremento del número de pasajeros del 104% y casi tres millones de usuarios, casi exclusivamente de la mano de Ryanair. Este aeropuerto está situado a menos de diez minutos de la ciudad y a una hora de unos veinticinco destinos europeos. La expansión de la compañía irlandesa en el aeropuerto de Girona es la más rápida de toda la historia de la compañía. El ímpetu expansivo de Ryanair encontró en esta ciudad unas infraestructuras con excelentes prestaciones e infrautilizadas, creadas en 1967 en previsión de un incremento de viajeros por turismo que nunca llegó a producirse. En segundo lugar, el aeropuerto de Reus creció en un 34%, alcanzando algo más del millón de pasajeros. A corta distancia, el aeropuerto de Murcia cuenta con cinco vuelos regulares de Ryanair y se presenta como el emplazamiento que ofrece mejores expectativas de crecimiento a medio plazo.

3.7.3. Análisis comparativo de las compañías de bajo coste frente a las tradicionales

El análisis comparativo de las características de las compañías de bajo coste en relación con el de las tradicionales resulta de interés para explicar el dinamismo de las nuevas compañías y su capacidad para superar la crisis con importantes tasas de crecimiento. Por otra parte, aporta elementos objetivos que justifican la presencia cada vez más importante de las compañías de bajo coste y, por tanto, la formación de un nuevo marco de competencia entre las empresas.

3.7.3.1. Compañías aéreas tradicionales

Una de las características principales de los transportistas tradicionales en la última década es el desarrollo de sus operaciones en redes centro-radial, concentrando las rutas en un centro distribuidor (*hub*) desde donde se conecta con el resto de los destinos. El argumento que sustenta este tipo de operación es el aprovechamiento de las *economías de densidad*. Dada la configuración de una red, en la medida en la que se pueda ofrecer un mayor número de destinos, se podrá incrementar la producción y aprovechar las economías de densidad. Esta forma de operar genera mayores tiempos de viaje, aunque, en contrapartida, el número de destinos elegibles se incre-

menta. La gestión de una red centro-radial es compleja, ya que requiere disponer de un sistema de información de reservas en tiempo real, lo que a su vez facilita la maximización de los ingresos por vuelo.

Otra característica de las empresas tradicionales, favorecida por las medidas desreguladoras de los años noventa, es la integración en alianzas. Esta iniciativa se vio reforzada a partir de la crisis de las economías asiáticas de finales de 1997, la ralentización de las economías europeas de 1998 y la subida de los precios del combustible durante 1999 (v. Doganis 2001). La crisis de la industria se agravó por los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001, lo que consolidó la integración de las empresas en alianzas como estrategia para afrontar la crisis.

La formación de alianzas puede dar lugar a prácticas anticompetitivas, especialmente si con ellas se consigue una posición de dominio en ciertos aeropuertos. Es por ello que este tipo de estrategias, especialmente si conducen a fusiones, sean sometidas a la vigilancia de las autoridades de defensa de la competencia. Según Doganis (2001), las aerolíneas se encuentran inmersas en un proceso de globalización, todavía no consolidado, en el que quedan por desarrollarse mayores niveles de integración entre las empresas. Para este autor, la etapa de consolidación de las alianzas tendrá en un horizonte de cinco a diez años y, al culminar, el transporte aéreo estará dominado por un número reducido (entre seis y ocho) de compañías transnacionales, que a su vez tendrán multitud de acuerdos y alianzas con líneas regionales que actuarán como alimentadores de su tráfico. El anuncio en mayo de 2004 del nacimiento del grupo Air France-KLM, líder mundial del transporte aéreo, es una señal del proceso en el que se encuentran las grandes líneas aéreas europeas.

3.7.3.2. *Compañías aéreas de bajo coste*

Las líneas aéreas de bajo coste, desde su aparición en Estados Unidos a finales de los años setenta, se han consolidado en el mercado de transporte aéreo, lo que se ha puesto de manifiesto en los incrementos sostenidos en sus niveles de producción, rutas y cuota de mercado. La consolidación de este proceso apunta a que la presencia de dichas compañías está siendo y será, posiblemente en ma-

yor medida, determinante en la configuración de la estructura de mercado en Europa, donde se han establecido con un rotundo éxito. Veamos en primer lugar las principales características que definen el proceso de gestión y producción de una compañía de bajo coste.

Para entender el éxito y la consolidación de las compañías de bajo coste en Europa, resulta de interés conocer algunos de los elementos innovadores que la compañía norteamericana Southwest incorporó en su tecnología desde su creación en los años setenta. Dicha compañía sirvió de modelo para las compañías europeas que empezaban a crearse en los años ochenta y noventa. Las principales características de Southwest en la forma de realizar sus operaciones se presentan en el cuadro 3.9.

CUADRO 3.9: Características de las operaciones de Southwest

Producto	Trabajo	Capital
Rutas de corta distancia.	Personal joven y flexible.	Un único tipo de avión.
Conexiones punto a punto.	Reparto de beneficios entre trabajadores.	Alta densidad de asientos por avión.
Aeropuertos secundarios.	Bajo número de trabajadores.	Alta tasa de utilización de los aviones.
Nuevas rutas.	Participación en la propiedad.	Cabina de clase única.
Precios muy bajos.		Mínima estancia en aeropuertos.
Alta puntualidad.		
Omisión de servicios complementarios.		
Venta directa.		

Fuente: Doganis (2001).

Como resultado de la estrategia seguida por Southwest basada en los elementos indicados, la compañía consiguió aumentar significativamente su producción, capturando parte de la demanda de otras líneas aéreas y también de otros modos de transporte como el automóvil o el tren. El crecimiento de Southwest fue lento y basado en la consolidación de su posición en las rutas que dominaba, lo que se refleja en el hecho de que alcanzara una flota de 50 aviones tan sólo después de doce años de operación. En 1998 se situaba entre las mayores compañías estadounidenses, con una flota de 190 aeronaves. La densidad de asientos por avión era la mayor

entre sus competidoras, así como las horas diarias de utilización de sus aeronaves. En Doganis (2001) se indica que Southwest operaba con 137 asientos en cada uno de sus Boeing 737, mientras Delta lo hacía con 126 en el mismo tipo de avión. Por otra parte, las horas diarias de utilización eran de 11,31 frente a las 9,80 de Delta.

Un elemento clave para explicar el éxito Southwest reside en la forma en la que se incorpora la mano de obra en el proceso productivo. Uno de los principales hechos en cuanto a su política de costes se manifiesta en la contratación de una plantilla reducida en relación con las compañías tradicionales. Este objetivo ha impuesto la necesidad de contratar mano de obra que permitiera garantizar un elevado nivel de productividad, por lo que se ha apostado por personal joven, con alta flexibilidad. Con el fin de estimular la motivación de los trabajadores, la compañía americana decidió repartir parte de sus beneficios entre sus empleados, siendo la única compañía aérea americana que implementó dicha política. En 1998 distribuyó un total de 91 millones de dólares entre sus empleados, una paga extra del 11% del salario anual aproximadamente. Por otra parte, el 10% del capital pertenece a los empleados, lo que contribuye a explicar una actitud del trabajador comprometida con los objetivos de la empresa.

La alta productividad de los trabajadores ha contribuido a que Southwest llegara a unos niveles de costes medios entre un 25 y un 40% por debajo del de sus competidoras. Estos menores costes de operaciones han permitido fijar tarifas muy competitivas y expandir su presencia en el mercado, al tiempo que se conseguían altas cotas de rentabilidad.

Ante el éxito comercial de Southwest, el modelo se intenta reproducir tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo, siendo los resultados globales de éxito en una primera fase y de consolidación posteriormente, apuntándose una tendencia aún de mayor desarrollo para el futuro. En Estados Unidos, el modelo ha dado lugar a más de una docena de compañías. Fuera de Europa destacan los casos de Virgin Blue en Australia, Gol en Brasil y Air Asia en Malasia. En Europa y casi exclusivamente en el Reino Unido, a mediados de los años ochenta empiezan a surgir nuevas compañías aéreas que operan según el formato de bajo coste. El resultado general, tras casi dos décadas de funcionamiento, ha

sido de éxito en términos comerciales, de productividad y especialmente de tarifas, lo que se traduce directamente en bienestar para los consumidores.

La primera compañía de bajo coste europea es la irlandesa Ryanair, que inicia sus operaciones en 1985, concentrándose en las rutas entre Irlanda y Reino Unido. Inicialmente ofrecía un servicio tradicional aunque a precios atractivos, lo que le permitió capturar una parte importante de la demanda procedente del modo marítimo. Sin embargo, la compañía no sería rentable hasta 1992 cuando deciden replicar la tecnología de Southwest y ofertar sus

CUADRO 3.10: Costes medios de EasyJet y British Midland (1998)
(penique por asiento-kilómetro)

Categoría de coste	EasyJet	BM
<i>Costes medios directos</i>		
Tripulación y personal de cabina	0,43	0,92
Combustible	0,35	0,55
Tasas aeroportuarias	0,55	1,20
Tasas de navegación aérea	0,39	0,41
Mantenimiento	0,58	0,75
Depreciación	0,02	0,26
Alquiler de aeronaves	0,80	1,23
Seguros	—	0,02
Costes medios totales directos	3,14	5,34
<i>Costes medios indirectos</i>		
Costes de estación	0,01	1,36
<i>Handling</i>	0,31	0,40
Servicios a pasajeros	0,04	0,63
Ventas y reservas	0,18	0,47
Comisiones	0,01	0,78
Publicidad y promoción	0,27	0,31
Administración	0,17	0,44
Otros	0,06	0,14
Costes medios totales indirectos	1,05	4,52
Costes medios totales	4,19	9,86

Fuente: Doganis (2001).

servicios sin servicios complementarios. A partir de esa transformación, la compañía aumenta significativamente su producción y rentabilidad, llegando a cotizar en bolsa y convirtiéndose en la única compañía de bajo coste europea que ha alcanzado niveles de demanda similares a los de la compañía de bandera de su país, Air Lingus.

En 1995, dada la exitosa experiencia de Ryanair, entran en funcionamiento en el Reino Unido dos nuevas compañías, EasyJet y Debonair, ofertando servicios en rutas europeas desde el aeropuerto londinense de Luton. Posteriormente surge Virgin, con base en Bruselas y finalmente las filiales Go, perteneciente a British Airways, Buzz, de KLM y Bmibaby vinculada a British Midland. De dichas compañías, Debonair ha sido la única que ha cesado su actividad después de algo más de tres años de operaciones. Con el tiempo, las compañías de bajo coste vinculadas a las tradicionales pasan a formar parte de estructuras de propiedad más amplias. Así, Go se fusiona con EasyJet en 2002, mientras que Buzz es adquirida por Ryanair en 2003, lo que podría señalar una tendencia de fusiones y adquisiciones similar a la observada en las compañías tradicionales. Tras estas operaciones de reestructuración, las compañías dominantes son Ryanair e EasyJet, ambas con un funcionamiento similar al de Southwest, aunque con algunas innovaciones importantes como la realización de todas sus ventas a través de Internet o por vía telefónica.

3.7.3.3. Compañías de bajo coste frente a compañías tradicionales

Las compañías aéreas de bajo coste más importantes de Europa se han inspirado en gran medida en la tecnología de Southwest, al adoptar en sus operaciones gran parte de las características apuntadas en el cuadro 3.10, además de otras como la venta directa por vía telefónica o Internet con el fin de eliminar del coste y del precio final los gastos de comisiones de agentes intermediarios.

En oposición a la conexión punto a punto de las compañías de bajo coste, las compañías tradicionales siguen el modelo de conexiones en redes centro-radiales. Por otra parte, su estructura tarifaria es más compleja y presenta una gran variedad de tipos en función de la flexibilidad o las restricciones asociadas al producto que se oferta, con el fin de discriminar entre pasajeros e identificar su

disposición a pagar. La flota de la compañía tradicional es variada, ofertándose distintas clases en cabina, lo que obliga a reducir el número de asientos por avión. Dada la configuración de su red, suelen hacer uso de aeropuertos congestionados en los que se encuentra su centro radial o *hub*. Además, el grado de utilización diario de las aeronaves es algo menor mientras que el tiempo de estancia de las mismas en los aeropuertos es superior. Finalmente, incorporan casi todos los servicios accesorios de los que prescinden las empresas de bajo coste.

Los datos aportados evidencian que la forma de operar de ambos tipos de transportistas es opuesta en muchos de los aspectos que caracterizan la tecnología de producción, como la estructura de las conexiones, el uso de los aviones y la utilización de la mano de obra. Resulta de interés identificar en qué medida la definición de la tecnología en uno u otro sentido afecta a los costes, lo que podría explicar la consolidación de las compañías de bajo coste en el mercado y la evolución futura de su estructura.

En Doganis (2001) se comparan los costes de ambos tipos de compañías a partir de los datos de EasyJet y British Midland. La elección de este segundo transportista se ha realizado ad hoc, teniendo en cuenta que British Midland es la compañía tradicional que presenta mayor similitud, por su tamaño, red y operaciones con EasyJet, elegida como representativa de las de bajo coste. El cuadro 3.10 recoge valores de distintos componentes de los costes de las empresas, lo que permitirá identificar objetivamente las causas de las diferencias de costes de ambas compañías. Los datos que figuran en el cuadro 3.10 representan medidas del coste medio calculado en términos de la medida de producción asientos-kilómetro. Por otra parte, la clasificación de los costes presentada es la sugerida por la OACI, que distingue entre costes operativos directos y costes operativos indirectos, en función de si se trata de costes exclusivamente asociados al uso de la aeronave o no.

En términos generales, la principal conclusión es que EasyJet soporta un nivel de costes medios que llega a ser casi el 50% del coste medio de British Midland, lo que se explica, además de por los ahorros en los costes unitarios, por los altos niveles de producción asociados, dada la alta densidad de asientos por avión y al alto grado de utilización de las aeronaves. No obstante, en otras partidas

se consiguen reducciones significativas de los costes medios, como en los costes de tripulación y personal de cabina, tasas aeroportuarias y mantenimiento.

Los costes medios indirectos contribuyen en mayor medida que los directos a explicar la diferencia en los costes medios totales, ya que los de EasyJet representan tan sólo el 23% de los de British Midland. Son especialmente significativas las diferencias en las partidas de costes de estación, servicios a pasajeros y comisiones. Entre los costes directos destaca el coste de personal y las tasas aeroportuarias. El ahorro en el área de personal se consigue por dos vías. En primer lugar, mediante la omisión de servicios a bordo, lo que reduce el personal de cabina necesario. Por otra parte, los gastos en salarios son inferiores a los del resto de compañías. Finalmente, el ahorro de tasas aeroportuarias se consigue negociando con aeropuertos secundarios tasas favorables y descuentos.

En el elemento de costes de estación (costes asociados al personal en tierra, equipos, salas vip y espacio para oficinas, entre otros), se logra una importante reducción de costes. La razón es que EasyJet mantiene un número mínimo de personal en tierra, no tiene salas vip y subcontrata gran parte de las actividades de *handling*. Por otra parte, al no dar comidas a bordo disminuye sustancialmente los costes por servicios a pasajeros y, finalmente, dado que utiliza agencias de viaje, reduce las comisiones al mínimo.

En el trabajo de Gillen y Morrison (2003), se presentan valores de costes medios para un conjunto más amplio de compañías. Los datos aportados por dichos autores se presentan en el cuadro 3.11 y se observa que el ahorro de las compañías de bajo coste se encuentra entre el 30 y el 40% con respecto al promedio de costes. Por otra parte, se observa que el comportamiento del ingreso medio es bastante cercano al valor promedio de dicha variable para el conjunto de compañías, lo que explica el estado financiero de las compañías de bajo coste, sustancialmente más favorable que el de sus competidoras tradicionales. En relación con este aspecto, destacan los valores de ingreso medio de compañías tradicionales de gran importancia, como British Airways, KLM y Lufthansa, notablemente inferiores al valor medio y, por tanto, a mucha distancia de los valores de las compañías de bajo coste. Esta particularidad apunta a que el éxito del modelo de las nuevas compañías no sólo reside en los costes,

CUADRO 3.11: Costes e ingresos medios de las líneas aéreas de 2000

(centavos de dólar)

Línea aérea	Coste medio por asiento-milla	Distancia promedio	Ingreso medio por asiento-milla
Air Canada	10,33	1.200	12,21
Westjet	8,69	430	14,33
American	11,21	1.154	14,25
United	11,34	1.070	13,20
Continental	9,76	1.368	13,25
Northwest	9,33	1.348	12,04
Delta	9,68	942	13,86
USAirways	12,96	743	16,13
Southwest	7,73	667	12,95
Ryanair	7,10	562	11,33
EasyJet	8	555	11,76
British Airways	13,30	1.600	5,95
Lufthansa	16,10	1.300	9,46
KLM	12,50	1.198	6,75
Air France	13,40	1.050	11,33
Singapore	14,56	2.845	19,60
JAL	18,60	1.542	25,35
Cathay Pacific	15,68	2.600	16,18
<i>Promedio</i>	<i>11,68</i>	<i>1.232</i>	<i>13,33</i>

Fuente: Gillen y Morrison (2003).

sino en las ventajas que representa el formato de su modelo de gestión de ingresos, que permite explotar en mayor medida la capacidad de la flota. En particular, se observa cómo ninguna de las compañías europeas consideradas presenta ingresos medios superiores a los de las compañías de bajo coste, lo que puede obedecer a todo un conjunto de argumentos relacionados con la discriminación de tarifas, variedad de servicios y, en definitiva, complejidad del modelo de producción. Dicho modelo, por una parte, genera más costes unitarios de producción y, por otra, genera restricciones en la óptima utilización de los aviones, lo que incide en menores niveles de producción y por tanto de ingresos. Es indiscutible la necesidad de las empresas tradicionales de hacer frente al nuevo escenario en el que tienen ante sí competidores más eficientes que han capturado una parte importante del mercado.

El argumento apuntado anteriormente conduce a resaltar la importancia de la gestión de ingresos como elemento clave en la caracterización de cada uno de los tipos de empresas consideradas. Veamos a continuación una breve descripción de dicho aspecto y un análisis de las ventajas de que disponen los nuevos operadores relativa a esta dimensión particular de las empresas.

La asignación de asientos a una determinada ruta y de determinación de las tarifas asociadas a los mismos es el resultado de un proceso muy complejo, dada la naturaleza específica del producto. Téngase en cuenta, por ejemplo, que una vez que se ha asignado un determinado número de asientos a una ruta, los asientos no vendidos no se pueden usar en otra ruta. Esto impone costes elevados a las asignaciones no óptimas, a tener en cuenta en el proceso de elección del reparto de la capacidad. Por otra parte, la disponibilidad a pagar de los consumidores no es la misma, variando considerablemente de unos a otros. En los últimos años, las compañías han adoptado diferentes técnicas diseñadas para asignar el conjunto limitado de recursos altamente perecederos entre consumidores diferenciados por su disponibilidad a pagar.

Estas técnicas, llamadas *gestión de ingresos*, tienen como objetivo determinar la asignación de los recursos, los asientos disponibles por las compañías a rutas determinadas y a unos precios determinados tales que se maximicen los ingresos asociados a dichos asientos.

Cabe identificar dos aspectos relevantes en la gestión de ingresos. El primero es la heterogeneidad de los consumidores, reflejada en su disponibilidad a pagar. Esto genera en las empresas el incentivo a explotar dicha disponibilidad a pagar, ofreciendo productos diferenciados con el fin de satisfacer la demanda. El segundo es la restricción que impone el hecho de que una vez determinada la asignación de asientos, los costes de producción se pueden considerar como costes hundidos.

En la industria del transporte aéreo se observan dos formatos en la gestión de ingresos. El primero de ellos es el utilizado por las compañías tradicionales, caracterizado por su elevado nivel de complejidad. El segundo es el adoptado por las compañías de bajo coste, cuya principal característica es su simplificación respecto del primero. El modelo sofisticado de gestión se describe a partir de seis principios: segmentación del mercado, diferenciación del produc-

to, determinación de tarifas, restricciones de los billetes, control de disponibilidad y distribución.

El comportamiento de los viajeros induce a las empresas tradicionales a segmentar la demanda y ofrecer productos diferenciados por una gran variedad de servicios en vuelo y en tierra. Las tarifas se determinan en relación con los diferentes niveles de calidad elegidos por el consumidor. Con el fin de asegurar que cada segmento de consumidores adquiera su nivel demandado de calidad, las compañías tradicionales aplican una serie de restricciones o normas que regulan las condiciones en las que el consumidor puede utilizar el servicio. Ejemplos de restricciones son las penalizaciones por cambios de fecha o cancelación del billete o estancias mínimas en el lugar de destino. Por otra parte, además de las restricciones las compañías ofrecen servicios adicionales (*catering*, salas vip, etc.) como se ha indicado, para diferenciar su producto del de otras compañías. El producto diferenciado se ofrece en el mercado a diferentes precios, a través de la distinción de *clases* en las tarifas ofertadas. Las *clases*, por tanto, son el resultado de la estimación por parte de las compañías de la diferente disposición a pagar de los consumidores de productos diferenciados por su calidad, básicamente determinada en términos de flexibilidad en el uso del servicio. Con el fin de introducir diferentes tarifas para cada una de las clases, la gestión de ingresos precisa de estimaciones anuales del número específico de asientos que asigna a cada clase con el fin de maximizar los ingresos. Con el actual sistema centro-radial de rutas, se genera en un año un número elevadísimo de combinaciones de origen-destino, lo que hace de la gestión de la asignación de asientos y tarifas por *clases* una labor de gran complejidad, que requiere el uso de sofisticados sistemas informáticos. Finalmente, este formato de gestión de ingresos requiere un sistema de distribución que garantice la oferta o disponibilidad de asientos para cada *clase*. El sistema actual DGS (*Global Distribution System*), utilizado por las compañías tradicionales, centraliza el complejo proceso de reservas y ventas.

Por otra parte, las compañías de bajo coste utilizan un sistema de gestión de ingresos mucho más simple y operativo que el anteriormente descrito. La diferencia fundamental consiste en que la segmentación del mercado y, por tanto, de las tarifas a aplicar, tiene lugar en función de la fecha de la reserva y la elección del vuelo. Así,

los pasajeros que desean pagar un bajo precio deben realizar sus reservas con tiempo suficiente, o en vuelos que tienen menos demanda. Como consecuencia, el producto que se ofrece no se diferencia, es decir, se suprimen los servicios complementarios. Así, puesto que no hay *clases* ni distinción de tarifas, se suprimen las penalizaciones o restricciones en el uso del servicio. La distribución se realiza a través de Internet, lo que permite que los demandantes puedan comparar los precios en función de la fecha o días que restan para el vuelo. En definitiva, todos los factores apuntados hacen que la gestión de ingresos en las compañías de bajo coste sea más simple y acertada para garantizar mayores ingresos por avión que la de las compañías tradicionales.

3.7.4. Efectos de las compañías de bajo coste en la industria

La presencia de las compañías de bajo coste en la industria iniciada en los años noventa ha superado una primera fase de establecimiento y consolidación, pasando a una segunda fase, desde 2002, de fuerte expansión y apertura de nuevos mercados. Esta segunda etapa podría dar lugar a una tercera de estabilidad en la producción y en la que ya habrán tenido lugar los ajustes estratégicos a la nueva estructura del mercado, caracterizada por una mayor presencia de las compañías de bajo coste. Estos hechos, unidos a los efectos indirectos inducidos en las estrategias de las compañías tradicionales podrían configurar un nuevo marco en el que se destacaría, principalmente, el efecto positivo en los consumidores y usuarios, explicado por la existencia de un mayor nivel de competencia.

El nuevo entorno de interacción que se configura entre compañías tradicionales y de bajo coste estará por otra parte ligado a la formación de alianzas y fusiones llevadas a cabo entre compañías tradicionales, dada la existencia de rendimientos a escala, y a que precisan más capacidad para afrontar situaciones más competitivas. En el nuevo espacio, con compañías de bajo coste consolidadas y en expansión y con compañías tradicionales más grandes y competitivas, la estructura del mercado podría encaminarse a priori en varias direcciones, más o menos cercana a una situación en la que predomine la conducta competitiva de las primeras o bien la de poder de mercado de las segundas. La dirección que finalmente conduzca la

evolución de la industria será la que determinen las estrategias de las empresas inmersas. Con el fin de identificar y cuantificar los efectos de los nuevos operadores de bajo coste y establecer una tendencia de largo plazo es oportuno considerar las estrategias de determinación de precios de las compañías tradicionales en respuesta a la entrada de compañías de bajo coste. La modelización de la estrategia de precios en función de la estructura de mercado y de segmentos por parte de las compañías tradicionales determina un conjunto de resultados en términos de los efectos en las distintas tarifas y el reparto de la demanda que haya tenido lugar ante la entrada de las nuevas empresas.

En el trabajo de Alderighi et al. (2004) se describe un mercado vinculado a una ruta determinada en el que se analizan los efectos en las tarifas de las distintas clases que ofertan las compañías tradicionales con la entrada de una compañía de bajo coste. Se contempla la posibilidad de interacción en los mercados como en Rochet y Stole (2002), y en ese marco se discuten los efectos de la entrada en función de la estructura de mercado previa a la entrada de la nueva compañía, que puede ser monopolística o de oligopolio simétrico (igual tecnología en las compañías tradicionales). Con el fin de simplificar la presentación, se distinguen dos niveles de calidad del servicio ofertado. El nivel bajo o de viajes *turísticos*, producido por los dos tipos de compañías, y alto o de viajes de *negocios*, sólo producido por las compañías tradicionales. Los resultados indican que, para el producto de nivel de calidad inferior, los precios cargados por las compañías tradicionales disminuyen ante la entrada de una de bajo coste. Además, lo que resulta más informativo, en el mercado de viajes de negocios, al que no tiene acceso la compañía de bajo coste, también se darían caídas en los precios ante la entrada en la misma ruta de operadores de bajo coste. Este último efecto se debe al hecho de que existe interdependencia entre los mercados de vacaciones y los de negocios, inducida por la competencia en sólo uno de ellos.

En el trabajo de Alderighi et al. (2004) se analiza empíricamente la estrategia de precios de las empresas tradicionales con el fin de contrastar los efectos que apunta el análisis teórico sobre la interacción de las empresas. Se toma un conjunto de 41 rutas intra-europeas punto a punto que conectan ciudades de Italia con ciudades de Ale-

mania, Holanda y Reino Unido. En dichas rutas concurren las empresas dando lugar a distintos niveles de concentración, lo que permitirá distinguir los efectos en los distintos tipos de tarifas en función del nivel de competencia previo. De los resultados encontrados a partir de estimaciones econométricas aplicadas a las funciones descriptivas de las tarifas de las empresas tradicionales se extraen algunas conclusiones interesantes:

- 1) El paso de una estructura de monopolio a una de duopolio simétrico (dos empresas tradicionales iguales) genera caídas significativas en todas las tarifas.
- 2) El paso de una estructura de monopolio a una de duopolio asimétrico (una empresa tradicional y una de bajo coste) genera también caídas en todas las tarifas respecto de la situación de monopolio. Además, las caídas son mayores en las clases económicas y menores en las de negocios que las identificadas en 1). Esto se debe a que la compañía entrante no compite directamente en el mercado de negocios, pero, a pesar de este hecho, genera competencia de una manera indirecta.
- 3) El paso de una estructura de monopolio a una de oligopolio asimétrico (dos empresas tradicionales y una de bajo coste) genera caídas en las tarifas respecto de las monopolistas y de las de duopolio asimétrico. Las caídas generan precios inferiores a los de la situación 2), es decir, caen todas las tarifas. En la clase turista, llegan a una reducción del 22%, mientras que en negocios es del 10%. Nuevamente, tal y como el modelo predice, la competencia directa tiene efectos importantes en las tarifas de la clase *turista*, pero además se extiende al mercado de la clase *negocios*, donde de hecho no hay competencia directa.

Los resultados 2) y 3) corroboran la hipótesis de que existe interacción entre los mercados, ya que la entrada de compañías de bajo coste afecta a las tarifas que las compañías tradicionales fijan para todos los segmentos, a pesar de que aquéllas no satisfacen la demanda de la mayoría de dichos segmentos. Cabe destacar que la interdependencia de los mercados se refleja de manera directa en las deci-

siones de las empresas tradicionales, a partir de sus divisiones de *marketing*. Si se tiene en cuenta un contexto en el que sólo concurren empresas tradicionales, la interdependencia de los mercados es irrelevante, puesto que la simetría entre las compañías se transmite a las tarifas que cargan a cada segmento. En un contexto asimétrico, las decisiones a tomar en ambos mercados deben estar coordinadas, ya que las que se tomen en el segmento de negocios dependen del resultado de la competencia en el segmento de ocio. Es decir, una vez que las compañías tradicionales observan que pierden cuota de mercado debido a la competencia de las de bajo coste, disminuyen sus tarifas en dicho mercado. Pero, además, disminuye el resto de las tarifas con el fin de mantener la escala de discriminación de precios adecuada al aumento de la satisfacción del consumidor por pasar de una clase a otra.

Para concluir, cabe destacar, de la descripción del mercado de bajo coste, que justifica objetivamente los incrementos observados de producción y apunta a una tendencia creciente de dichas empresas, principalmente de la mano de mayores niveles de eficiencia y productividad. La presencia de dichas compañías ha fortalecido la competencia en el mercado, trasladando a las compañías tradicionales la necesidad de aumentar su competitividad. Ante el nuevo escenario, cabe decir que los efectos globales del despegue de las compañías de bajo coste han sido favorables para la industria y para los consumidores.

3.8. Conclusiones

El proceso liberalizador abierto por la Comisión a finales de la década de los ochenta cambió por completo las condiciones en las que se desarrollaba la competencia en el mercado aéreo europeo. Se pasó de una industria en la que predominaba la propiedad pública y la existencia de monopolios legales que limitaban la competencia en los mercados domésticos, a una política calificada de cielos abiertos. En este marco, las compañías aéreas con capital europeo tienen libertad de entrada en cualquier mercado doméstico. La inyección de capital público en los años noventa permitió la reestructuración financiera y productiva de las principales compañías de bandera y

favoreció, en primer lugar, la privatización de estas compañías y, en segundo lugar, su subsistencia en un mercado abierto a la competencia.

Este nuevo marco de desarrollo de la competencia generó cambios en la estructura productiva de las empresas como, por ejemplo, la adopción de estructuras *hub-and-spoke*, la gestión de ingresos o la compra de nuevos aviones más eficientes y adaptados a las condiciones y tamaño del mercado. Destacan especialmente las políticas encaminadas al aumento de la productividad del factor trabajo, que ha sido una estrategia común en el sector. Algunas empresas con el mismo número de trabajadores consiguieron duplicar su producción. En resumen, durante este período los principales esfuerzos de las empresas han sido destinados a buscar asignaciones más eficientes de los recursos para adaptarse a las nuevas condiciones de la competencia.

Aunque como consecuencia de las políticas liberalizadoras el mercado se ha dinamizado de forma importante, éste todavía sigue estando altamente concentrado, así lo manifiesta que algo más del 40% de la producción quede en manos de tres empresas. Sin embargo, la escala de las empresas europeas es inferior a la de sus homólogas americanas. La mayor empresa europea, British Airways, se queda sólo en torno a un 60 o 70% de la producción de las mayores empresas americanas, que también ofrecen a sus propietarios mejores resultados financieros.

La estimación en este trabajo de una función de coste variable con datos que cubren el período desregulatorio ha permitido identificar los principales elementos que caracterizaban la estructura productiva de la industria europea durante el período desregulatorio y la tendencia que seguirá ésta a largo plazo. La selección de una muestra con observaciones de empresas exclusivamente europeas elimina el efecto que podría haber tenido sobre los resultados incluir empresas que, como las americanas, mantienen una escala diferente a las europeas y que compiten en un mercado que sufrió un proceso de liberalización anterior.

Los resultados de la estimación señalan la existencia de economías de escala y densidad, si bien no se ha observado la existencia de complementariedad de costes, lo que corrobora la evidencia empírica durante este período. La estrategia de las empresas europeas ha sido crecer para ganar en rentabilidad y competitividad. Las em-

presas más grandes han liderado alianzas con otras empresas más pequeñas y medianas, pero también procesos más intervencionistas de fusión y creación de nuevas empresas.

A pesar de este proceso de crecimiento y tendencia a la concentración de la producción, han irrumpido en el mercado empresas que se han autocalificado de bajo coste. En algunas rutas han conseguido establecerse en el mercado y forzar a algunas grandes empresas a revisar sus estrategias de *marketing* para esas rutas. En Estados Unidos, el inicio del proceso desregulatorio coincidió también con el surgimiento de un gran número de empresas que poco a poco el mercado fue diluyendo, principalmente en un proceso de absorción de las más grandes que consiguieron explotar las ventajas que ofrecían las redes *hub-and-spoke* (v. Borenstein 1992). En Europa, las compañías de bajo coste han centrado principalmente su intervención en rutas de corto y medio alcance y, en muchos casos, en destinos alternativos.

El tamaño relativo de las empresas de bajo coste limita sus posibilidades de competencia respecto de las grandes empresas y grupos internacionales. Aunque, si bien en determinadas rutas de corto y medio alcance la balanza puede caer a su favor, parece claro que las pautas de crecimiento en torno a estructuras *hub-and-spoke* y la creación de grandes grupos hacen inviable la competencia en rutas más largas. Otros dos factores juegan en contra de las compañías de bajo coste. En primer lugar, la saturación de los grandes aeropuertos europeos y las políticas restrictivas de acceso a los *slots*. En segundo lugar, la tarifa es sólo una componente del coste generalizado del desplazamiento. En sus decisiones los individuos ponderan de forma importante las frecuencias, la conectividad con otros vuelos, las garantías en casos de retrasos, etc., que juega siempre a favor de las empresas más grandes.

La situación futura posiblemente sea la resultante de la consolidación de la tendencia apuntada en los últimos años. La presencia de las compañías de bajo coste en pleno proceso de crecimiento hace que el escenario actual sea aún de ajustes, tanto en capacidad por parte de las compañías de bajo coste establecidas, de creación de nuevas compañías como, por otra parte, de ampliación o creación de fusiones por parte de las compañías tradicionales. Lejos aún de un escenario estable, parece razonable plantear por experiencias similares que muy probablemente la industria tienda a un reparto estable

de dominio del mercado en el que coexistan ambos modelos y posiblemente un modelo intermedio híbrido. En la nueva estructura de mercado, por una parte las compañías de bajo coste satisfacen una nueva demanda que conecta ciudades del norte con otras del sur de Europa a precios muy competitivos, mientras las compañías tradicionales forman parte de grandes alianzas, ofreciendo un producto de mayor valor añadido, necesariamente más costoso. En dicho marco, el nivel de competencia entre las empresas está por determinar —sin duda superior al de la situación precedente— y dependerá del reparto del mercado entre los dos tipos de operadores, del tipo de alianzas y del tipo de interacción estratégica fuera de las mismas.

En este nuevo marco, las grandes compañías tienen la posibilidad de crear sus propias líneas de bajo coste para competir directamente en este segmento de mercado. De hecho algunas de las primeras compañías de bajo coste surgidas fueron fundadas por parte de los grandes operadores europeos, como fue el caso de Go o Basic (v. Chang y Williams 2002).

En resumen puede afirmarse, por los resultados de rendimientos a escala obtenidos en este trabajo, que la estrategia de crecimiento seguida por los operadores europeos es la correcta, y, si se analiza la evolución del mercado, parece que podrá ser la línea estratégica que mantendrán los próximos años. Esto ayudará a mejorar la rentabilidad de las empresas y a asentar su posición en el mercado doméstico europeo, pero también en el internacional.

Esta situación puede presentar ventajas e inconvenientes para los consumidores. Las ventajas podrán observarse si esas ganancias de escala se traducen también en tarifas más bajas, en mayores frecuencias y en redes más densas. Pero los inconvenientes pueden venir derivados de un aumento del poder de mercado de las empresas más grandes o de los grandes grupos que se formen en el mercado. No parece que las políticas de la Comisión deban ir encaminadas a limitar este crecimiento de las empresas europeas que ofrecen importantes ventajas a los consumidores de los Estados miembros y que, por otro lado, pondría en desventaja a los operadores europeos frente a los americanos en un mercado internacional muy competitivo. Lo que sí deben asegurar las políticas de la Comisión es que los derechos de los usuarios queden preservados y que en todo momento se asegure la competencia en el mercado.

Bibliografía

- ALDERIGHI, M., A. CENTO, P. NIJKAMP, y P. RIETVELD. «The Entry of Low Cost Airlines». *Timbergen Institute Discussion Paper*. TI 2004-074/3, 2004.
- BADI, H., BALTAGI, J. M. GRIFFIN, y D. P. RICH. «Airline Deregulation: the Cost Pieces of the Puzzle». *International Economic Review* 36, 1, 1995: 245-258.
- BORENSTEIN, S. «Hubs and High Fares: Dominance and Market Power in the US Airline Industry». *Rand Journal of Economics* 20, 1989: 344-365.
- . «The Evolution of U.S. Airline Competition». *The Journal of Economics Perspectives* 1, 2, 1992. Vol. 6: 45-73.
- BRAEUTIGAN, R. «Learning About Transport Costs». En Gómez-Ibáñez, W. Tye y C. Winston, eds. *Essays in Transportation Economics and Policy: A handbook in Honor of John Meyer*, 1999.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, y J. A. SWANSON. «Productivity Growth, Scale Economies, and Capacity Utilisation in U.S. Railroads, 1955-74». *American Economic Review* 71, 1981: 994-1002.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, y M. W. TRETHERWAY. «Economies of Density versus Economies of Scale: why Trunk and Local Airline Services Differ». *Rand Journal of Economics* 15, 1984: 471-489.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, M. W. TRETHERWAY, y R. J. WINDLE. «Network Effects and the Measurement of Returns to Scale and Density for U.S. Railroads». En A. F. Daughety, ed. *Analytical Studies in Transport Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985: 97-120.
- CHANG, Y., y WILLIAMS. «European Major Airlines' Strategic Reactions to the Third Package». *Transport Policy* 9, 2002: 97-120.
- CHRISTENSEN, L. R., y W. GREENE. «Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation». *Journal of Political Economy* 84, 1976: 655-676.
- DIEWERT, W. E. «An Application of the Shephard Duality Theorem: a Generalised Leontief Production Function». *Journal of Political Economy* 79 (mayo-junio 1971): 481-507.
- DOGANIS, R. *The airline business in the 21st century*. Londres: Routledge, 2001.
- FILIPPINI, M., y R. MAGGI. «The cost structure of the Swiss private railways». *International Journal of Transport Economics* 19, 1992: 307-327.
- FORMBY, J. P., P. D. THISTLE, y J. P. KEELER. «Costs under Regulation and Deregulation: the Case of US Passenger Airlines». *Economic Record* 66, 1990: 308-321.
- GAGNÉ, R. «On the Relevant Elasticity Estimates for Cost Structure Analyses of the Trucking Industry». *Review of Economics and Statistics* 72, 1990: 160-164.
- GILLEN, D., y W. MORRISON. «Bundling, Integration and the Delivered Price of air Travel: are Low Cost Carriers Full Service Competitors?». *Journal of Air Transport Management* 9, 2003: 15-23.
- GILLEN, D. W., T. H. OUM, y M. W. TRETHERWAY. «Airline Cost Structure and Policy Implications». *Journal of Transport Economics and Policy* 24, 1990: 9-34.
- HANSEN, M., D. GILLEN, y R. DJAFARIAN-TEHRANI. «Aviation Infraestructura Performance and Airline Cost: A Statistical Cost Estimation Approach». *Transportation Research*, Part E. Vol. 37, 2001: 1-23.
- JARA-DÍAZ, S. «Multioutput Analysis of Trucking Operations Using Spatially Disaggregated flows». *Transportation Research* 22B 3, 1988: 159-171.

- JARA-DÍAZ, S. «Transport Production and the Analysis of Industry Structure». En Jacob Polak y Arnold Heertje, eds. *Analytical transport economics: An international perspective*. Edward Elgas, 2000: 27-50.
- . y C. CORTÉS. «On the Calculation of Scale Economies from Transport Cost Functions». *Journal of Transport Economics and Policy* 30, 1996: 157-170.
- . P. NIJKAMP, y P. RIETVELD. «Measuring competition in Civil Aviation». *Journal of Air Transport Management* 8, 2002: 189-197.
- KEELER, J., y F. FORMBY. «Cost economies and consolidation in the U.S. airline industry». *International Journal of Transport Economics*, 21, 1994: 21-45.
- KUMBHAKAR, S. «A reexamination of returns to scale, density and technical progress in US airlines». *Southern Economic Journal*, 57, 1990: 428-442.
- LJISEN, M. G., P. NIJKAMP, y P. RIETVELD. «Measuring competition in civil aviation». *Journal of Air Transport Management*, 8, 2002: 189-197.
- NERLOVE. «Returns to Scale in Electricity Supply». En Carl F. Christ et al., eds. *Measurement in Economics: Studies in Mathematical Economics and econometrics in Memory of Yehuda Grufeld*. Stanford University Press, 1963: 167-198.
- NG C. K., y P. SEABRIGHT. «Competition, Privatisation and Productive Efficiency: Evidence From The Airline Industry». *The Economic Journal*, 111. 2001: 591-619.
- OUM, T. H., y W. G. WATERS II. «A Survey of Recent Developments in Transportation Cost Function Research». *Logistics and Transportation Review* 32, 1996: 423-463.
- OUM, T. H., y C. YU. «Economic Efficiency of Railways and Implication for Public Policy. A Comparative Study of the OECD Countries' Railways». *Journal of Transport Economics and Policy*, 1993: 121-138.
- OUM, T. H., y Y. ZHANG. «Utilisation of Quasi-fixed Inputs and Estimation of Cost Functions. An Application to Airline Costs». *Journal of Transport Economics and Policy* 25, 2, 1991: 121-134.
- . «A note on Scale Economies in Transport». *Journal of Transport Economics and Policy* 31, 3, 1997: 309-315.
- PANZAR, J. C., y R. D. WILLIG. «Economies of Scale in Multioutput Production». *Quarterly Journal of Economics* 91 (agosto 1977): 481-493.
- PELS E., y P. RIETVELD. «Cost Functions in Transport». En D. Hensher y K. Button, eds. *Handbook of transport modelling*, 2000: 321-332.
- ROMERO, M., y H. SALGADO. «Economies of Density, Network Size and Spatial Scope in the European Airline Industry», Working Paper UCB-ITS-WP-2005-1. Institute if Transportation Studies. University of California Berkeley. Disponible en <http://www.its.berkeley.edu/publications/>, 2005.
- ROCHET, J., y L. STOLE. «Non linear pricing with random participation». *Review of Economic Studies*, 69, 2002: 277-311.
- SPADY, R., y A. F. FRIEDLAENDER. «Hedonic Cost Functions for the Regulated Trucking Industry». *Bell Journal Economics* 9, 1978: 159-179.
- WINDLE, R. J. «The world's airlines». *Journal of Transport Economics and Policy*, 25, 1991: 31-49.
- XU, K., R. WINDLE, y C. GRIMM. «Re-evaluation Returns to Scale in Transport». *Journal of Transport Economics and Policy* 28, 3, 1994: 275-286.
- YING, J. S. «On Calculating Cost Elasticities». *Logistics and Transportation Review* 28, 1992: 231-235.

4. Concentración y competencia en el mercado aéreo europeo

*Javier Campos Méndez
Manuel Romero Hernández*

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

4.1. Introducción

En la década comprendida entre 1987 y 1997, el mercado del transporte aéreo en Europa fue progresivamente liberalizado mediante la introducción de diversas medidas de desregulación impulsadas por la Comisión Europea.¹ Estas disposiciones trataban de reconciliar los acuerdos bilaterales de carácter más liberal que ya existían entre algunos países (Reino Unido, Irlanda y los Países Bajos) con el sistema proteccionista, más favorable a las aerolíneas de bandera nacionales, que era defendido por otros países (principalmente, Alemania, Francia, Italia y España). Formalmente, el proceso de liberalización aérea en la Unión Europea fue completado el 1 de abril de 1997, fecha desde la cual se permite legalmente que cualquier compañía aérea técnicamente cualificada pueda operar libremente vuelos regulares dentro de la Unión Europea, incluso en rutas domésticas, eliminándose así las restricciones sobre capacidad y precios que habían prevalecido en este mercado durante más de cincuenta años.

Resulta muy importante contar —tal como pretende este capítulo— con una evaluación cuidadosa de los resultados de estas reformas desde una perspectiva de medio y largo plazo. Ello se debe a

¹ Aunque se analizan con más detalle en otros capítulos de este libro, las principales medidas de reforma fueron introducidas entre 1987 y 1993. El denominado *primer paquete* (1987) se concretó en la Directiva 87/601 sobre fijación de tarifas en vuelos Regulares comunitarios y en los Reglamentos 3975/87 y 3976/87 sobre las reglas de competencia. El *segundo paquete* (1990), integrado por los Reglamentos 2343/90 y 2344/90, ampliaba el acceso al mercado. Finalmente, el *tercer paquete* (1993), que incluía los Reglamentos 2407/92, 2408/92, 2409/92, 2410/92 y 2411/92, liberalizó progresivamente el cabotaje.

que probablemente se trata de uno de los mayores esfuerzos legislativos realizados a nivel comunitario para transformar completamente la estructura de un sector con gran repercusión sobre la actividad económica y la movilidad de los ciudadanos. De hecho, al comienzo del proceso, tanto los gobiernos como la Comisión Europea eran optimistas y confiaban en sus buenos resultados. Algunos analistas incluso predecían que la competencia entre las aerolíneas de bandera se dispararía rápidamente, entrando a competir en los mercados de sus rivales y haciendo que los precios y los niveles de servicio mejorasen de una forma inequívoca (v., por ejemplo, Button et al. 1998; Hakfoort 1999).

Sin embargo, en el año 2003, seis años después de la fecha de liberalización del mercado, no todas estas predicciones se habían cumplido. Muchos usuarios compartían la opinión generalizada de que los precios de las compañías tradicionales no habían bajado lo suficiente y, aunque probablemente ahora existían mayores posibilidades de elección de rutas y tarifas que una década antes, el impacto final del proceso de desregulación en muchas rutas no había sido tan espectacular como el que tuvo lugar en Estados Unidos (Berechman y De Wit 1996).² Por el contrario, y sin que este hecho fuera anticipado de una manera adecuada por los reguladores y los propios operadores, lo que sí ha sucedido en Europa —especialmente a partir del año 2001— ha sido el nacimiento de un número significativo de compañías *de bajo coste*, cuyas operaciones ya no se limitan a vuelos chárter hacia los principales destinos turísticos, sino que también intentan captar otros segmentos de la demanda en determinadas rutas (Button 2002). A pesar de su reducido tamaño y limitada implantación, la presencia de estas nuevas aerolíneas ha constituido un revulsivo importante para muchas rutas europeas en los últimos cinco años. Sin embargo, durante este

² El proceso de liberalización aérea en Estados Unidos comenzó una década antes que en Europa, tras la aprobación de la Airline Deregulation Act de 1978. La mayor parte de los controles sobre rutas y precios fueron eliminados y el subsiguiente incremento de la competencia condujo a un proceso de reestructuración tras el cual numerosas empresas salieron del mercado. El número de rutas ofertadas por las compañías supervivientes aumentó y las operaciones fueron centralizándose en cierto número de aeropuertos de referencia. En menos de cinco años, los precios bajaron más de un tercio en términos reales y la demanda de transporte aéreo creció más que durante los veinte años anteriores (v. Badi et al. 1995; Borenstein 1989).

período otra serie de fenómenos exógenos ha afectado también a la demanda. Las consecuencias de los atentados del 11 de septiembre de 2001, las epidemias asiáticas y los conflictos bélicos se han unido a la crisis económica global y han enfriado las expectativas de expansión de muchos operadores.

Puesto que la competencia en precios por parte de nuevos entrantes tiene un carácter bastante limitado en muchas rutas, la mayoría de las compañías de bandera ha redirigido su estrategia competitiva hacia dos grandes objetivos. En primer lugar, muchas de ellas están reposicionándose en el mercado, a través de la especialización en productos y rutas concretas, con el fin de alcanzar una posición favorable que les permita extraer ganancias en la futura e inevitable consolidación del sector que comienza a vislumbrarse a través del reforzamiento de las alianzas y de las primeras fusiones (Air France-KLM en 2003 o, más recientemente, Lufthansa-SWISS en 2005). En segundo lugar, aprovechando la mayor información de los clientes y utilizando como excusa la aparición de rivales de bajo coste, gran parte de las compañías tradicionales ha comenzado a disminuir el nivel de algunos de los servicios ofertados, con el fin de reducir gastos de gestión, *handling* y operación, luchando así por una cuota de mercado que tradicionalmente había sido cedida sin lucha a los operadores de vuelos chárter.

Teniendo en cuenta estas premisas, y con el fin de entender mejor el impacto de la desregulación, el objetivo de este capítulo es analizar la evolución de la estructura del mercado del transporte aéreo en Europa desde 1984 hasta el año 2001.³ Con ello, se pretende examinar empíricamente las estrategias competitivas adoptadas por las aerolíneas con el fin de adaptarse a las nuevas reglas de juego definidas por la Comisión Europea desde 1983 y realizar de esta manera una evaluación implícita de todo el proceso de liberalización aérea. Desde el punto de vista metodológico, nuestra aproximación se basa en el análisis de las cuotas de mercado y los índices

³ Obsérvese que el análisis excluye expresamente el período comprendido desde 2001 hasta la actualidad. Aunque ello permite eliminar la distorsión que supuso sobre el mercado los sucesos de septiembre de 2001 y las posteriores quiebras y fusiones en el período 2001-2003, también deja fuera del análisis el efecto mencionado de las compañías de bajo coste, las cuales eran todavía poco importantes en la década analizada.

de concentración. El supuesto implícito tras el uso de este tipo de herramientas es que las cuotas de mercado reflejan el resultado de las acciones de las compañías aéreas para reposicionarse en el mercado como resultado de la desregulación.⁴

A pesar de lo anterior, debemos reconocer que una crítica habitual a la metodología utilizada en todos estos trabajos —incluido el nuestro— es que omitir del estudio de la competencia el análisis de los cambios en los precios y en la calidad de los servicios puede resultar relevante si se pretende analizar el impacto a corto plazo de las medidas liberalizadoras. No obstante, nuestro objetivo es centrarnos en las modificaciones a lo largo del tiempo de los niveles de oferta y demanda relativos (medidos como cuotas de mercado), asumiendo implícitamente que éstos también reflejan (a medio y largo plazo) los efectos de cambios en precios y calidades.⁵

Por todo ello, este capítulo pretende añadir nueva evidencia empírica a la discusión de hasta qué punto se ha incrementado la competencia en el mercado del transporte aéreo de viajeros en la Unión Europea, entre los años 1984 y 2001, desde el punto de vista de las denominadas aerolíneas de bandera. Para esto analizaremos los cambios en la concentración de dicho mercado, tanto a nivel agregado como desagregado, aportando como principal novedad una consideración explícita de los efectos del diseño de red en el estudio de las estrategias competitivas de las empresas del sector.

Tras este epígrafe introductorio, la estructura del capítulo es la siguiente. En el epígrafe 4.2 estudiamos las propiedades economí-

⁴ Esta aproximación no es nueva en la literatura en economía del transporte. Existen algunos trabajos anteriores que utilizan una metodología similar, pero la mayoría de ellos se centra en implicaciones de tipo geográfico o en el análisis de efectos locales en determinadas rutas, como O’Kelly (1998) o Burghouwt y Hakfoort (2001 y 2002). Una excepción reciente a este tipo de trabajos es el de Lijesen (2004), quien aplica el índice de Herfindahl a los mercados de transporte aéreo aunque con una metodología diferente a la nuestra, como se verá más adelante.

⁵ La literatura que ha explorado esta línea de análisis es muy amplia. Entre otros, podrían mencionarse los trabajos de Marín (1995), De Wit (1996) o Betancor y Campos (2000). En un trabajo reciente de Carlsson (2004) se estudian particularmente los precios y los vuelos en el mercado doméstico europeo utilizando el índice de Herfindahl como *proxy* del poder de mercado en un contexto de rutas punto a punto de carácter oligopolístico. En relación con los efectos del aumento de la competencia sobre la calidad del servicio de transporte aéreo destaca el trabajo de Mazzeo (2003), aunque está referido al mercado norteamericano.

cas que permiten calificar el transporte aéreo como una *industria de red*, resaltando para ello algunas de las características más relevantes de la tecnología utilizada en esta industria. Tras este análisis, y como fundamento teórico para el estudio sobre la competencia que se desarrolla luego, en el epígrafe 4.3 se revisan los principales métodos para la medición empírica de la concentración industrial, y se discute particularmente qué cambios deben considerarse cuando dichos métodos se aplican al transporte aéreo europeo. En concreto, se argumenta que el elemento clave de dicha adaptación es una correcta definición del *mercado de referencia*, para lo cual proponemos dos alternativas: utilizar una aproximación basada en las rutas, o bien una basada en las propias compañías aéreas. Para cada una de estas dos aproximaciones presentamos una metodología concreta y con algunas novedades, y centramos nuestro análisis en dos variables de demanda (número de vuelos realizados y pasajeros transportados) y una variable de oferta (asientos ofertados) que permiten representar el comportamiento de las empresas en el período considerado. El epígrafe 4.4 comienza con una descripción de la base de datos utilizada en nuestro análisis y procede a presentar y discutir los resultados del mismo aplicando la metodología descrita anteriormente. Finalmente, el epígrafe 4.5 concluye resumiendo algunos de los resultados obtenidos y aportando ideas sobre sus implicaciones para la futura política de transporte de la Unión Europea.

4.2. Algunas características de la competencia en el transporte aéreo

4.2.1. La competencia y la tecnología

La producción de servicios de transporte aéreo por parte de una aerolínea puede considerarse como una típica actividad de red, ya que se caracteriza por estar conformada por un conjunto de enlaces o vínculos (las rutas) que conectan diferentes nodos (los aeropuertos) entre sí. Esta estructura da lugar, de manera natural, a que aparezcan en este sector algunas propiedades tecnológicas que condicionan las posibilidades de competencia de una forma relevante, de manera que los ingresos y costes vinculados a las actividades de

transporte de viajeros entre estas rutas interconectadas no son independientes unos de otros.

La evidencia empírica presentada en el capítulo 2 de este libro demuestra la existencia de rendimientos crecientes a escala en la industria europea de transporte aéreo. Esta evidencia confirma resultados anteriores tanto para la industria norteamericana en Caves et al. (1984), Gillen et al. (1990), Badi et al. (1995), Zinan y Lynk (1999), Ng y Seabright (2001) como para la propia industria europea (Romero y Salgado 2005). Tal como lo definieron Panzar y Willig (1977), un aumento proporcional de todos los *inputs* conduce a una expansión más que proporcional de la producción. Para una industria multiproducto como la aérea esto sólo es posible demostrarlo para el vector actual de expansión de la producción. La interpretación económica de estos resultados es que las empresas de transporte aéreo tienen incentivos para aumentar la producción, no sólo con el objetivo de aumentar el volumen de negocio, sino también para reducir el nivel de sus costes medios de producción. Las alianzas y fusiones seguidas por las empresas europeas durante y después del proceso de liberalización (como los ejemplos mencionados, Air France-KLM o Lufthansa-SWISS) resaltan este hecho.

Sin embargo, no se pueden justificar este tipo de estrategias sólo por la existencia de economías de escala. La expansión de la red de rutas y puntos servidos proporciona a las empresas la posibilidad de ofrecer a los usuarios un servicio más atractivo. Al aumentar el número de rutas servidas, los viajeros tienen la posibilidad de reducir el número de conexiones necesarias para realizar sus desplazamientos, al disponer de más opciones de vuelos directos. Pero además, cuando resulta necesario efectuar un vuelo de conexión a través de un aeropuerto *hub*, el realizar todo el desplazamiento con la misma compañía le permitirá reducir normalmente los tiempos de conexión (debido a una mejor configuración de las terminales, horarios de vuelo y *handling*). Además, en caso de que la conexión se pierda por un retraso en el vuelo la compañía asume los gastos y busca un vuelo alternativo para su cliente. Por tanto, cuando la compañía expande su red consigue reducir el coste medio esperado de sus usuarios (Mohring 1972); esto podría denominarse economías de densidad desde el punto de vista de la demanda.

Adicionalmente, cada ruta ofrecida debe ser considerada como una componente más del vector de producción de la compañía aérea. De este modo, cuando la empresa decide iniciar la oferta de servicios en una nueva ruta, añade una componente más a su vector de producción (v. Basso y Jara-Díaz 2005). Como se indicaba en el capítulo 2, la interpretación del indicador de economías de escala no tiene aplicación en este caso, ya que está cambiando el vector de expansión de la producción. La empresa debe plantearse si la producción conjunta de la nueva ruta resulta más barata o si, en cambio, servir esa ruta tendría un coste inferior con una empresa independiente. Existen economías de alcance si se da el primer caso, esto es, cuando la producción conjunta es menos costosa (Panzar y Willig 1977). Basso y Jara-Díaz (2005) encontraron existencia de economías de alcance para cuatro empresas canadienses. Romero y Salgado (2005) realizaron el análisis para 14 empresas europeas y en cambio no encontraron tal evidencia.

La diferencia en los resultados obtenidos puede estar motivada por el distinto tamaño de la red de las empresas incluidas en la muestra, más pequeñas en el primer caso.

4.2.2. La competencia y la organización radial de los mercados

Todas las características técnicas y económicas presentadas hasta ahora tienen implicaciones con respecto a la organización de los mercados de transporte. De hecho, en contraposición al sistema tradicionalmente empleado de organizar las rutas mediante pares de vuelos directos entre ciudades, desde los años ochenta se observa una tendencia generalizada hacia la utilización del sistema centro-radial (*hub-and-spoke*). La mayoría de las compañías ha ido reorganizando sus redes y en la actualidad, en lugar de definir las como conjuntos de rutas directas, operan sobre redes organizadas alrededor de uno o más aeropuertos focales (*hubs*) que aglutinan y concentran la demanda procedente de enlaces (*spokes*) de menor tamaño. Además de ahorrar costes para las empresas debido a la supresión de ciertas rutas, esta reorganización permite a las empresas aprovechar mejor algunas de las economías de escala, alcance y densidad mencionadas anteriormente, a través de aviones más grandes, concentración de servicios o asignación más eficiente de ciertos recursos.

A pesar de sus efectos positivos para las empresas, desde el punto de vista del ahorro de costes, este sistema centro-radial puede tener efectos perjudiciales sobre la competencia. Las economías de alcance y densidad garantizan que cada empresa disponga de un considerable poder de mercado en su aeropuerto *hub* y en aquellos relacionados directamente con éste, ya que se convierte, en la mayoría de los casos, en el operador dominante. Dado que, por ahora, las empresas europeas están seleccionando sus aeropuertos focales con criterios nacionales, una organización del mercado de tipo *hub-and-spoke* puede conducir a un conjunto de cuasi-monopolios locales en los que, al menos a corto plazo, cualquier proceso de liberalización resulte poco efectivo. Aunque es cierto que las aerolíneas europeas compiten agresivamente en algunos destinos, desde el punto de vista global del diseño de la red el sistema centro-radial favorece un reparto más o menos estable del mercado que debería manifestarse en escasas variaciones en las cuotas de mercado generales año tras año.

De hecho, incluso aunque la Unión Europea ha liberalizado el transporte aéreo interior desde 1997 —tal como se describió en el epígrafe anterior— casi un 75% de las rutas directas entre países europeos pertenecientes al Espacio Económico Europeo seguían monopolizadas o cuasi-monopolizadas en el año 2000 (v. cuadro 4.1), y casi en un 95% de los casos eran monopolios o duopolios. Los datos de la Comisión Europea (2001) indican además que en términos de oferta la situación era algo mejor, pero aun así los datos reflejan que menos del 13% de los asientos eran ofrecidos en rutas servidas por dos o más aerolíneas. Así, podría concluirse que el modelo organizativo *hub-and-spoke* que se ha desarrollado en Europa a partir del proceso de liberalización aérea de la década de 1990 genera abundantes externalidades de red tanto por el lado de los costes como por el de los ingresos. El coste incremental de operar una ruta adicional en una estructura centro-radial suele ser inferior al coste medio derivado de la red ya existente. Además, esta ruta adicional genera nueva demanda (e ingresos) que alimenta la red de rutas preexistente.

La interpretación de estos datos requiere un análisis detallado de hacia qué modelo de competencia evoluciona el transporte aéreo europeo. En una industria cuyas propiedades técnico-económicas limitan de forma natural la competencia en el mercado no cabe esperar observar estructuras generalizadas de múltiples competidores

CUADRO 4.1: Competencia en rutas directas en Europa (julio de 2000)

Empresas en la ruta	Rutas	Rutas (porcentajes)	Asientos	Asientos (porcentajes)
1 (Monopolio)	3.445	73,2	3.650.165	41,7
2 (Duopolio)	1.056	22,4	3.960.942	45,2
3	177	3,8	1.001.285	11,4
4	20	0,4	113.265	1,3
5	8	0,2	31.870	0,4
Total	4.706	100	8.757.527	100

Fuente: Comisión Europea (2001).

rivalizando agresivamente en sus intentos de atraer y fidelizar al mayor número posible de clientes. Es mucho más previsible que la mayoría de las rutas evolucionen hacia *duopolios* o *triopolios* naturales, donde la posibilidad de entrada competitiva esté limitada por el propio tamaño del mercado.

Por otra parte, resulta evidente que las economías derivadas del mayor tamaño de las redes pueden afectar al proceso de liberalización, ya que resulta relativamente barato para las compañías aéreas establecidas financiar mediante subsidios cruzados ciertas rutas adicionales en las que pudieran operar sus rivales. Las posibilidades de predación para las empresas que dominan los *hubs* estratégicos, junto con la relativa imposibilidad de conseguir nuevos *slots*, hacen que la entrada de nuevos competidores en las rutas sea muy baja. Estos efectos contrarios a la competencia, reforzados por algunas estrategias comerciales, hacen que sólo en años más recientes las compañías aéreas tradicionales hayan comenzado a perder cierta cuota de mercado a manos de rivales de bajo coste, aunque los datos sugieren —como se mostrará a continuación— que todavía queda camino por recorrer para que se reduzca la concentración en este sector. Estos argumentos han sido corroborados por otros trabajos recientes.⁶

⁶ Por ejemplo, Balfour (2004) identifica las contradicciones de la política de competencia comunitaria en el sector del transporte, mientras que Pels y Rietveld (2000) aporta una primera medición del bienestar de los consumidores europeos ante el proceso de concentración de aerolíneas. Uno de los trabajos más interesantes sobre la competencia por parte de operadores de bajo coste es el realizado por Franke (2004).

4.3. Medición de la concentración en el transporte aéreo

Cualquier medición del grado de concentración de las empresas que operan en una industria no es más que un intento de responder a través de un valor numérico representativo a la cuestión de hasta qué punto la actividad económica que se desarrolla en dicha industria está controlada por una o más empresas, obteniendo así una medida indirecta del nivel de competencia existente en la misma. Cualquiera que sea esta respuesta, es evidente que siempre estará sometida a valoraciones subjetivas, ya que cualquier comparación entre empresas depende siempre de considerar si las diferencias entre ellas permiten realizar o no dicha comparación.

Tradicionalmente, la forma de abordar este problema en economía industrial consiste en analizar la distribución de tamaños relativos de las empresas a través de diversas medidas estadísticas de la desigualdad entre ellas, utilizando los llamados índices de concentración tradicionales, o bien adaptando éstos a las especificidades del sector que se analiza. En esta sección, utilizaremos estas dos aproximaciones metodológicas. En primer lugar, discutiremos algunos de los índices tradicionalmente utilizados en trabajos similares sobre la competencia. Posteriormente, propondremos y discutiremos la adaptación de otros nuevos al caso particular del transporte aéreo, teniendo en cuenta las propiedades de industria de red que se han descrito en la sección anterior.

4.3.1. La medición tradicional de la concentración

Los índices de concentración gozan de una amplia tradición en la literatura en economía industrial y todavía constituyen el punto de partida para la mayoría de los análisis sobre la competencia existente en el mercado. Cada índice no es más que un resumen estadístico de las propiedades de una distribución de tamaños, en particular las relativas a su dispersión y centralidad. El punto de partida de todos ellos es cualquier variable que represente, directa o indirectamente, el *output* de una industria (por ejemplo, la producción en unidades físicas o la cantidad vendida), aunque también puede utilizarse la cifra de ventas o incluso los factores productivos emplea-

dos (número de empleados, volumen de activos, etc.). Así, si q_i representa el *output* de la empresa i en una industria de n empresas, el *output* total de la industria se define como:

$$Q = q_1 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i \tag{4.1}$$

donde las empresas se encuentran ordenadas por tamaño, de mayor a menor. Por tanto, la cuota de mercado o tamaño relativo de la empresa i -ésima estará entonces definida por $s_i = q_i/Q$ y el tamaño medio por $\bar{q} = Q/n$.

Siguiendo a Curry y George (1983), el cuadro 4.2 proporciona un resumen de los índices de concentración utilizados con mayor frecuencia en economía industrial. Como se ha indicado anteriormente, la principal característica de todas estas medidas es que todas ellas in-

CUADRO 4.2: Índices de concentración tradicionales

Medición de la concentración relativa			
	Definición	Completa igualdad	Completa desigualdad
Varianza	$\sigma = \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2/n$	0	∞
Desviación típica	$\sigma = \sigma^{1/2}$	0	∞
Coefficiente de variación	$CV = \sigma/q$	0	$(n-1)^{1/2}$
Coefficiente de Gini	$G = (1/n) \sum_{i=1}^n (n-2i+1) s_i$	0	$(n-1)/n$
Medición de la concentración absoluta			
	Definición	Mínima (cuotas iguales)	Máxima (una empresa)
Ratio de concentración (de orden- k)	$CR_k = \sum_{i=1}^k s_i$	k/n	1
Índice de Herfindahl	$H = \sum_{i=1}^n s_i^2$	$1/n$	1
Índice de Entropía	$E = \sum_{i=1}^n [s_i \ln (1/s_i)]$	$\ln n$	0
Índice de Entropía Relativa	$RE = E/\ln n$	1	0
Índice de Hannah-Kay	$HK(a) = \left[\sum_{i=1}^n s_i^{1+a} \right]^{1/a}$	N^{1-a}	1

Fuente: Adaptado de Curry y George (1983).

corporan dos elementos esenciales en el análisis de la estructura de las industrias: el número de empresas y las desigualdades en su tamaño. Para poder establecer una comparación entre estos factores habitualmente se distingue entre dos grupos de medidas: las que se centran en la llamada medición de la *concentración relativa*, que analizan cuánto es la diferencia (o desigualdad) de los tamaños dentro de la distribución de éstos, y los índices de *concentración absoluta*, que enfatizan la importancia relativa de cada empresa en comparación con otras de su industria (como una aproximación a su poder de mercado).

En los mercados en los que el tamaño de los individuos comparados varía mucho (como ocurre en el caso del transporte aéreo europeo, donde coexisten los *grandes* operadores tradicionales con los *pequeños* operadores de bajo coste), la utilización de un tipo u otro de medidas puede ser muy relevante. Por ejemplo, la existencia de un gran número de operadores pequeños que acumulan una cuota de mercado importante podría generar resultados de concentración totalmente diferentes al caso en el que la misma cuota de mercado estuviese repartida entre una o dos grandes compañías. Estas críticas, así como otras formuladas en trabajos ya clásicos en la economía industrial (v. Geroski 1983), sugieren la necesidad de no aplicar las medidas del cuadro 4.2 directamente, sino de adaptarlas a las especificidades y características concretas de cada uno de los mercados analizados. En la industria del transporte aéreo, resulta particularmente importante contar con mediciones que capturen explícitamente los efectos de red de este sector.

4.3.2. La aplicación de los índices de concentración al transporte aéreo

Tal como se indicó en el epígrafe 4.2, en la configuración de las medidas de concentración en mercados que presentan estructuras de red, deben tenerse en cuenta no sólo la participación de cada empresa en la producción total del mercado, sino también las características estructurales de la propia red. Esto incluye: el número de aeropuertos (y la distancia entre ellos), los vuelos, o asientos ofrecidos (incluso distinguiendo entre intervalos de tiempo diferentes a lo largo del día o de la semana) y, finalmente, el volumen de demanda transportada por rutas.

Dependiendo de cómo se combinen estos elementos surgen dos aproximaciones metodológicas para medir el nivel de concentra-

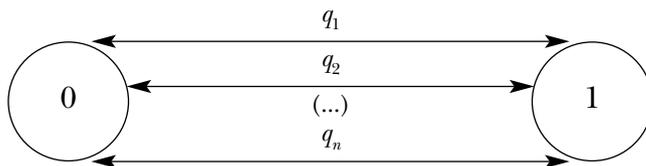
ción en la industria de transporte aéreo. El primer método, más tradicional, considera que las rutas entre ciudades constituyen la unidad básica de medida, por lo que podrían aplicarse a ellas, con los correspondientes ajustes, las definiciones de los índices de concentración expuestas con anterioridad en el cuadro 4.2. La segunda aproximación utiliza cada compañía aérea como la unidad de medida, tratando de analizar la red de cada compañía por separado.

Implícitamente, cada una de estas dos aproximaciones conduce a una definición diferente del mercado de referencia, como sugiere Veldhuis (1997). Mientras que el primer caso correspondería a una aproximación cerrada y concreta, la segunda considera el transporte aéreo como un servicio global, con posibilidad de sustitución entre rutas. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que ambos análisis son relevantes, complementándose para tratar de representar el nivel de concentración en la industria.

4.3.2.1. *La aproximación entre ciudades y los índices tradicionales de concentración*

Tal como muestra el esquema 4.1, mediante este método se considera cada ruta (nacional o internacional) por separado, designando mediante 0 y 1, respectivamente, los aeropuertos de origen y destino. En cada período t , la ruta es servida por n diferentes compañías aéreas, y ofrecen todas ellas a sus clientes desplazamientos directos de ida y vuelta. Para evitar mayores complicaciones podemos asumir que no existen diferencias significativas en el nivel de calidad de cada compañía (el mismo servicio en tierra y en vuelo). La variable q_i (que toma un valor diferente para cada empresa, $i = 1, \dots, n$) puede definirse de diferentes maneras: puede recoger, por ejemplo, el número de vuelos por compañía tomando como referencia una base diaria, semanal, mensual o anual de los vuelos. Puede ser utilizada

ESQUEMA 4.1: **Aproximación entre ciudades de la medición de concentración**



también, para definir el número de asientos ofertados (se captura de esta manera por compañía las diferencias en el tipo de los aviones y en el tamaño de la flota). Por último, también puede ser usada para representar el número de pasajeros transportados. Por agregación, la suma $Q = q_1 + \dots + q_n$ representa (siguiendo la ecuación [4.1]) el tráfico total en una ruta dada, lo que implícitamente se puede considerar como el mercado donde las n compañías están compitiendo.⁷

Una vez que se ha definido el mercado de esta manera, la aplicación de los índices de concentración del cuadro 4.2 es relativamente directa, y existen numerosos trabajos que adoptan precisamente como punto de partida esta metodología. Aunque el índice CR-4 —definido como la suma de la cuota de mercado de las cuatro mayores empresas en el mercado— y otros similares son todavía utilizados en algunos análisis, el principal inconveniente de estos indicadores es la arbitrariedad que supone cortar en un punto concreto de la muestra. En algunos mercados, los cuatro mayores oferentes son los que realmente definen el nivel de concentración del mercado. En otros, puede ocurrir que sean las dos mayores, o las cinco mayores empresas, las que realmente resulten relevantes.

Esto es especialmente relevante cuando se trata de medir cambios en el nivel de competencia. Actualmente, cualquier estudio que trate de realizar tal medición se sustenta en índices basados en la teoría económica, como, por ejemplo, el índice de Herfindalh (H), que trata de medir el nivel de competencia en mercados oligopolísticos. El índice H vincula los beneficios y el tamaño relativo de las empresas en un modelo de Cournot estándar y su inversa, $1/H$, puede ser interpretada como el número de empresas de igual tamaño que tendrían igual poder de mercado. El fundamento económico de este índice fue establecido por Cowling y Waterson (1976). Su

⁷ Bajo el supuesto de que todos los vuelos son directos (v. esquema 4.1) debe tenerse en cuenta que tanto si se utiliza la cifra de pasajeros, como si se utiliza la de los pasajeros-kilómetros, el resultado que se obtiene es el mismo, debido a que las n compañías en la ruta operan sobre la misma distancia. Alternativamente, los datos de ingresos puede ser usado también en la definición de q_i . Sin embargo, pueden plantearse varias objeciones metodológicas que nos llevan a desechar esta alternativa: el efecto del cambio en los precios, las estrategias tarifarias de las empresas y, finalmente, la necesidad de los valores monetarios entre países y a lo largo del tiempo.

solidez hace que sea utilizado por numerosas autoridades de la competencia internacionales.

Por otra parte, el principal inconveniente que tiene este índice es que tiende a darle un peso excesivo a las empresas más grandes. En la bibliografía sobre esta materia se han planteado varios ajustes para tratar de compensar este problema. El que mejores resultados presenta es el índice de entropía (E), definido por Hannah y Kay (1977), que trata de mejorar el peso de las empresas más pequeñas. Normalmente ambos índices, H y E , suelen incluirse en la mayoría de los análisis sobre concentración.⁸ En el caso concreto del transporte aéreo, al aplicar estos índices a cada ruta puede estudiarse cómo evoluciona el nivel de competencia en esta industria a lo largo del tiempo, aunque es conveniente destacar tres tipos de limitaciones que se derivan de esta aproximación.

1. En primer lugar, el resultado depende del proceso utilizado para seleccionar la muestra. La elección de destinos no representativos invalida el análisis. Sin embargo, un número excesivo de rutas probablemente disperse los resultados. Lo óptimo es conseguir un equilibrio entre ambos efectos. Por otro lado, también resulta significativa la selección del intervalo de tiempo. En este capítulo, se ha utilizado como base de comparación el intervalo anual, debido a que la información estaba disponible de esta manera.
2. La segunda crítica surge de la definición de q_i . En transporte aéreo resulta significativo medir el nivel de concentración desde tres puntos de vista diferentes: desde el punto de vista de la producción (cómo los vuelos y los pasajeros se distribuyen entre las diferentes compañías aéreas), tiempo (cómo se concentran los vuelos en un intervalo de tiempo específico de días y semanas) y calidad (cómo pasajeros con diferentes preferencias eligen entre diferentes tipos de servicios, primera clase, turista... todos ofertados por la compañía aérea en el mismo vuelo). Aunque estas tres dimensiones son determinantes para el análisis de competencia, la aproximación adop-

⁸ Según el cuadro 4.2, $HK(1) = H$, y $HK(0) \rightarrow \exp(E)$, el cual es una transformación monótona de E (con las mismas propiedades).

tada sólo permite realizar el estudio desde el primer punto de vista. Dilucidar cómo se concentran las compañías aéreas en torno a la variable tiempo no está exento de controversia en el sector por lo estratégico que supone poder disponer de *slots* en los períodos de tiempo de mayor demanda. Este aspecto está limitado por el sistema de adjudicación presente en la mayoría de los países del entorno comunitario basado en los ya mencionados derechos adquiridos (*grandfather rights*). El nivel de concentración en términos de calidad es un indicador útil para detectar el comportamiento de los consumidores y ofertar de esta manera servicios individualizados como ocurre, por ejemplo, con las compañías de bajo coste. Sin embargo, la información disponible no permite abordar este aspecto.

3. El último inconveniente de la aproximación entre ciudades es que no tiene en cuenta las propiedades de las redes de transporte aéreo que ya han sido analizadas. Lo normal es que la competencia se limite a rutas concretas, especialmente en Europa o en cualquiera de sus mercados domésticos. La aproximación adoptada no considera una definición de la red para cada compañía aérea.

Todas estas limitaciones no conducen necesariamente a descartar el método propuesto. En particular, Lijesen et al. (2002) señala que la principal estrategia que siguen muchas aerolíneas europeas es competir por captar pasajeros. En realidad, el excedente del que se beneficia un individuo que desea desplazarse entre dos puntos cualesquiera de la red dependerá realmente del nivel de competencia en esa ruta y no del que exista en la red en su conjunto.⁹

Por otro lado, si la competencia se ejerce en mayor medida en una dirección u otra, el efecto se manifestará en cuanto al par origen-destino considerado. Aunque este argumento ignora la existencia de compañías de bajo coste, ya sea en Europa o fuera, que,

⁹ De hecho, el mercado español puede servir de ejemplo para esto. Recientemente se ha añadido a la oferta entre las dos principales ciudades, Madrid y Barcelona, una nueva compañía de bajo coste que reduce el precio del desplazamiento entre ambos destinos en torno a un 50%. El excedente que ganarán los usuarios de esta línea es independiente del que pueden ganar otros usuarios en otras líneas dentro de la red española de transporte aéreo, como de hecho así sucede.

aunque no compiten directamente en las rutas de mayor densidad, sí lo hacen en aeropuertos alternativos cercanos a los puntos de origen y destino servidos por las compañías aéreas con mayor poder de mercado. Cuando existen otros modos de transporte alternativos, la aproximación adoptada del par origen-destino requiere que éstos también se incluyan en el análisis con el objeto de captar una imagen más real de la evolución de la competencia. Sin embargo, debido a las limitaciones de la información, esta aproximación no ha sido tomada en cuenta en este capítulo.

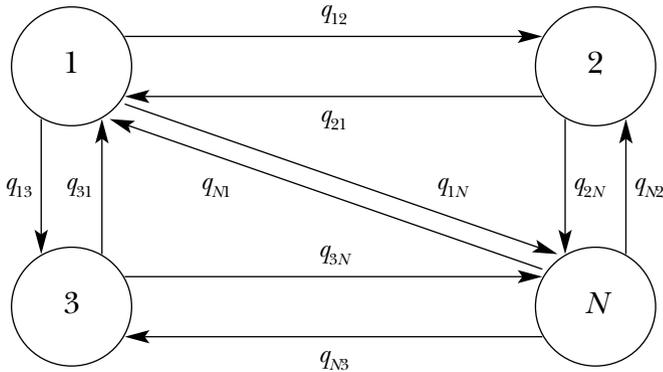
La aproximación adoptada puede resultar también poco atractiva para el regulador que esté más interesado en definir el nivel de competencia en un área concreta, o bien en definir cuál es el poder de mercado que una empresa puede tener en el área de influencia de su política. Si el regulador desea analizar el poder de mercado que pueden alcanzar dos empresas que están buscando un acuerdo de fusión tiene la posibilidad de agregar los índices de concentración de cada una de las rutas servidas.

En cualquier caso, siempre que los índices sean usados para interpretar el poder de mercado de las empresas, debe ponerse especial atención en cómo se define el mercado y en la importancia de los sustitutivos imperfectos. Para garantizar un mejor resultado es recomendable combinar el resultado de varios indicadores e interpretar los resultados dentro del contexto del mercado que se está analizando.

4.3.2.2. El análisis sobre compañía aérea: la matriz origen-destino

Como alternativa a la aproximación anterior en este capítulo, aportamos como novedad el análisis de concentración del mercado mediante el estudio de las características de las redes servidas por cada compañía aérea. Si se considera, como se recoge en el esquema 4.2, una compañía (por ejemplo i) que presta sus servicios en una red compuesta por N aeropuertos, donde $q_{hj} \geq 0$ representa el volumen total de tráfico entre los aeropuertos h y j (tal que $h, j = 1, \dots, N$ y $h \neq j$). Debido a que las distancias entre aeropuertos pueden diferir, la definición de q debe incluir, bien el número de vuelos o bien el número de asientos ofertados, en ambos casos multiplicados por la distancia. O, como se recoge de forma habitual, la información de la demanda debe ser medida en pasajeros-kilómetros.

ESQUEMA 4.2: Aproximación por compañía aérea para medir el nivel de concentración



La matriz origen-destino para el período t (OD_i^t) puede construirse combinando la información de la demanda de las diferentes rutas, q_{ij} , de la compañía aérea i . Esta matriz contiene tanto la información resumida de la estructura de la red donde la compañía aérea presta sus servicios, como la distribución del tráfico entre aeropuertos.

$$OD_i^t = \left\{ \begin{array}{ccccc} 0 & q_{12} & q_{13} & \dots & q_{1N} \\ q_{21} & 0 & q_{23} & \dots & q_{2N} \\ q_{31} & q_{32} & 0 & \dots & q_{3N} \\ \dots & \dots & \dots & 0 & \dots \\ q_{N1} & q_{N2} & q_{N3} & \dots & 0 \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

Por conveniencia, se asume que las filas representan los orígenes y las columnas los destinos. Resulta también interesante en este momento destacar algunas propiedades de las matrices OD . Primero, se trata siempre de matrices cuadradas, de dimensión $N \times N$. Aunque alguno de sus otros elementos puede ser 0 (se trataría de una red incompleta), los elementos de la diagonal son siempre cero $q_{hh} = q_{jj} = 0$, por construcción. Finalmente, la matriz OD es asimétrica, salvo en el caso de que el tráfico de ida coincida con el de vuelta, $q_{hj} = q_{jh}$. En ese caso la matriz podría definirse sólo por los elementos que están sobre (o bajo) la diagonal principal.

Las características de la red están contenidas en la propia estructura interna de la matriz OD . Por ejemplo, una red *hub-and-spoke*

asigna más tráfico a ciertas filas y columnas, reflejando de esta manera la naturaleza de los aeropuertos, más o menos periféricos. Se trata también de una matriz incompleta con ceros en elementos que no son los de la propia diagonal. La razón es que los aeropuertos de menor tráfico (*spoke*) presentan en la mayoría de los casos vuelos directos sólo con los aeropuertos *hub*. Sólo en el hipotético caso de que existieran conexiones disponibles entre todos los aeropuertos es cuando la matriz *OD* sería una matriz completa.

La clave de nuestro análisis radica en definir una medida que resume las características económicas de la matriz. La medida adoptada debe contener información de los elementos contenidos en las filas y columnas. Dentro de los operadores matriciales disponibles para realizar esta operación, y siguiendo las definiciones planteadas en el apéndice 1, la mejor candidata es la *permanente* y la *norma*.¹⁰

La permanente de una matriz, *perm(OD)*, agrega todas las permutaciones de sus elementos, condensando de esta manera la información que contiene. Si el número de ceros es grande el resultado será menor que el caso de una matriz completa. Por tanto, un valor más pequeño para la permanente indica que la red se acerca más a una estructura *hub-and-spoke*. Para confirmar el resultado se puede optar por calcular la *norma-1* o la *norma-∞* (o bien sólo una de ambas medidas), las cuales miden respectivamente la información por destinos (columnas), o por orígenes (filas). Cuando se comparan dos matrices, una norma mayor implica una red más concentrada alrededor de uno o más aeropuertos *hub*. La *norma de Frobenius* para una matriz *OD*, definida por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los términos de la matriz, se parece al índice de Herfindahl descrito en el cuadro 4.2. Su ventaja radica en que considera tanto las filas como las columnas de forma simultánea.

Finalmente, debido a que la dimensión (*N*) de una matriz puede variar para una misma empresa a lo largo del tiempo, es útil denotarla como N_i^t . Un ajuste sencillo consiste en redefinir cada q_{ij} como un valor relativo de la siguiente manera $s_{ij} = q_{ij}/Q_i^t$, donde Q_i^t representa la suma total del tráfico por filas y columnas.

¹⁰ La traza está descartada debido a que los elementos de la diagonal principal son cero. Por su parte el determinante ofrece menos información que la permanente, debido a que no tiene en cuenta parte del tráfico y a que puede tomar valores negativos.

$$Q_i^t = \sum_{h=1}^{N_i^t} \sum_{j=1}^{N_i^t} q_{hj} \tag{4.3}$$

4.3.2.3. *Una aproximación alternativa: el índice modificado de Gini*

Recientemente, ha sido publicado un nuevo trabajo (Burghouwt et al. 2003) que propone una alternativa interesante para tratar de medir el nivel de concentración de las compañías aéreas usando la configuración de la red. Esta metodología sigue un análisis basado en aeropuertos y trata de diferenciar la estructura de red de las compañías aéreas que operan sobre un número determinado de aeropuertos.

Basándose en Reynolds-Feighan (1998; 2001), se descarta el uso de medidas de concentración absolutas, debido a que no captan suficientemente las diferencias entre empresas; en su lugar proponen el índice de Gini como una medida que aproxima mejor el nivel de concentración de la red de una compañía aérea.¹¹ Con el objeto de implementar este análisis en la matriz *OD* definida anteriormente, se puede redefinir el tráfico total para una compañía considerada en el aeropuerto *h*, de la siguiente manera:

$$q_h = q_{h1} + q_{h2} + \dots + q_{hN} = \sum_{j=1}^{N_i} q_{hj} \tag{4.4}$$

Después de algunas operaciones es posible demostrar que la definición del índice de Gini (v. cuadro 4.2) puede expresarse de la siguiente manera:

$$G_i = \frac{\sum_h \sum_j |q_h - q_j|}{2 N_i \sum_{h=1}^{N_i} q_{hj}} \tag{4.5}$$

donde q_h es el tráfico en el aeropuerto *h* según se definió en la ecuación (4.4), y que puede ser medido como el número total de vuelos, asientos ofertados o pasajeros transportados por período de tiempo (día, semana, mes, o año); N_i es el número de aeropuertos que integran la red de la compañía *i*.

¹¹ La crítica principal es que el índice CR-4 sólo reacciona a cambios en la distribución del tráfico en un aeropuerto cuando se ven afectados algunos de los cuatro mayores. El índice de Herfindahl sólo es sensible a cambios en los extremos de la población. El coeficiente de variación, por otro lado, reacciona bien a cambios en la población, pero es extremadamente sensible a cambios en la distribución de tamaños relativos subyacente.

Si se asume que el tráfico total que entra en un aeropuerto es aproximadamente igual al que sale, es obvio que ningún aeropuerto asume más de la mitad del tráfico total en la ruta. Por tanto, el índice de Gini nunca alcanzará su teórico valor máximo, 1. El valor del índice aumenta con el número de aeropuertos que integran la red de una compañía (N_i) y puede ser expresado de la siguiente manera:

$$G_i^{max} = 1 - \frac{2}{N_i} \quad (4.6)$$

Este índice *máximo* sería el que se observaría en una red con un único *hub* en la que todo el tráfico se concentrase alrededor del mismo. Desde un punto de vista teórico esto tiene sentido, ya que, según argumenta Dennis (2001), un sistema con estas características sería el preferido por las empresas ya que la concentración del tráfico en un punto permite un mejor aprovechamiento de las economías de escala. Por tanto, de cara a ser corregido por el tamaño de la red (número de aeropuertos) cuando se mide la concentración, el nivel de concentración de la red (*network concentration*, NC_i) puede ser finalmente definido de la siguiente manera:

$$NC_i = \frac{G_i}{G_i^{max}} \quad (4.7)$$

donde G_i es el índice de Gini observado, y donde G_i^{max} es el valor máximo dado el número de aeropuertos en la red. Se deduce por tanto, que NC_i varía entre 0 y 1 y así, un valor de $NC_i = 1$ se corresponde con una red *hub* sencilla, donde el flujo de tráfico está concentrado sobre una estructura *hub-and-spoke*. Esto puede estar causado por una distribución más igualitaria del tráfico sobre las rutas. Una reducción en NC_i indica una distribución más igualitaria del tráfico sobre la red.

Si se trabaja con diferentes configuraciones de la red, es posible descubrir que los valores de NC_i para dobles o triples redes *hub* (donde los *hubs* están conectados) generalmente tomará valores entre 0,7 y 0,8. Esto es debido a que una red doble o triple requiere una concentración del tráfico en las rutas que unen los *hubs*. Una red sencilla con el tráfico dividido en partes iguales sobre todas las rutas proporciona un valor de NC_i igual a 0,5. Cualquier red donde todos los aeropuertos presenten una participación en el mercado

igualitaria da lugar a un valor de NC_i igual a 0. Esto da lugar a múltiples configuraciones, desde redes completamente conectadas entre sí en un extremo, hasta la acumulación de una serie de rutas completamente aisladas en el otro extremo.

Por tanto, para caracterizar la configuración espacial de una compañía aérea podemos distinguir dos dimensiones en su red. Por un lado, el ámbito de la red usando para ello N_p , el número de aeropuertos. El número de aeropuertos caracteriza la compañía aérea como grande o pequeña (y también diferencia las compañías de bajo coste de las regulares). Por tanto, un aumento o una disminución en el número de aeropuertos en la red de una compañía aérea afecta tanto al tamaño de su red como a la estrategia de fusión o enajenación que la empresa seguirá respecto de otras compañías aéreas. Por otro lado, el nivel de concentración, NC_p , permite una comparación de la organización espacial de la compañía aérea independientemente del valor que tome N_p .

4.4. Datos y resultados

En esta sección se describe la base de datos utilizada y se analizan los resultados obtenidos con la aplicación de los métodos propuestos en la sección anterior. En primer lugar, se comienza caracterizando la base de datos que se ha usado en la investigación, describiendo por un lado sus cualidades y también, por otro lado, sus limitaciones. A continuación, se procede a describir el proceso de selección de la muestra obtenida usando las medidas de concentración propuestas en las secciones anteriores.

4.4.1. Características y selección de la muestra

Como en otros trabajos empíricos, el principal objetivo de nuestro capítulo ha consistido en tratar de definir en primer lugar una muestra lo suficientemente pequeña como para que sea manejable, pero que por otro lado se ajuste a la realidad económica que se pretende modelizar. La Organización Aviación Civil Internacional es la principal fuente de información disponible para el mercado europeo de transporte aéreo (la abreviación inglesa es ICAO). Se trata siempre de información obtenida directamente de las empresas. La

Unión Europea provee también información del mercado europeo a través de su agencia Eurostat, usada habitualmente por los aeropuertos para publicar sus datos sobre información del tráfico. La información utilizada en este capítulo presenta cierto nivel de agregación: en primer lugar, se trata de información de pasajeros transportados por rutas, y en ningún caso se distingue por tipo de tarifa. Se trata de información del movimiento anual de pasajeros. Disponer de información mensual hubiera sido preferible para comparar las estrategias competitivas de las diferentes empresas, así como para tener en cuenta los períodos estacionales de la demanda a lo largo del año.

En particular este capítulo se centra en estudiar el nivel de concentración en las rutas internas dentro de la Unión. La información del movimiento de pasajeros se ha obtenido de la publicación *Traffic by Flight Stage*. Se trata de una base de datos que recoge el movimiento de pasajeros por ruta, con información obtenida directamente de las empresas. La muestra obtenida recoge información de la demanda de pasajeros entre las principales ciudades europeas. Exactamente la muestra obtenida ofrece información desagregada por compañía de los pasajeros transportados en vuelos regulares, de la capacidad total ofertada en toneladas y de la oferta de asientos para el período 1985-2000. También recoge el tipo de avión utilizado y el número de vuelos realizados por avión. Se han seleccionado los 25 mayores aeropuertos europeos por tráfico (Amsterdam, Atenas, Barcelona, Berlín, Bruselas, Copenhague, Dublín, Düsseldorf, Fráncfort, Ginebra, Lisboa, Londres, Madrid, Manchester, Milán, Múnich, Newcastle, Niza, París, Roma, Stuttgart, Venecia, Viena y Zúrich), y las 100 rutas de mayor densidad de tráfico para cada año. El resultado son 16.386 observaciones que se corresponden con 95 compañías diferentes, en cuanto a vuelos, pasajeros y asientos.

La muestra representa casi el 80% del movimiento de pasajeros entre ciudades europeas. De cara a la aproximación por compañía aérea la muestra recoge información de 13 compañías aéreas, lo que representa el 70% de los vuelos regulares en el mercado intra-europeo entre 1985 y el 2000. Se incluyen las principales compañías europeas de bandera (Air France, British Airways, Iberia, Lufthansa, SAS, Alitalia, KLM, Finnair, Sabena y Swissair, más dos españolas importantes Air Europa y Spanair). Asimismo, se incluye también en la

muestra un operador de bajo coste, EasyJet, cuya información se encontraba disponible durante más de tres años consecutivos.

4.4.2. Discusión de resultados

En esta sección se presentan los resultados descritos en el epígrafe 4.3 para la muestra seleccionada. Se seguirá el mismo orden que se siguió en el apígrafe anterior para describir la metodología. En primer lugar, se analizarán los resultados para la aproximación entre ciudades (donde la unidad de medida es la ruta entre cada par de ciudades), a continuación se analizan los resultados por compañías aéreas (el estudio se centra en el análisis de la red conformada por la matriz origen-destino de cada compañía aérea). Finalmente, la aproximación del índice de Gini que busca la integración de ambas metodologías. Los cuadros se presentan en el apéndice 2.

4.4.2.1. La aproximación entre ciudades

Esta aproximación estudia la evolución de la concentración entre las 100 rutas europeas de mayor densidad entre 1984 y el 2000.¹² Para cada ruta y año, se dispone del número de operadores, el número de vuelos, los pasajeros transportados y los asientos ofertados por cada uno. Con esta información se ha llevado a cabo el análisis de las medidas estándar de concentración por ruta y año, usando los instrumentos descritos en el cuadro 4.2.

Los resultados se resumen en el cuadro 4.A.1, donde en primer lugar se recoge el número medio de operadores por ruta (en las 100 rutas de mayor densidad). A continuación, para el número de vuelos, pasajeros transportados y asientos ofertados, se ofrecen los resultados de la media de la desviación estándar (medida de concentración absoluta) y la media del índice CR-4 y del índice de Herfindahl (medidas relativas de concentración).

A partir de 1984, la evolución de la media de competidores en las rutas más densas refleja un progresivo aumento que es consistente con la progresiva implantación de políticas liberalizadoras del mercado (los llamados *paquetes liberalizadores* ejecutados por la Co-

¹² Año por año, las rutas incluidas en la lista cambian muy poco (± 2). En los diecisiete años de la muestra se contabilizan 114 rutas diferentes.

misión Europea en 1987, 1990 y 1992, y los acuerdos bilaterales que varios países habían firmado con anterioridad).

Destaca que, entre 1984 y 1987, el número medio de competidores en las 100 rutas más densas es aproximadamente 2,02. Esto indica que la mayoría de las rutas eran operadas en este período por sólo dos operadores, que generalmente coincidían con las compañías de bandera de cada país. El efecto liberalizador de los paquetes de 1987 y 1990 parece muy bajo con respecto a esta medida. Después de 1992, sin embargo, se observa una pequeña aceleración que culmina en torno a 1997-1998. Éste es el período que presenta el mayor aumento en el número de competidores en las rutas europeas. A partir de este momento el mercado alcanza una mayor estabilidad, posiblemente debido en parte a la saturación del espacio aéreo y de los aeropuertos que limita el crecimiento de las compañías aéreas.

Cuando se observan las columnas que representan la desviación estándar (en términos de vuelos, pasajeros y asientos), la imagen es menos clara. Estos valores reflejan que, en media, la dispersión en torno a la media ha aumentado en todos los casos a lo largo del tiempo. Este aumento es particularmente acentuado hasta 1997 (especialmente en vuelos y pasajeros). En los últimos años, la tendencia se ha ralentizado. La conclusión podría ser la misma: la competencia después de 1997 parece no crecer al mismo ritmo, aunque la naturaleza imperfecta de las medidas de concentración, como la desviación estándar de la demanda, requiere un análisis más profundo.

El uso de los índices de concentración resulta más preciso. Valores más altos informan de mayor concentración en el mercado (un valor cercano a 1 es indicativo de poder monopolístico en el mercado). Tanto el CR-4 como el índice de Herfindahl parten de valores altos a partir del año 1984. Sugiriendo que los cuatro operadores más grandes controlan más del 99% del tráfico del mercado. Tal como se citó antes, en la mayoría de las rutas la media en el número de operadores está en torno a dos, y sólo compañías más pequeñas coexisten en estos mercados, con escaso poder. De nuevo los paquetes ejecutados en 1987 y 1990 resultaron inefectivos, aunque la concentración en las diferentes rutas se redujo después de 1992. Después de 1997, particularmente en el caso de los pasajeros, el nivel de concentración crece de nuevo, debido posiblemente a la introduc-

ción de aviones de mayor tamaño por parte de las compañías, esta tendencia se mantiene hasta el final del período de la muestra.

Para confirmar estos resultados se dispone de la información suministrada por el índice de entropía y de entropía relativa (v. cuadro 4.2). Su interpretación no cambia cualitativamente los resultados del índice de Herfindahl. Si se comparan los resultados de este capítulo con los obtenidos por Lijesen et al. (2002) y Lijesen (2004), donde también se usaron índices de concentración, aunque la metodología difiere y el período muestral de este capítulo es mayor, en ambos casos se detecta una función con forma de U en la evolución de la concentración en los diferentes mercados aéreos europeos. Durante los años ochenta y hasta 1992 hay un lento decrecimiento de la concentración que se acelera después de 1992, aunque no resulta directo atribuirlo a la aplicación de los paquetes liberalizadores.

Después de 1998, una vez finalizado el proceso liberalizador (el último paquete entró en vigor el 1 de abril de 1997) la estructura de los mercados europeos de transporte aéreo (en términos de la cuota de mercado de los operadores) no ha cambiado sustancialmente, al menos en las 100 rutas más densas. Por el contrario, la tendencia es la inversa, hacia un aumento de la concentración.

4.4.2.2. *La aproximación por compañía aérea. Análisis matricial*

Esta aproximación cambia el punto de vista del análisis de la ruta a la compañía aérea. Se analizan de esta manera las características y estructura de las distintas redes. En primer lugar se elabora una matriz origen-destino para cada compañía y año. Se toma en cuenta el tamaño de la red (o número total de aeropuertos servidos, N), que varía para cada compañía, pero también año a año. Cada elemento de la matriz origen-destino refleja el número de vuelos (multiplicados por la distancia en kilómetros entre aeropuertos) o los pasajeros-kilómetros transportados.¹³

Gracias al paquete informático MATLAB se ha calculado la permanente y la norma de todas estas matrices, cuyos valores se resumen en los cuadros 4.A.2 y 4.A.3, respectivamente. Para simplificar,

¹³ Para esta aproximación se omite el uso de los asientos ofertados ya que la información disponible no permite obtener su traslación directa a asientos-kilómetros.

sólo se presenta en los cuadros la norma de Frobenius (aunque también se ha calculado la norma-1). Los resultados de la permanente, recogidos en el cuadro 4.A.2, han sido normalizados entre 0 y 1. En este caso, cuanto menor es el valor de la permanente, más probabilidades hay de que la red presente una estructura *hub-and-spoke*.

Los resultados indican, como cabía esperar, que la mayoría de las compañías de bandera (en particular, Air France, Iberia, KLM y Lufthansa) concentran la mayoría de sus pasajeros transportados bien en un solo aeropuerto o bien en dos. Los valores calculados por número de vuelos son en media mayores (v. la última columna). Este resultado indica que las compañías vuelan entre varios aeropuertos, pero de éstos sólo unos pocos son realmente relevantes en términos de pasajeros transportados. Si se observan más de cerca los tipos de aviones utilizados en varias rutas (por ejemplo, para Iberia o Air France, aunque esto no se recoja de forma explícita en los cuadros) se confirma que las rutas más pequeñas son servidas por aviones más pequeños, reforzando la idea del modelo *hub-and-spoke*.

Resulta también interesante destacar que las empresas aéreas, que en ningún momento fueron compañías de bandera (Air Europa y Spanair), están menos vinculadas a este tipo de modelos de red, y, tal y como podía esperarse, la compañía de bajo coste (en nuestra muestra sólo se ha considerado EasyJet) presenta en general mayores valores de su permanente.

Finalmente, puede destacarse también que la evolución de la permanente a lo largo del tiempo tiene una tendencia a decrecer. Nuestro modelo sugiere que la mayoría de las compañías ha reajustado la configuración de sus redes durante los años ochenta y noventa, tratando de posicionarse en un mercado más competitivo. En particular, son de nuevo las compañías de bandera las que parecen intensificar su estructura radial *hub-and-spoke* como parte de su estrategia empresarial.

A partir de los resultados recogidos en el cuadro 4.A.3, es posible comparar las matrices origen-destino entre compañías aéreas utilizando la norma de Frobenius. Un valor más alto de la norma implica una red más concentrada en torno a una ciudad en particular. En términos de vuelos, éste es el caso de British Airways (Londres), Air France (París), Iberia (Madrid) y KLM (Amsterdam). Mientras que algunas (Iberia o Air France) presentan una tendencia a incrementar el valor de sus normas a lo largo del tiempo, para otras sucede todo

lo contrario. En particular, las compañías que no fueron en su momento de bandera (Air Europa y Spanair) y la única compañía de bajo coste incluida en la muestra (EasyJet) son las que presentan los valores más bajos. El resto no presenta una tendencia significativa. Si el análisis se realiza en términos de pasajeros transportados los resultados son similares.

4.4.2.3. *El uso del índice de Gini y la configuración de la red europea*

El índice modificado de Gini, descrito en el epígrafe 4.3, ofrece una imagen más completa de la concentración de la red o *network concentration* (NC_i) de cualquier compañía aérea. Por otro lado, también representa una aproximación más tradicional para medir su poder de mercado, y su interpretación se halla más acotada.¹⁴ Los resultados obtenidos con este índice se resumen en los cuadros 4.A.4, 4.A.5 y 4.A.6, donde las variables de referencia son el número de vuelos, de pasajeros y de asientos ofertados, respectivamente. El período de análisis cubre el período entre el año 1996 y el 2000, excepto para Alitalia (1990-1995) y Finnair (1989-1985).

Como puede observarse, en ningún caso se ha obtenido un valor exacto igual a 1. En términos del número de vuelos, los valores más cercanos son los obtenidos por Air France, Iberia, KLM y Lufthansa. A estas compañías se une también British Airways si se analizan los resultados de pasajeros y asientos. De nuevo, confirmando los resultados previos, son las compañías de bandera las que presentan resultados más bajos de NC . EasyJet presenta incluso valores más bajos como se recoge en el cuadro 4.A.4. No se observa una relación clara para los valores obtenidos en los cuadros 4.A.5 y 4.A.6.

El análisis de la evolución del índice NC para el período $t - 4$ muestra un crecimiento generalizado año a año (obsérvense, por ejemplo, los casos de Alitalia e Iberia). Tal como se recoge en el epígrafe 4.3, este resultado puede ser interpretado como una distribución desigual del tráfico sobre la red, motivado en parte por una distri-

¹⁴ NC_i toma valores entre 0 y 1. Un valor de $NC_i = 1$ se corresponde con una red *hub* sencilla, donde el flujo de tráfico es concentrado principalmente en una ruta de la red. Esa situación no aparece en los resultados obtenidos en este capítulo, tal y como reflejan los cuadros de los apéndices.

bución menos igualitaria del tráfico entre las rutas en una red con un solo *hub*, o bien porque se produce una eliminación de las rutas hacia aeropuertos pequeños. Esto consolida la idea de que la estrategia elegida por muchas de las compañías de bandera durante el período analizado ha consistido en reforzar sus estrategias *hub-and-spoke* al concentrar el tráfico en aeropuertos seleccionados.

Finalmente, también resulta interesante destacar el valor obtenido por el índice NC para algunas compañías. Por ejemplo, si se observa la última columna de el cuadro 4.A4, donde se resume la media de NC para el período $(t, t - 4)$, se ponen de manifiesto valores con un rango entre 0,7 y 0,8. Esto se corresponde con redes *hub* donde el número de aeropuertos de referencia es mayor que 1 (normalmente, 2 o 3, pero siempre en el mismo país). Éste es el caso de Air France (con los aeropuertos parisinos y el de Toulouse) y Lufthansa, con Fráncfort y Berlín, al tratarse de compañías cuyas redes se caracterizan por cierta especialización del tráfico entre los aeropuertos *hubs*. Por el contrario, valores del índice NC por encima de 0,8 a menudo implican una red casi centralizada (British Airways: 0,826; Iberia: 0,822). Una red *hub* sencilla con un tráfico dividido por igual entre todas las rutas ofrecería un valor de NC_i de 0,5 (KLM presenta una media de 0,60). Una red donde todos los aeropuertos presentan una distribución uniforme del tráfico daría lugar a un valor de NC_i de 0. Esto incluye múltiples configuraciones, desde el caso de redes completamente conectadas entre sí, en un extremo, hasta una situación donde las rutas se encuentren completamente aisladas entre sí, en el otro extremo. No ocurre esto con ninguna de las compañías de la muestra seleccionada en esta obra, aunque, en el caso de la compañía de bajo coste, el valor medio es 0,144. Todos estos resultados son comparables con los obtenidos en Burghouwt et al. (2003), aunque para un período temporal diferente.

4.5. Conclusiones

¿Hasta qué punto el proceso de liberalización del transporte aéreo, emprendido en Europa durante la última década, ha conseguido modificar la estructura de este sector, tradicionalmente dominado

por las compañías de bandera? ¿Cuáles son las tendencias a medio y largo plazo en la evolución de las cuotas de mercado por parte de las empresas que operan en el continente? ¿Cómo afectan estos factores a la competencia? Estas cuestiones —claramente interrelacionadas entre sí— son las que han dado origen al análisis realizado en este capítulo, en el que se ha intentado aportar nuevas herramientas metodológicas y algunos resultados empíricos novedosos sobre la medición del nivel de concentración existente en el transporte aéreo europeo.

Una de las principales conclusiones que se obtiene de este capítulo es que, a pesar de que se ha producido una sustancial liberalización en el período comprendido entre 1984 y 2001, la estructura y los niveles de concentración de los mercados de transporte aéreo en Europa aún no ha cambiado sustancialmente con respecto a la situación existente a principios de los años noventa. Muchos de los factores que explican este resultado están relacionados con la ventajosa situación de partida con la que los operadores tradicionales se enfrentaron a este proceso, sin que en ningún momento se hayan establecido medidas compensatorias eficaces para contrarrestar dicha ventaja. La existencia de un alto nivel de congestión en ciertas partes del espacio aéreo y la capacidad escasa de los principales aeropuertos para asignar nuevos *slots* ha limitado mucho la entrada a las rutas por parte de potenciales competidores, incluso aunque dicha entrada esté permitida desde abril de 1997. Esto ha conducido a que las antiguas compañías de bandera continúen disfrutando en algunas rutas de una posición dominante que se ha reflejado en muchos casos en aumentos significativos del grado general de concentración y en una tendencia progresiva hacia la consolidación de alianzas o, directamente, a las fusiones entre empresas (como ha ocurrido en 2004 con KLM y Air France).

Por otra parte, aunque el impacto de las llamadas compañías de bajo coste en nuestro estudio se ha mostrado todavía como pequeño, es evidente que crece a gran velocidad. Muchas de las empresas ya establecidas están consiguiendo asimilar de una manera relativamente sencilla las estrategias competitivas de estos nuevos rivales, incorporándolas a su propia oferta y minimizando así la pérdida de cuota de mercado. Sin embargo, no es descartable que en los próximos años las consecuencias derivadas de la introducción en los merca-

dos de estos nuevos operadores sean mucho mayores a nivel europeo, pues todavía están en una fase en la que su penetración en el mercado se circunscribe a rutas muy concretas.

Desde el punto de vista del análisis de ruta y a pesar de su heterogeneidad, hemos mostrado que el número de operadores en cada ruta se encuentra todavía por debajo de las cifras permitidas por la actual regulación del sector. Sin embargo, los índices calculados muestran que el número de competidores se ha doblado en términos medios para las rutas consideradas en la muestra. De una media que no llegaba a dos competidores por ruta se ha pasado a sobrepasar los cuatro por ruta. Esto es una buena muestra de cómo ha cambiado el perfil de la competencia del mercado del transporte aéreo a lo largo del período analizado en este trabajo. Los beneficiados son, evidentemente, los consumidores que disponen de un mayor número de alternativas donde elegir.

Los resultados no son tan contundentes con respecto al nivel de concentración en el mercado. Durante el período comprendido entre 1984 y 2001, se ha producido un lento decrecimiento de la concentración que se aceleró ligeramente tras la implantación del segundo paquete liberalizador. Por parte de las compañías de bandera, la estructura productiva basada en la explotación del sistema *hub-and-spoke* se ha consolidado de manera firme en Europa. Ésta ha sido la manera en la que las aerolíneas tradicionales han respondido a la liberalización: con su estructura de red son capaces de servir un mayor número de mercados con un aumento moderado de sus costes. Las alianzas con otras empresas —y las previsibles fusiones— han ayudado y ayudarán a explotar estas sinergias y a captar clientes preocupados por aprovechar las ventajas que para éstos tiene realizar el desplazamiento completo con la misma compañía.

En los vuelos no directos, la estructura de red es la principal arma comercial que las grandes empresas tienen para luchar con las compañías de bajo coste, cuya emergencia en los últimos cinco años está obligando a reaccionar a las empresas establecidas. Sin embargo, dentro del período estudiado en este trabajo —correspondiente al impacto inmediato de la liberalización europea— hemos observado que las compañías de bajo coste tienen poco peso en el mercado, debido a que su producción todavía es pequeña en comparación con las grandes empresas europeas. Sólo EasyJet aparece

en la selección de empresas considerada en nuestra muestra. Actualmente, su participación en el mercado, condicionada por su tamaño, se limita a competir en determinados nichos de mercado.

En resumen, como principal recomendación de política económica de este capítulo se podría señalar la idea de que la búsqueda de mecanismos para introducir mayor competencia en el transporte aéreo en la Unión Europea no debería acabarse con los paquetes liberalizadores de los años noventa. Las señales actuales indican que la industria está atravesando un proceso de consolidación cuyos resultados y dirección definitivas son todavía inciertos, aunque apuntan hacia la creación de unas pocas empresas de gran tamaño que dominen la mayoría de las rutas principales. Los problemas de viabilidad económica de operadores tradicionales como Alitalia, Sabena o Swissair sugieren que no es descartable la quiebra y/o transformación de algunas de las empresas actuales, particularmente en un contexto en el que las ayudas públicas son examinadas cada vez con mayor detalle.

Apéndice 1. Operadores matriciales y medición de la concentración

Sea $A = \{a_{ij}\}$ una matriz cuadrada de orden $N \times N$. Las definiciones de los siguientes operadores matriciales son estándar dentro del álgebra matricial (v. Cullen 1990, por ejemplo):

- *Traza*. La traza de una matriz $N \times N$ es la suma de los elementos de su diagonal principal.
- *Permanente*. El permanente de una matriz $N \times N$ consiste en la suma de ciertos productos de sus elementos. En concreto,

$$\text{perm}(a_{ij}) = \sum_{\sigma} = a_{1\sigma(1)} a_{2\sigma(2)} \cdots a_{N\sigma(N)}$$

donde σ varía sobre todas las permutaciones de $\{1, 2, \dots, N\}$.

- *Determinante*. El determinante de una matriz $N \times N$ es la suma y resta de ciertos productos de sus elementos. En concreto,

$$|A| = \det(a_{ij}) = \sum_{\sigma} (-1)^{\text{sgn}(\sigma)} a_{1\sigma(1)} a_{2\sigma(2)} \cdots a_{N\sigma(N)}$$

donde σ varía sobre todas las permutaciones de $\{1, 2, \dots, N\}$ y $(-1)^{\text{sign}(\sigma)} = \pm 1$, dependiendo de si σ es una permutación par o impar.

- *Norma*. Para un vector, de orden 2 (2-norma), o *norma euclídea*, viene definida por la distancia euclídea:

$$\left\| \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \right\| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

En el caso de matrices, la 2-norma, o *norma euclídea* de una matriz A es su mayor valor singular,¹⁵ definido por el número:

$$\|A\| = \max_{x \neq 0} \frac{\|Ax\|}{\|x\|}$$

Existen tres casos particulares relevantes:

- La 1-norma de una matriz es el mayor valor de entre las sumas de los valores absolutos de todas sus columnas:

$$\|A\|_1 = \max_{1 \leq j \leq N} \left(\sum_{i=1}^N |a_{ij}| \right)$$

Por ejemplo, para una matriz 2×2 : $\left\| \begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} \right\|_1 = \max (|a| + |c|, |b| + |d|)$.

- La ∞ -norma de una matriz es el mayor valor de entre las sumas de los valores absolutos de todas sus filas:

$$\|A\|_\infty = \max_{1 \leq i \leq N} \left(\sum_{j=1}^N |a_{ij}| \right)$$

Por ejemplo, para una matriz 2×2 : $\left\| \begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} \right\|_\infty = \max (|a| + |b|, |c| + |d|)$.

- La *norma de Hilbert-Schmidt* (o norma de Frobenius) de una matriz A es la raíz cuadrada de la suma de los términos de la matriz al cuadrado.

¹⁵ Cualquier matriz real A de orden $m \times n$ puede ser factorizada en un producto $A = UDV$, siendo U y V matrices reales ortogonales de orden $m \times m$ y $n \times n$, respectivamente, y D una matriz diagonal con números positivos en la diagonal principal y ceros en el resto. Los elementos de la diagonal principal de D son los valores singulares de A .

$$\|A\|_F = \left(\sum_{\substack{1 \leq j \leq N \\ 1 \leq i \leq N}} |a_{ij}|^2 \right)^{1/2}$$

Como puede observarse, cada uno de los operadores matriciales definidos en este apéndice permite resumir en un único valor (parte de) la información contenida en las filas y columnas de una matriz. Desde el punto de vista de la medición de la concentración, y con el fin de capturar las características de la red, analizaremos las matrices de origen-destino para cada una de las principales compañías aéreas europeas en diferentes períodos de tiempo (OD_i^t). Véase el epígrafe 4.3 de este capítulo para una discusión detallada de las ventajas y desventajas de cada operador para la medición de la estructura interna de la red de cada empresa.

Apéndice 2. Cuadros

CUADRO 4.A.1: Evolución de la concentración agregada analizada sobre la ruta¹

Año	Número de operadores por ruta	Número de vuelos				Pasajeros-km				Asientos-km			
		Desviación típica	Índice CR-4	Índice Herfindahl	Desviación típica	Índice CR-4	Índice Herfindahl	Desviación típica	Índice CR-4	Índice Herfindahl	Desviación típica	Índice CR-4	Índice Herfindahl
2000	4,22	1.958	0,9866	0,5419	212.378	0,9836	0,5809	287.973	0,9802	0,5589			
1999	4,24	1.975	0,9787	0,5306	214.892	0,9881	0,5718	287.037	0,9863	0,5451			
1998	4,32	1.993	0,9720	0,5002	213.420	0,9829	0,5262	240.895	0,9828	0,5071			
1997	4,34	1.951	0,9768	0,4890	192.880	0,9740	0,5231	216.788	0,9815	0,4987			
1996	4,48	1.528	0,9632	0,4735	172.232	0,9687	0,5084	212.889	0,9862	0,4948			
1995	4,31	1.510	0,9570	0,4207	166.813	0,9588	0,4518	208.266	0,9641	0,4292			
1994	4,84	1.471	0,9523	0,4308	154.557	0,9670	0,4445	205.436	0,9797	0,4214			
1993	4,81	1.495	0,9682	0,5472	148.773	0,9716	0,4635	210.380	0,9652	0,4318			
1992	3,44	1.364	0,9787	0,6229	139.995	0,9871	0,4731	183.071	0,9789	0,4138			
1991	3,05	1.322	0,9763	0,6211	136.749	0,9812	0,4806	162.955	0,9708	0,5139			
1990	2,99	1.283	0,9796	0,7186	125.353	0,9842	0,4981	163.625	0,9826	0,5947			
1989	2,97	1.177	0,9716	0,7158	136.481	0,9907	0,5281	166.376	0,9858	0,5841			
1988	2,80	1.120	0,9842	0,7339	132.426	0,9932	0,5393	156.294	0,9800	0,6065			
1987	2,35	1.006	0,9999	0,7454	110.011	0,9979	0,5507	131.109	0,9903	0,6148			
1986	2,34	919	0,9980	0,4217	104.536	0,9781	0,4321	128.089	0,9654	0,3925			
1985	2,07	930	0,9917	0,4181	104.095	0,9680	0,4199	124.858	0,9522	0,3826			
1984	1,98	906	0,9960	0,4658	99.745	0,9758	0,4640	125.551	0,9646	0,4207			

¹ El análisis fue realizado sobre las 100 rutas más densas cada año. Los valores indicados corresponden a las medias sobre dichas rutas.

CUADRO 4.A.2: Evolución del permanente de las matrices origen-destino por compañía y año

	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984	MEAN
Vuelos																		
Air Europa	0,32	0,31	0,34	0,28	0,22	0,27	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27
Air France	0,12	0,11	0,12	0,10	0,11	0,10	0,12	0,13	0,10	0,11	0,09	0,10	0,12	0,18	0,11	0,10	0,12	0,11
Alitalia	0,15	0,14	0,18	0,22	0,16	0,16	0,15	0,17	0,12	0,12	0,18	0,15	0,13	0,14	0,18	0,21	0,22	0,16
British Airways	0,12	0,11	0,12	0,22	0,21	0,20	0,20	0,17	0,22	0,20	0,24	0,24	0,17	0,16	0,24	0,23	0,16	0,19
EasyJet	0,64	0,74	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,73
Finnair	0,21	0,20	0,16	0,19	0,22	0,26	0,22	0,21	0,14	0,19	0,15	0,18	0,18	0,16	0,13	0,12	0,12	0,18
Iberia	0,20	0,21	0,22	0,20	0,20	0,23	0,21	0,22	0,21	0,21	0,23	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,22
KLM	0,32	0,30	0,30	0,31	0,31	0,36	0,32	0,32	0,22	0,31	0,33	0,34	0,31	0,31	0,34	0,32	0,33	0,31
Lufthansa	0,22	0,24	0,21	0,20	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,22	0,33	0,24	0,22	0,21	0,21	0,24	0,22	0,23
SABENA	—	—	0,13	0,09	0,10	0,12	0,12	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11
SAS	0,24	0,23	0,25	0,25	0,24	0,26	0,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,25
Spanair	0,29	0,32	0,28	0,32	0,34	0,33	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,32
Swissair	0,13	0,18	0,18	0,17	0,18	0,16	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17
Pasajeros-km																		
Air Europa	0,13	0,11	0,12	0,08	0,06	0,05	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08
Air France	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Alitalia	0,02	0,04	0,02	0,02	0,06	0,06	0,04	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
British Airways	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03
EasyJet	0,45	0,34	0,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,34
Finnair	0,11	0,10	0,12	0,09	0,07	0,06	0,11	0,14	0,17	0,09	0,08	0,08	0,08	0,06	0,03	0,02	0,02	0,08
Iberia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
KLM	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
Lufthansa	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
SABENA	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01
SAS	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05
Spanair	0,19	0,12	0,08	0,08	0,08	0,16	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,13
Swissair	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,09

Nota: Los valores han sido normalizados entre 0 y 1 (un valor próximo a 0 indica que la red es un *hub-and-spoke* puro).

CUADRO 4.A.4: Evolución de la concentración de la red(por número de vuelos)¹

	<i>t</i>	<i>t</i> -1	<i>t</i> -2	<i>t</i> -3	<i>t</i> -4	Media
Air Europa	0,353	0,277	0,140	0,117	0,234	0,224
Air France	0,835	0,704	0,668	0,732	0,729	0,734
Alitalia	0,571	0,438	0,307	0,172	0,212	0,340
British Airways	0,795	0,775	0,834	0,876	0,850	0,826
EasyJet	0,182	0,185	0,138	0,070	—	0,144
Finnair	0,141	0,135	0,071	0,117	0,116	0,116
Iberia	0,830	0,834	0,882	0,811	0,755	0,822
KLM	0,808	0,725	0,590	0,484	0,422	0,606
Lufthansa	0,846	0,849	0,543	0,512	0,769	0,704
Sabena	—	0,191	0,138	0,113	0,111	0,138
SAS	0,730	0,992	0,786	0,782	0,744	0,807
Spanair	0,472	0,289	—	—	—	0,381
Swissair	0,176	0,120	—	—	—	0,148

¹ Índice de Gini para el año *t* = 2000, excepto para Alitalia (*t* = 1995) y Finnair (*t* = 1989).**CUADRO 4.A.5: Evolución de la concentración de la red**(por número de pasajeros)¹

	<i>t</i>	<i>t</i> -1	<i>t</i> -2	<i>t</i> -3	<i>t</i> -4	Media
Air Europa	0,066	0,283	0,159	0,116	0,246	0,174
Air France	0,925	0,753	0,707	0,760	0,739	0,777
Alitalia	0,378	0,243	0,330	0,178	0,214	0,269
British Airways	0,917	0,982	0,988	0,987	0,997	0,974
EasyJet	0,182	0,186	0,137	0,071	—	0,144
Finnair	0,127	0,121	0,390	0,349	0,364	0,270
Iberia	0,884	0,814	0,905	0,909	0,921	0,887
KLM	0,675	0,534	0,464	0,422	0,419	0,503
Lufthansa	0,978	0,856	0,767	0,737	0,797	0,827
Sabena	—	0,126	0,124	0,107	0,111	0,117
SAS	0,740	0,602	0,863	0,886	0,876	0,793
Spanair	0,466	0,256	—	—	—	0,361
Swissair	0,183	0,135	—	—	—	0,159

¹ Índice de Gini para el año *t* = 2000, excepto para Alitalia (*t* = 1995) y Finnair (*t* = 1989).

CUADRO 4.A.6: Evolución de la concentración de la red(por número de asientos)¹

	<i>t</i>	<i>t</i> -1	<i>t</i> -2	<i>t</i> -3	<i>t</i> -4	Media
Air Europa	0,351	0,275	0,135	0,118	0,243	0,224
Air France	0,849	0,747	0,684	0,754	0,728	0,752
Alitalia	0,579	0,624	0,709	0,617	0,515	0,609
British Airways	0,982	0,971	0,985	0,992	0,851	0,956
EasyJet	0,183	0,185	0,138	0,070	—	0,144
Finnair	0,127	0,120	0,070	0,069	0,037	0,085
Iberia	0,855	0,896	0,866	0,870	0,863	0,870
KLM	0,675	0,765	0,557	0,416	0,415	0,566
Lufthansa	0,960	0,849	0,765	0,740	0,804	0,824
Sabena	—	0,129	0,128	0,106	0,110	0,118
SAS	0,740	0,840	0,824	0,853	0,991	0,850
Spanair	0,469	0,286	—	—	—	0,378
Swissair	0,174	0,119	—	—	—	0,147

¹ Índice de Gini para el año *t* = 2000, excepto para Alitalia (*t* = 1995) y Finnair (*t* = 1989).

Bibliografía

- BADI, H., BALTAGI, J. M. GRIFFIN, y D. P. RICH. «Airline Deregulation: the Cost Pieces of the Puzzle». *International Economic Review* 36, 1, 1995: 245-258.
- BALFOUR, J. «EC competition law and airline alliances». *Journal of Air Transport Management* 10, 2004: 81-85.
- BASSO, L., y S. JARA-DÍAZ. «Calculation of Economies of Spatial Scope from Transport Cost Functions with Aggregate Output with an Application to the Airline Industry». *Journal of Transport Economics and Policy* (enero 2005). Vol. 39: 25-52.
- BERECHMAN, J., y J. DE WIT. «An Analysis of the Effects of European Aviation Deregulation on an Airline's Network Structure and Choice of a Primary West European Hub Airport». *Journal of Transport Economics and Policy* (septiembre 1996): 251-270.
- BETANCOR, O., y J. CAMPOS. «The First Decade of European Air Transport Deregulation: an Empirical Note». *Journal of Public Works and Management* 5, 2000: 125-146.
- BORENSTEIN, S. «Hubs and high fares: dominance and market power in the US airline industry». *Rand Journal of Economics* 20, 1989: 344-365.
- BURGHOUWT, G., y J. R. HAKFOORT. «The European Aviation Network, 1990-1998». *Journal of Air Transport Management* 7, 5, 2001: 311-318.
- . «The geography of Deregulation in the European Aviation Market». *TESG* 93, 1, 2002: 100-106.
- . J. R. HAKFOORT, y J. R. VAN ECK. «The spatial configuration of airline networks in Europe». *Journal of Air Transport Management* 9, 2003: 309-323.
- BUTTON, K. *Towards an Efficient European Air Transport*. Estudio realizado para la Association of European Airlines, 2002. Disponible en www.aea.be.
- . K. HAYNES, y R. STOUGH. *Flying into the future. Air transport policy in the European Union*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 1998.
- CARLSSON, F. «Prices and departures in European domestic aviation markets». *Review of Industrial Organization* 24, 2004: 37-49.
- CAVES, D. W., L. R. CHRISTENSEN, y M. W. TRETHERWAY. «Economies of Density versus Economies of Scale: why Trunk and Local Airline Services Differ». *Rand Journal of Economics* 15, 1984: 471-489.
- COMISIÓN EUROPEA. *Updating and developments of economic and fares data regarding the European air travel industry*. 2000 Annual Report; Disponible en http://europa.eu.int/comm/transport/themes/air/english/library/annual_report_july_2001.pdf, 2001.
- COWLING, K., y M. WATERSON. «Price Costs Margins and Market Structure». *Economica* 43, 1976: 267-274.
- CULLEN, C. *Matrices and linear transformations*. 2.ª ed. Nueva York: Dover, 1990.
- DENNIS, N. «Developments of hubbings at European airports». *Air and Space Europe* 3, 1/2, 2001: 51-55.
- DE WIT, J. «An Analysis of the Effects of European Aviation Deregulation on an Airline's Network Structure and Choice of Primary West-European hub Airport». *Journal of Transport Economics and Policy* 30, 1996: 251-274.
- FRANKE, M. «Competition between network carriers and low-cost carriers – retreat battle or breakthrough to a new level of efficiency?». *Journal of Transport Economics and Policy* 10, 2004: 15-21.
- GEROSKI, P. «Some Reflections on the Theory and Applications of Concentration Indices». *International Journal of Industrial Organization* 1, 1983: 79-94.

- GILLEN, D. W., T. H. OUM, y M. W. TRETHERWAY. «Airline cost structure and policy implications». *Journal of Transport Economics and Policy* 24, 1990: 9-34.
- HAKFOORT, J. R. «The deregulation of European air transport: a dream come true?». *TESG*, 90, 2, 1999: 226-233.
- HANNAH, L., y J. A. KAY. *Concentration in modern industry*. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.
- LIJESSEN, M. G. «Adjusting the Herfindahl Index for Close Substitutes: an Application to Pricing in Civil Aviation». *Transportation Research: Part E* 40, 2004: 123-134.
- . P. NIJKAMP, y P. RIETVELD. «Measuring competition in Civil Aviation». *Journal of Air Transport Management* 8, 2002: 189-197.
- MARIN, P. «Competition in European Aviation: Pricing Policy and Market Structure». *The Journal of Industrial Economics* 43, 1995: 141-159.
- MAZZEO, M. J. «Competition and Service Quality in the U.S. Airline Industry». *Review of Industrial Organization* 22, 2003: 275-296.
- MOHRING, H. «Optimisation and Scale Economies in Urban Bus Transportation». *American Economic Review* 62 (4), 1972: 591-604.
- NG, C. K., y P. SEABRIGHT. «Competition, Privatisation and Productive Efficiency: Evidence From The Airline Industry». *The Economic Journal* 111, 2001: 591-619.
- O'KELLY, M. E. «A geographer's Analysis of Hub-and-Spoke Networks». *Journal of Transport Geography* 6, 3, 1998: 171-186.
- PANZAR, J. C., y R. D. WILLIG. «Economies of Scale in Multioutput Production». *Quarterly Journal of Economics* 91 (agosto 1977): 481-493.
- PELS E., y P. RIETVELD. «Cost functions in transport». *Handbook of transport modelling*, D. Hensher y K. Button (eds.), 2000: 321-332.
- REYNOLDS-FEIGHAN, A. «The impact of US airline deregulation on airport traffic patterns». *Geographical Analysis* 30, 3, 1998: 234-253.
- . «Traffic distribution in low-cost and full-service carrier networks». *Journal of Air Transport Management*, 7, 5, 2001: 265-275.
- ROMERO, M., y H. SALGADO. «Economies of Density, Network Size and Spatial Scope in the European Airline Industry». *Documento de Trabajo*. UCB-ITS-WP-2005-1, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley, 2005. Disponible en <http://www.its.berkeley.edu/publications/>
- VELDHUIS, J. «The Competitive Position of Airline Networks». *Journal of Air Transport Management* 3, 4, 1997: 181-188.
- ZINAN, L., y E. L. LYNK. «Evidence on Market Structure of the Deregulation US Airline Industry». *Applied Economics* 31, 1999: 1083-1092.

5. Organización y regulación de la industria portuaria europea

María Manuela González Serrano

Beatriz Tovar de la Fe

Lourdes Trujillo Castellano

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

5.1. Introducción

El 90% de las mercancías intercambiadas en el comercio mundial utiliza el transporte marítimo, actividad que no podría funcionar sin las instalaciones portuarias que actúan como intercambiadores entre este modo y el transporte terrestre o la navegación interior. Mientras la producción mundial creció en 2004 al 4,1%, el tráfico marítimo, en los 2.814 puertos internacionales de mercancías, se incrementó a una tasa del 4,3%. La continua expansión del transporte marítimo se ha visto impulsada por el desarrollo tecnológico experimentado en el sector de manipulación de carga, lo que se refleja en un crecimiento del 9,6% del tráfico de contenedores. Por todo ello, los puertos son unidades de prestación de servicios de una notable importancia económica, que se configuran como lugares de intercambio entre dos o más modos de transporte, de ahí que un aspecto crucial de los mismos sea su carácter intermodal.

Los puertos se han desarrollado en respuesta a la demanda económica de su zona de influencia o *hinterland*.¹ En su creación y desarrollo han influido factores históricos, geográficos, políticos y económicos, particulares de cada Estado, lo que ha dado lugar a diferentes objetivos políticos, modelos de gestión, estructuras de

¹ El *hinterland* de un puerto se puede definir como el espacio donde el coste generalizado (que incluye tarifas, tiempo y otros componentes como probabilidad de daño a la carga, seguridad, fiabilidad, etc.) de realizar una operación portuaria a través de dicho puerto, en un momento dado, es menor del que se obtendría realizando la misma operación utilizando cualquier otro puerto alternativo.

propiedad y regulaciones de la industria portuaria en todo el mundo.

Tradicionalmente, el modelo de gestión portuaria se ha caracterizado por la presencia de un agente público central que planificaba el desarrollo de los puertos y gestionaba la mayor parte de los servicios portuarios. Sin embargo, la organización pública no es la única opción ni necesariamente la mejor, lo que se refleja en la evolución de este modelo hacia un sistema descentralizado con un agente, generalmente público (en muchos países denominado autoridad portuaria), encargado de la gestión de la infraestructura portuaria, que cede la prestación de los servicios a la iniciativa privada. En la mayoría de los casos, esta evolución ha estado motivada por la necesidad creciente por parte de los estados de ajustar sus gastos. De esta manera se busca la participación activa de la iniciativa privada, no sólo en la provisión de servicios portuarios, sino también en la construcción de infraestructuras portuarias.

Paralelamente, las innovaciones tecnológicas incorporadas al transporte marítimo en las últimas décadas han provocado una fuerte demanda de instalaciones portuarias capaces de atender a los buques de última generación y a las distintas formas de embalaje de las mercancías. Estos cambios tecnológicos que ha experimentado el transporte marítimo, unidos a la existencia de un entorno altamente competitivo, han ocasionado transformaciones importantes en la industria portuaria, que ha pasado de ser una actividad intensiva en mano de obra a estar altamente mecanizada y, al mismo tiempo, han propiciado la apertura de un debate sobre el funcionamiento eficiente de los puertos.

Los cambios tecnológicos también han acentuado la importancia de las terminales (polivalentes,² de contenedores y de graneles) en los puertos. Éstas son cada vez más intensivas en capital y, dependiendo del tamaño del puerto, más especializadas, de modo que

² Una terminal polivalente es un conjunto de infraestructuras, equipo y servicios que, de forma combinada y flexible, cubre la demanda de varios tipos de buques y mercancías que ostentan características genéricas idénticas, es decir, las terminales polivalentes se proyectan para recibir tráficos heterogéneos, desde carga general fraccionada hasta contenedores, pero no graneles. Una terminal polivalente puede transformarse fácilmente en una terminal especializada en contenedores dotándola de un nuevo equipo ligeramente diferente.

han adquirido un gran protagonismo en la selección del puerto (Tovar et al. 2004). También se observa un interés creciente del sector privado en la gestión y explotación de esta actividad. Todo esto ha conducido a que el centro de la estrategia competitiva se vaya desplazando del puerto a las terminales, lo que las convierte en uno de los elementos más importantes de la industria portuaria, responsables del notable incremento de la competencia en el sector (Heaver 1995).

Además, la intermodalidad ha intensificado la competencia entre puertos y les ha forzado a expandir sus actividades y responsabilidades funcionales más allá de las fronteras del recinto portuario. De este modo, la función tradicional de almacenaje de la mercancía ha perdido importancia y existe una mayor implicación del puerto en los sistemas de distribución física y logística. Estas tendencias han afectado a la organización y la regulación de la industria portuaria, generando procesos de desregulación y de introducción de participación privada que, en algunos casos extremos, han tomado la forma de privatización.

El sistema portuario europeo no es ajeno al entorno cambiante en el que están inmersos los puertos. De este modo, la industria portuaria europea sigue la tendencia mundial de adaptación a las nuevas tecnologías en el transporte marítimo y busca formas de organización que aseguren un funcionamiento eficiente de los puertos, integrándolos en las cadenas de transporte. Al mismo tiempo, a nivel europeo se asiste a la liberalización de los mercados de transporte, de manera que el debate sobre política de transporte en la Unión Europea da por concluido el proceso liberalizador de los años ochenta y noventa. Sin embargo, éste no ha sido el caso para la industria portuaria europea donde este debate sigue abierto, como pone de manifiesto la propuesta de directiva sobre liberalización de servicios portuarios (octubre de 2004).

En este capítulo se presenta un análisis de la política portuaria europea con dos propósitos fundamentales. En primer lugar, analizar los intentos de introducir competencia en la organización portuaria europea. En segundo lugar, estudiar el nivel de eficiencia de las infraestructuras portuarias, puesto que uno de los principales objetivos de la Comisión Europea es la introducción de eficiencia en el sistema. Para cuantificar la eficiencia del servicio de gestión de infraestructura de las autoridades portuarias se propone em-

plear la metodología de la *función de distancia*, novedosa en esta industria.

El resto del capítulo se organiza como sigue. En el epígrafe 5.2 se hace referencia a algunas de las características económicas más relevantes de la industria portuaria que se enlazan con la política de la Comisión Europea. Un análisis de la regulación portuaria, así como los intentos de llegar a una política portuaria común en el seno de la Unión Europea se presentan en el epígrafe 5.3. En este marco se estudia el sistema de regulación en España y su adecuación a la legislación europea. En el epígrafe 5.4 se presentan algunas cifras que dan una idea de la dimensión del sistema portuario europeo. En el epígrafe 5.5 se destaca la importancia de medir la eficiencia en el sistema portuario poniendo especial énfasis en el método de la función de distancia. Una ilustración de esta metodología, cuantificando la eficiencia del servicio de gestión de infraestructuras de las autoridades portuarias, se ofrece en los epígrafes 5.6 y 5.7. Por último, las conclusiones y reflexiones más relevantes sobre la política portuaria europea se detallan en el epígrafe 5.8.

5.2. Características económicas y competencia en la industria portuaria

La primera característica que destaca en la industria portuaria es la diversidad de actividades que configuran un puerto (v. cuadro 5.1). La posibilidad de introducir competencia en la prestación de los distintos servicios portuarios y la forma más adecuada de hacerlo, depende del tamaño del puerto y del servicio que se esté considerando. Calibrar las posibilidades reales de crear competencia en la prestación de servicios exige, como requisito previo, un conocimiento profundo de la naturaleza y la estructura de las distintas actividades. Un mayor detalle sobre esta cuestión puede encontrarse en el trabajo realizado por De Rus et al. (1995) para el Tribunal Español de Defensa de la Competencia.

El nuevo entorno competitivo hacia el que se dirige la industria portuaria a nivel mundial requiere una revisión del papel de las instituciones públicas encargadas de la organización del sector (ministerios, agencias públicas y autoridades portuarias). Existe una

CUADRO 5.1: Servicios portuarios

Servicios	Nivel de competencia
Servicio de provisión de infraestructura	Características de monopolio natural
Servicios para el atraque:	
• Practicaje	En general, monopolio
• Remolque	Depende del tamaño del puerto
• Amarre	Depende del tamaño del puerto
Servicio de manipulación de mercancías:	Depende del tamaño del puerto:
• Estibadoras	Generalmente competitivos
• Terminales	Compiten a partir de cierto nivel de mercancía
• Almacenes	Generalmente competitivos
• Frigoríficos	Generalmente competitivos
Servicios prestados por el consignatario:	Generalmente competitivos
• Despacho al buque	
• Despacho a la mercancía	
Servicios de asistencia al buque:	Generalmente competitivos
• Suministros	
• Reparaciones	
• Atención al tripulante	
• Servicios auxiliares	

Fuente: Trujillo y Nombela (2002).

tendencia en la industria portuaria hacia cuatro tipos de estrategias: comercialización, liberalización, privatización y re-regulación (Hochstein 1996).

La comercialización hace referencia a que la administración portuaria opere con la misma libertad e independencia que una empresa privada. La liberalización *trata de reducir* el poder de monopolio de algunos servicios portuarios, permitiendo la libre entrada a la industria portuaria de diversas empresas privadas proveedoras de servicios portuarios. Con el proceso de privatización se transfieren al sector privado funciones previamente realizadas por el sector público, con la idea de eliminar subvenciones, reducir costes y conseguir que el usuario pague los costes totales de los servicios. Por últi-

mo, después de la liberalización y la privatización, la regulación será necesaria en aquellos servicios en los que, por sus características económicas o por el tamaño del mercado en el que operan, no sea posible la libre competencia. El resto de los servicios se podría prestar en régimen de competencia sin necesidad de intervención pública.

El grado de regulación pública depende de la naturaleza del servicio. Se podría distinguir entre aquellos servicios que requieren infraestructura portuaria como factor productivo fundamental de aquellos otros que no la precisan. En los servicios portuarios que no son intensivos en activos portuarios, la introducción de competencia se consigue desregulando el sector para que las empresas puedan entrar al mercado libremente. Si el tamaño del mercado aconsejara la limitación del número de empresas, se podría introducir competencia por el mercado a través del otorgamiento de licencias.

En general, en los servicios que requieren activos portuarios, el proceso de privatización y liberalización de los puertos se ha caracterizado por la introducción de participación privada, a través de contratos de concesión, más que por la venta total de los activos públicos del puerto. De esta forma, las autoridades portuarias acaban reduciendo su papel y los puertos se transforman en organizaciones de tipo *landlord*.³

Se pueden distinguir varios procesos de privatización y desregulación a lo largo del mundo. En concreto, en los países europeos se parte de un modelo caracterizado por una creciente participación privada en los servicios portuarios, aunque se mantiene en casi todos los países la propiedad pública de los activos y, en muchos casos, también la financiación pública de algunos gastos de inversión. No obstante, existe un debate en la Unión Europea sobre la autonomía financiera de los puertos. De cara a garantizar la competencia en las mismas condiciones entre puertos de distintos países, se discute la conveniencia de eliminar las subvenciones públicas y la necesidad de introducir participación privada en la construcción de infraestructura (Trujillo y Nombela 2002).

³ Modelo de gestión portuaria en el que la autoridad portuaria se limita a proporcionar y mantener las infraestructuras básicas y los servicios esenciales, mientras que el resto de los servicios portuarios son proporcionados por terceras empresas que son, además, propietarias de la superestructura.

En definitiva, se cuenta con todos los elementos para que los servicios portuarios se presten en régimen de competencia o en su defecto se regulen aquellos que presenten alguna característica de monopolio u oligopolio natural. Entre los objetivos de la Comisión Europea parece prioritarias la liberalización e introducción de competencia en estos servicios.

5.3. La regulación de los puertos en la Unión Europea

5.3.1. Antecedentes

El papel estratégico que tradicionalmente han jugado los puertos ha condicionado que hayan estado sometidos a alguna forma de control gubernamental, si bien su régimen legal y su grado de dependencia y control del sector público varían según los países. Este fenómeno no es ajeno a la Unión Europea donde, como se analiza a continuación, los intentos de homogeneizar las distintas regulaciones de la industria portuaria en los Estados miembros, a través del establecimiento de una política portuaria común, han resultado en gran medida estériles.

En Europa, la relevancia estratégica de los puertos ha sido reconocida por todos los Estados miembros. Su importancia económica se refleja no sólo en las toneladas de mercancías importadas y exportadas a través de ellos (aproximadamente el 90% del total de importaciones y exportaciones), sino también en el hecho de que el transporte marítimo contabiliza el 41% del total del comercio entre los Estados miembros, así como una cifra superior a doscientos millones de pasajeros al año. Además, existen incentivos encaminados a desviar parte del tráfico por carretera hacia el transporte marítimo de cabotaje a lo largo de los 35.000 kilómetros de costa de la Unión Europea. Estimaciones realizadas en el seno de ESPO (European Sea Ports Organisation) sugieren que el transporte marítimo proporciona una alternativa económica a la congestión de las carreteras europeas. Las cifras muestran que los puertos son esenciales para el rendimiento económico de la Unión Europea.

A pesar de ello, los puertos no son mencionados de forma específica en el Tratado de Roma. Esta omisión generó un debate acerca de si los puertos estaban o no afectados por las provisiones gene-

rales del Tratado. En 1974, la Corte Suprema Europea terminó la discusión (Caso 167/73) afirmando que «el transporte marítimo no está bajo las provisiones del Título IV, sino bajo los principios generales del Tratado».

Siguiendo a Chlomoudis y Pallis (2002) la política europea sobre la industria portuaria se puede clasificar en tres etapas. El primer período comprende desde 1957 a 1973 y se caracteriza por la exclusión del sector portuario del marco la Política Común de Transporte. La segunda etapa abarca desde 1974 a 1990 y tiene como rasgo distintivo la política de *no intervención* en la industria portuaria. El último y tercer período va desde 1991 hasta la actualidad y se caracteriza por la formación de propuestas que persiguen una Política Europea de Puertos (v. cuadro 5.2).

De acuerdo con este proceso, se puede observar que los puertos europeos han estado funcionando, durante mucho tiempo, como si el Tratado de Roma no existiera. Ha habido varios intentos de incluir a los puertos en la Política Común de Transportes, pero han fracasado debido, principalmente, a las diferentes y arraigadas creencias de los países miembros acerca del papel económico de los puertos. Con el propósito de aclarar esta cuestión, el Parlamento Europeo encargó varios informes que estimularon actividades relacionadas con el posible desarrollo de una política portuaria común: el informe Kapteyn (EU Parliament 1961), el informe Seifriz (EU Parliament 1967) y el informe Seefeld (EU Parliament 1972).

Entre estas actividades destaca la constitución de un grupo de trabajo formado por representantes de la Comisión y de los principales puertos europeos. Posteriormente, el Informe de Puertos Europeos (EU Commission 1977 y 1986) aclaró las importantes diferencias organizacionales y económicas existentes, aunque también apuntó que no había desigualdades sustanciales entre los principales puertos con respecto a los servicios y al equipo técnico.

El *Libro Blanco sobre el futuro desarrollo de la Política Común de Transporte* (EU Commission 1992a) discutía los principales retos del transporte hasta el final de la década, reconociéndose, sin ambigüedades, la necesidad de considerar un sistema de transporte a escala europea y de establecer los elementos básicos para el desarrollo de unas redes de transporte llamadas transeuropeas (TEN-T). Finalmente, concluía que el transporte marítimo en Europa (transporte

CUADRO 5.2: Política europea de puertos

Período	Año	Actuación
Primer Período	1957	Firma del Tratado de Roma (introducción de la Política Común de Transporte [PCT])
	1970	Primer documento de la Unión Europea con referencia a la industria portuaria (política de no intervención).
Segundo Período	1974	Expansión de la base de la PCT para incluir el transporte marítimo y aéreo.
	1979	Adopción del <i>Paquete de Bruselas</i> .
	1983	Aplicación del Tratado de Roma al transporte marítimo.
	1985	Primera propuesta hacia una Política Común de Transporte Marítimo (PCTM). Se mantiene la política de no intervención en el sector portuario.
	1987	Referencia a la insuficiente actividad de la Unión Europea respecto de la industria portuaria.
Tercer Período	1991	Firma del Tratado de Maastricht. Política para el desarrollo del transporte intermodal TEN-T (Red Transeuropea de Transporte).
	1992	Libro Blanco sobre el futuro de la PCT. Libro Verde sobre el impacto del transporte en el medio ambiente.
	1993	Informe del Parlamento Europeo. Documento referente a la política común de seguridad en el mar.
	1995	Documento referente a la política de tráfico de cabotaje (primera señal de una política europea de puertos).
	1996	Los dos documentos estratégicos paralelos.
	1997	Firma del Tratado de Amsterdam. Libro Verde sobre puertos e infraestructura marítima (revisión de la política de no intervención).
	1998	Documento estratégico para integrar la PCT en el desarrollo sostenible de la Unión Europea y políticas de cohesión.
	1999	Nueva propuesta del Parlamento Europeo hacia una Política Europea de Puertos.
	2000	Los puertos europeos se hacen parte de la TEN-T.
	2001	<i>Paquete de Puertos</i> . Libro Blanco sobre una Política Europea de Transporte para 2010. Propuesta de Directiva Europea sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios.
	2003	Comunicación de la Comisión: Programa de fomento del tráfico de cabotaje. Rechazo de la Propuesta de Directiva por parte del Parlamento Europeo.
	2004	TEN-T <i>Guidelines</i> . Comunicación de la Comisión sobre el transporte marítimo de corta distancia. Nueva propuesta de Directiva Europea sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios.

Fuente: Chlomodis y Pallis (2002) y elaboración propia.

de cabotaje) debería promocionarse como una forma de aliviar la congestión del transporte terrestre, sobre todo teniendo en cuenta el punto de vista de la estrategia de movilidad sostenible.⁴ Este Libro Blanco recogía las ideas de varios informes y trabajos previos, entre los que se encuentran: la política portuaria común (EU Parliament 1981), el informe Carossino (EU Parliament 1982), *Towards a Common Transportation Policy* (EU Parliament 1983) y *Progress Towards a Common Transport Policy* (EU Commission 1985 y EU Parliament 1986).

Un nuevo informe sobre la importancia de la política portuaria común en el contexto del mercado único fue elaborado en julio de 1993 (EU Parliament 1993). El propósito de este estudio era proporcionar información acerca de la estructura general y los criterios que deberían guiar el diseño de la política portuaria común. Las principales recomendaciones de este informe eran muy similares a las propuestas en informes previos y los únicos temas nuevos eran los relacionados con la selección y evaluación de proyectos de interés común y los procedimientos de seguridad. También se sugería a los países miembros que modificasen sus legislaciones para eliminar las condiciones legales o efectivas que dirigían a prácticas no competitivas opuestas a los artículos 85 y 86 del Tratado de Roma, tales como los derechos exclusivos y otras formas de posición dominante.⁵

El interés y los esfuerzos de la Unión Europea para crear la red de transporte transeuropea se aprecian claramente en los artículos 129 y 130 del Tratado de Maastricht, si bien la planificación de las infraestructuras sigue siendo responsabilidad de cada Estado miem-

⁴ Es aquella que permite al transporte cumplir con su papel económico y social a la vez que contiene sus efectos sobre el medio ambiente. El transporte marítimo de cabotaje es una alternativa razonable cuando se compara con otros modos porque, no teniendo problemas de congestión, presenta menores costes de infraestructura, menor impacto medioambiental y menor consumo de energía por tonelada y kilómetro.

⁵ En este sentido, es interesante recordar dos decisiones de la Corte Europea de Justicia en temas portuarios. En 1991, se declaró ilegal que un Estado miembro garantizara a una compañía nacional derechos exclusivos para organizar el trabajo portuario, así como obligar a tal compañía a emplear exclusivamente trabajadores portuarios nacionales. En 1994, se eliminaron las tarifas de practicaje que discriminaban entre los barcos que realizaban transporte de cabotaje y los que llevaban tráfico internacional. La Corte sostuvo que tal práctica era un abuso de posición dominante y discriminatoria.

bro (artículo 129 del Tratado de Maastricht). En la Comunicación de la Comisión (EU Commission 1992b) se mencionaba la necesidad de integrar a los puertos en una red de transporte transeuropea.⁶

En abril de 1994, la Comisión aprobó una propuesta para establecer las orientaciones para el desarrollo de una red de transporte transeuropea. Como resultado de estos pasos previos, se creó un grupo de expertos en puertos dentro de la Oficina General de Transporte Marítimo de la Comisión Europea para proponer las líneas a seguir y elegir los puertos que deberían integrarse en la red europea de transporte. Durante las discusiones de este grupo de expertos se extendió la opinión de que debido a la intensa competencia entre puertos no era recomendable el establecimiento de una red de puertos de interés común. Finalmente, la Comisión afirmó explícitamente que «[...] no se señalaría ningún puerto de interés comunitario porque esto podría distorsionar el principio de libre y justa competencia entre puertos».

A pesar de todo ello, durante la discusión de estas orientaciones, varios Estados miembros y el Parlamento Europeo han enfatizado la necesidad de incluir las localizaciones geográficas de los puertos para establecer una verdadera red de transporte marítimo. Esta cuestión fue resuelta por un compromiso de la Comisión para preparar un informe durante 1997 identificando un conjunto de puertos elegibles en línea con el enfoque seguido en el componente aéreo de la Red Transeuropea de Transporte. Los proyectos europeos podrán ser implementados sólo en algunos de los puertos del conjunto seleccionado. Las orientaciones fueron finalmente aprobadas en julio de 1996 (Aragón 1996).

5.3.2. La evolución hacia una propuesta de directiva portuaria

En 1997, la Comisión elabora el *Libro Verde sobre los puertos y las infraestructuras marítimas* (EU Commission 1997) que constituye el primer intento de la Comisión Europea de lograr una armonización política en el ámbito portuario. El propósito del Libro es alimentar el debate sobre la eficiencia de los puertos y las infraestructuras ma-

⁶ Al integrarse en la red transeuropea, los puertos son considerados como parte de la infraestructura europea de transporte. Esto implícitamente significa que van a ser tratados como un servicio público, al igual que otras infraestructuras de transporte.

rítmicas, la aplicación de las reglas de la competencia a la industria, así como su integración en la red multimodal de transporte europea. El Libro Verde concluye que se debe desarrollar una regulación a nivel europeo para lograr una liberalización más sistemática del mercado de servicios portuarios en los principales puertos con tráfico internacional. El debate generado posteriormente por el Libro Verde se centró en tres cuestiones:

- La inclusión de los puertos en la red transeuropea de transporte.
- La regulación sistemática del acceso al mercado de los servicios portuarios (EU Commission 2001a).
- La financiación pública de los puertos y las infraestructuras portuarias (EU Commission 2001b).

En el *Libro Blanco sobre la Política de Transporte Europea para el 2010* (EU Commission 2001c) la Comisión propuso el desarrollo de las *autopistas del mar* como una alternativa competitiva al transporte terrestre. En el Libro se establece que estas autopistas deben ser parte de la TEN-T. El objetivo de la red de *autopistas del mar* es introducir un nuevo concepto de intermodalidad marítima basada en la cadena logística europea que podría conducir a un cambio estructural en la organización del transporte europeo. Esta cadena puede ser más eficiente y sostenible que la red de carreteras europeas desde un punto de vista ambiental.

Todo ello se tradujo en una propuesta de Directiva *sobre acceso al mercado de servicios portuarios* también conocida como *paquete de puertos* (EU Commission 2001d). En esta Directiva se introdujeron varias enmiendas, pero fue finalmente rechazada por el Parlamento Europeo a finales de noviembre de 2003 (EU Parliament 2003).

Básicamente, la Directiva, que era de aplicación a puertos con un tráfico medio anual de al menos 1,5 millones de toneladas o 200.000 pasajeros,⁷ tenía como objetivos aprobar la liberalización de los servicios portuarios, excluido el practicaje, y reforzar las normas

⁷ Los Estados miembros pueden excluir puertos cuyo tráfico sea muy estacional.

para la autoasistencia,⁸ que quedaba limitada a la realizada por la tripulación de los buques.

La autoasistencia, que era una parte de menor importancia en la propuesta de Directiva, centró la atención del debate. La medida fue muy cuestionada por los estibadores, cuya presión fue clave a la hora de condicionar el voto. Como consecuencia de ello, la esencia de la propuesta quedó relegada a segundo término. La parte fundamental de la Directiva hacía referencia a la introducción de competencia en los mercados de servicios portuarios y a la claridad y transparencia de las relaciones entre autoridades portuarias y operadores de servicios.

Varias enmiendas se ocupaban de la cuestión de la autoasistencia, mientras que otras señalaban la necesidad de transparencia en las relaciones financieras, en particular sobre la financiación estatal en puertos. Se trataba de garantizar una competencia leal entre puertos. Sin embargo, como señala Farrel (2001), la Directiva sólo exigía a las autoridades portuarias que mantuvieran una contabilidad separada del resto de las actividades cuando actuaran como prestadoras de servicios.

La suma de las diferentes propuestas se enlaza con el desarrollo de una política transparente de financiación y tarificación de la infraestructura portuaria. Ésta es una de las dificultades de la política común debido a la diversidad de formas de financiación y cobro por infraestructuras de la Unión Europea. El rechazo por parte del Parlamento Europeo de la propuesta de Directiva sobre acceso al mercado de servicios portuarios supuso la pérdida temporal de la oportunidad de tratar el tema de la transparencia financiera en los puertos de la Comunidad. En el documento *sobre los regímenes de financiación pública y los sistemas de tarificación en la industria portuaria de la Comunidad* (EU Commission 2001b) se señala, entre otras consideraciones, que «[...] la competencia dentro y entre puertos se ve limitada por la influencia de las inversiones públicas»; además, se con-

⁸ La *autoasistencia* significa que el usuario del puerto, utilizando a su propio personal habitual, se proporciona directamente una o varias categorías de servicios portuarios y, normalmente, no realiza ningún contrato con una tercera parte para la provisión de dichos servicios (EU Commission 2001d). Esto quiere decir, por ejemplo, que las actividades de carga las puede llevar a cabo personal del buque con material de la naviera.

cluye que «[...] los procedimientos de acceso a los servicios portuarios se caracterizan por ser poco claros, dificultando la libertad de entrada a estos mercados».

Con respecto a los objetivos específicos del proyecto de puertos de interés común, el énfasis se puso en redirigir el tráfico desde la carretera al transporte marítimo e impulsar el tráfico de cabotaje (EU Commission 1999a). La estrategia, de acuerdo con el concepto de red de transporte multimodal, estaba basada en el supuesto de que la integración completa de los puertos en la TEN-T, al mismo tiempo que fomenta el tráfico de cabotaje, y facilita la creación de una red multimodal, conecta las regiones remotas. La política de precios es una de las medidas necesarias para conseguir el objetivo de cambio modal propuesto por la Comisión, de manera que se incentive el tráfico marítimo de corta distancia en detrimento del transporte por carretera (Adler et al. 2003).

En octubre de 2003, la Comisión Europea adoptó la propuesta de la revisión de la TEN-T. Dentro de esta propuesta destaca la supuesta creación de la red de *autopistas del mar* con cuatro arterias marítimas identificadas a través de Europa. El objetivo era concentrar el flujo de carga en unas cuantas rutas marítimas con la idea de establecer enlaces para el transporte de mercancías entre los Estados miembros, reducir la congestión de las carreteras y mejorar el acceso a la periferia. Estos objetivos se presentaron en la *TEN-T Guidelines*, de abril de 2004 (EU Commission 2004a). Este documento proporciona un marco legal para la financiación de las *autopistas del mar*. De esta manera, queda definitivamente olvidada la idea de la inclusión de puertos concretos en la red de transporte. Sin embargo, estos objetivos no son nuevos, ya que, como se ha comentado, en el *Libro Blanco sobre la Política de Transporte Europea para el 2010* (EU Commission 2001d) el tráfico de cabotaje es la principal alternativa propuesta en la política de transporte de la Unión Europea para la próxima década. Así, el traspaso del tráfico de mercancías desde la carretera al mar se convierte en un objetivo político prioritario.

5.3.3. El segundo intento de directiva de acceso al mercado de servicios portuarios

Como respuesta al rechazo, por parte del Parlamento Europeo (EU Parliament 2003), de la primera Directiva sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios (noviembre de 2003), la Comisión Europea adoptó una segunda propuesta de Directiva en octubre de 2004 (EU Commission 2004b). La idea subyacente en la nueva propuesta es impulsar la competitividad de los puertos de la Unión Europea definiendo un conjunto de *normas específicas y claras* para el acceso al mercado de los diferentes operadores portuarios. También, se pretende contribuir a reducir la congestión y la contaminación ambiental mediante el fomento del transporte marítimo de corta distancia o cabotaje intracomunitario.

Como se ha puesto de manifiesto en el debate sobre la necesidad de fomentar un ambiente competitivo dentro del ámbito portuario europeo, la industria portuaria es prácticamente el único sector de los transportes sin un marco jurídico comunitario. Enlazando esta propuesta con la promoción del tráfico de cabotaje y la intermodalidad, la Comisión ha subrayado que «no habrá *autopistas del mar* sin un marco jurídico transparente».

Al igual que con la propuesta de Directiva inicial, el propósito de esta iniciativa es abrir a la competencia los servicios portuarios para los puertos de tamaño medio (más de 1,5 millones de toneladas en productos y 200.000 pasajeros al año).

Puesto que el principal detonante del rechazo de la propuesta Directiva fue la *autoasistencia*, en la nueva propuesta Directiva se plantea un concepto más restringido. El nuevo concepto de *autoasistencia* se limita a los barcos que hacen tráfico regular en las *autopistas del mar* de la Unión Europea o que hacen cabotaje comunitario. Además, para poder realizar esta actividad tiene que haber una autorización previa por parte de la autoridad portuaria.

La propuesta de Directiva recoge como novedad que las autoridades portuarias tienen que conceder una autorización para que los distintos agentes puedan operar en los puertos bajo su control. Por otro lado, con el fin de evitar que las empresas operadoras de servicios portuarios se conviertan en monopolios privados, se establece que las concesiones se tendrán que otorgar por un tiempo limitado,

en función del tipo de inversión. Se introduce un período de ocho años cuando no hay inversiones por parte de los operadores, de doce cuando sean inversiones movibles y de treinta si son fijas. En cuanto a los concesionarios ya establecidos, la propuesta de Directiva plantea que se tendrán que adaptar a la normativa europea en un plazo de treinta y seis meses desde la adopción de la Directiva y, en caso necesario, serán indemnizados. En resumen, se autorizan dieciocho meses para la adopción de la propuesta en los Estados miembros y dieciocho suplementarios para la adaptación de la industria.

5.3.4. El desarrollo de la política portuaria europea

La posición de los Estados miembros con respecto al papel de los puertos en la Unión Europea ha dependido siempre de la situación y significado económico de los puertos en sus sistemas de transportes. Tradicionalmente, los Estados miembros y los puertos más importantes se han resistido con tesón a los intentos de las instituciones europeas para lanzar una política común de puertos, ya que la creación de una estructura portuaria europea reduciría su autonomía. Las reacciones a la propuesta de Directiva sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios fueron diversas. Mientras que algunos países se oponían, como Suecia y Gran Bretaña, la mayor parte de los Estados, en particular España, la apoyaban con firmeza (Editorial 2002). La lentitud hacia una política portuaria común no reduce el interés que está mostrando la Unión Europea en reforzar el papel del transporte marítimo de corta distancia en el logro del objetivo de movilidad sostenible.

Posiblemente, la falta de progreso hacia una política común de puertos refleja la gran variedad de objetivos políticos, estructuras financieras y patrones de propiedad que existen en los puertos de la Unión Europea y que tienen importantes implicaciones en la formulación de una política portuaria común. Algunos países siguen una política comercial basada en que el usuario debe soportar todos los costes que genera en el sistema (enfoque anglosajón), mientras que otros países consideran a los puertos como una herramienta de política macroeconómica al servicio de objetivos tales como la generación de empleo, el desarrollo económico, etc. (enfoque continental). Esto tiene implicaciones importantes en cuanto a la financiación y subsidio de los puertos, uno de los puntos importantes de fricción para llegar a una política portuaria común.

En definitiva, a pesar de los encuentros de diferentes grupos de trabajo y la multitud de informes, el proceso de integración apenas ha empezado para los puertos europeos, situación que empeoró con el rechazo de la Directiva por parte del Parlamento Europeo. La nueva propuesta de Directiva trata de enlazar los diferentes temas abiertos en el seno del sistema portuario europeo. Están pendientes las cuestiones siguientes:

- a) Conexión entre la Política Común de Transporte y los puertos europeos. La integración de los puertos en la red de transporte europea.
- b) Los puertos como puntos de transbordo en la cadena combinada de transporte. La multimodalidad.
- c) Promoción y desarrollo del tráfico marítimo de corta distancia. El tráfico de cabotaje.
- d) La red de *autopistas del mar*.
- e) Introducción de competencia en los servicios portuarios y acceso al mercado.
- f) Políticas de financiación pública y tarificación de la infraestructura portuaria.
- g) El papel de los puertos en la seguridad marítima y en la protección del medio ambiente.

Todos estos temas, aunque diferentes, están fuertemente enlazados. Tal y como puso de manifiesto la Comisión Europea antes de llegar a un consenso en el debate de la política portuaria común, es necesario establecer un marco jurídico comunitario que sirva de referencia a los distintos agentes que participan en la industria portuaria.

- a) *Conexión entre la Política Común de Transporte y los puertos europeos. La integración de los puertos en la red de transporte europea*

Una vez reconocido que los puertos tienen que estar conectados con la Red de Transporte Europea, la Comisión recoge entre sus objetivos prioritarios la determinación de la forma de integración de los puertos en dicha red. Por ejemplo, por ahora, sólo se han mencionado las rutas de las *autopistas del mar* (v. punto d), a pesar de la insistencia en que se concretaran los nombres de los puertos que in-

tegrarían la red. La idea que subyace es que podría ser anticompetitivo señalar algún puerto de interés comunitario para que forme parte de la TEN-T.

b) *Los puertos como puntos de transbordo en la cadena combinada de transporte. La multimodalidad*

El objetivo de este sistema es promover los servicios combinados de transporte mar-tierra tanto de corta como de larga distancia (EU Commission 1999b). El fomento de la multimodalidad favorece el transporte marítimo, ya que se incentiva la rapidez de las transferencias del tráfico marítimo al terrestre. Estos intercambios se llevan a cabo en los puertos. Por tanto, la necesidad de puertos eficientes se hace patente.

Con esta idea la Comisión aprobó una propuesta de Directiva de *normalización de las unidades de carga intermodales* de manera que se facilite el transporte intermodal de mercancías (EU Commission 2003a). Con esta Directiva se propone introducir en el sistema unidades de carga normalizadas, más seguras, eficaces y apilables, que contribuyan a eliminar los cuellos de botella tan frecuentes en los puertos.

La Directiva hará posible que todas las unidades de carga intermodales que transiten por Europa se revisen y pasen por los controles periódicos previstos también para el tráfico internacional en el Convenio sobre la Seguridad de los Contenedores. Otro de sus objetivos es armonizar algunos aspectos concretos; por ejemplo, será más fácil la revisión y la manipulación de las unidades de carga intermodales, con lo que se conseguirán importantes aumentos de productividad. Por último, estas unidades de carga serán más seguras, ya que se les exige el uso de los sistemas de alarma contra la intrusión (por ejemplo, sellos electrónicos).

El texto aprobado por la Comisión propone otra medida importante: la creación de las unidades de carga intermodales europeas, que presentan las ventajas de las cajas móviles (gran capacidad) y de los contenedores (gran resistencia y facilidad para ser apilados). Las unidades de carga intermodales y las unidades de carga intermodales europeas tendrán que cumplir unos requisitos específicos que determinará el Comité Europeo de Normalización. De esta

manera estarán autorizados a circular por Europa (EU Commission 2003a):

- Los contenedores normalizados ISO que respeten las dimensiones máximas de la Directiva 96/53/CE.
- Las unidades de carga intermodales que estuvieran en servicio cuando se introduzcan las normas, hasta el final de su vida útil.
- Las nuevas unidades de carga intermodales y las unidades de carga intermodales europeas diseñadas para facilitar el transbordo entre la carretera, el ferrocarril, las vías navegables y el transporte marítimo de corta distancia.

c) *Promoción y desarrollo del tráfico marítimo de corta distancia. El tráfico de cabotaje*

La Comisión aprobó un programa de *fomento del transporte marítimo de corta distancia* con la finalidad de promover esta modalidad de transporte y clarificar todos los aspectos que introduce este enfoque (EU Commission 2003a).

El programa presentado por la Comisión Europea consiste en 14 medidas que dan protagonismo al papel del transporte marítimo de corta distancia en Europa (v. cuadro 5.3). El objetivo de una de las medidas es armonizar el gran número de especificaciones técnicas existentes sobre las cajas móviles utilizadas en el comercio intracomunitario, las cuales, por su disparidad, suponen un coste adicional innecesario. Este planteamiento dista mucho de ser únicamente técnico, ya que contribuirá en gran medida a que la intermodalidad se convierta en una realidad.

El tráfico de cabotaje presenta dos importantes ventajas. La primera es que desde el punto de vista del medio ambiente es mucho menos contaminante que otros modos de transporte que en estos momentos son mayoritarios como, por ejemplo, el transporte por carretera. La segunda es el ahorro en costes que supone. Según un estudio realizado por la Shortsea Promotion Centre-Spain (SPC-Spain), en el 70% de las 210 cadenas logísticas que se analizaron, los ahorros de coste al utilizar la alternativa del tráfico marítimo de corta distancia son superiores al 10%. A ello se une que, en el 35% de las conexiones, la distancia total a recorrer se reduce considerablemente y, en el 26% de los trayectos, la utilización

CUADRO 5.3: Medidas de fomento del transporte marítimo de corta distancia

A) Acciones legislativas

- Aplicación de la Directiva sobre las formalidades de información para los buques que lleguen a los puertos de los Estados miembros de la Comunidad y salgan de éstos.
 - Aplicación del programa Marco Polo.
 - Normalización y armonización de las unidades de carga intermodales.
 - *Autopistas del mar*.
 - Mejora de los resultados medioambientales del transporte marítimo de corta distancia.
-

B) Acciones técnicas

- Guía de los regímenes aduaneros aplicables al transporte marítimo de corta distancia.
 - Determinación y eliminación de los obstáculos a la mejora del transporte marítimo de corta distancia.
 - Aproximación de las prácticas nacionales e informatización de los regímenes aduaneros comunitarios.
 - Investigación y desarrollo tecnológico.
-

C) Acciones operativas

- Ventanillas administrativas únicas.
 - Preservar el papel esencial de las personas de contacto del transporte marítimo de corta distancia.
 - Garantizar el buen funcionamiento y la asistencia a los centros de fomento del transporte marítimo de corta distancia.
 - Fomentar la imagen del transporte marítimo de corta distancia como alternativa de transporte satisfactoria.
 - Recopilación de datos estadísticos.
-

Fuente: EU Commission (2003a).

del cabotaje marítimo de corta distancia reduce el tiempo de tránsito.

Por otro lado, dicha asociación considera que para que el tráfico de cabotaje sea competitivo se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Seleccionar trayectos marítimos superiores a las 450 millas.
- Adecuar la velocidad del buque para maximizar las rotaciones.

- Centrar los objetivos de captación de tráficos de la carretera cuando éstos cubran distancias superiores a los 1.500 kilómetros.
- Concentrar los servicios marítimos para garantizar un mayor número de frecuencias.
- Favorecer la interrelación con empresas de transporte por carretera de otros países.

Sin embargo, y a pesar de estas ventajas, el tráfico de cabotaje es percibido todavía por los cargadores como un medio de transporte poco fiable.

Tal y como reconoce la Comunicación de la Comisión (EU Commission 2004c) hay una serie de obstáculos que impiden que este modo de transporte se desarrolle con toda la rapidez que se espera:

- No ha conseguido integrarse plenamente en la cadena intermodal de distribución puerta a puerta.
- Mantiene todavía la imagen de una industria anticuada.
- Supone procedimientos administrativos complejos.
- Requiere una eficacia portuaria elevada.

Aunque el transporte marítimo de corta distancia cuenta con el apoyo total de la Comisión, todavía faltan algunos puntos por limar, como la concreción del concepto de *autopistas del mar* o una política de ayudas financieras acorde con la realidad, ya que los 100 millones de euros presupuestados por el programa Marco Polo⁹ para los años 2003-2006 resultan poco menos que simbólicos. Debido a ello, en julio de 2004, la Comisión presentó una propuesta (EU Commission 2004c) para establecer una ampliación del presump-

⁹ En el Libro Blanco sobre el transporte en el horizonte de 2010, la Comisión Europea propuso una serie de medidas para equilibrar los diferentes modos de transporte. Una de las medidas para alcanzar este objetivo es el programa Marco Polo, cuyo objetivo es reducir la congestión viaria y mitigar los efectos nocivos del actual sistema de transportes sobre el medio ambiente, a través de la intermodalidad. Para ello, el programa apoya económicamente iniciativas en los campos del transporte de mercancías y la logística a fin de que los 12.000 millones de toneladas por kilómetro de incremento previsto anualmente se traspasen al cabotaje, el ferrocarril y las vías interiores navegables o a una combinación de estos modos, minimizando los recorridos por carretera.

to hasta 740 millones de euros, con la denominación de Marco Polo II (2007-2013).

Por último, el transporte marítimo de corta distancia utilizaría las *autopistas del mar* como medio de transporte. Pero el tráfico de cabotaje es un concepto más amplio que el de *autopista del mar*, ya que, además de las conexiones internacionales entre países comunitarios, se intenta establecer conexiones con terceros países cercanos, dentro de un mismo país, y entre el continente y las islas.

d) *La red de autopistas del mar*

Con el objetivo de reducir la congestión de las vías terrestres y conectar los estados periféricos y las islas, la Comisión propone la creación de una red de *autopistas del mar*, que se integre en la Red Transeuropea de Transporte.

El propósito en este aspecto es señalar unas rutas determinadas, ya que no parecía adecuado, desde el punto de vista de la competencia, integrar puertos concretos. Estas *autopistas del mar* estarían integradas en la red como las carreteras o el ferrocarril. Las rutas de las *autopistas del mar* (v. mapa 5.1) que la Comunicación de la Comisión propone son las siguientes (EU Commission 2004b):

- Autopista del mar Báltico (conecta los Estados miembros del mar Báltico con los de Europa Central y Oriental, incluida la ruta a través del mar del Norte/Canal del mar Báltico).
- Autopista del mar de Europa Occidental (de Portugal y España, a través del Arco Atlántico del mar del Norte y el mar de Irlanda).
- Autopista del mar de Europa Sudoriental (que une el mar Adriático con el mar Jónico y el Mediterráneo Oriental, incluido Chipre).
- Autopista del mar de Europa Sudoccidental (Mediterráneo Occidental, que conecta España, Francia e Italia, incluida Malta, así como la autopista del mar de Europa Sudoriental, incluidos los enlaces con el mar Negro).

Finalmente, el Parlamento Europeo aprobó la posición del Consejo sobre la propuesta de la Comisión en abril de 2004. En virtud del artículo 12 bis sobre las *autopistas del mar* se autoriza la ayuda co-

MAPA 5.1: Autopistas del mar



— Autopistas

munitaria para esta modalidad de transporte. De esta manera, los Estados miembros podrán subvencionar, con ayuda de la Comunidad, infraestructuras, instalaciones y sistemas de gestión de la distribución.

Nuevamente, el debate está abierto, y se plantea el eterno problema de la financiación pública de los puertos de la Unión Europea y hasta qué punto se distorsiona la competencia perjudicando a aquellos puertos que, por sus características, no puedan acceder a estas ayudas comunitarias.

e) *Introducción de competencia en los servicios portuarios y acceso al mercado*

Las razones habitualmente esgrimidas para justificar la existencia de restricciones al acceso a los servicios portuarios son las siguientes: espacio limitado, seguridad marítima, protección medioambiental, etc. Más allá de estas situaciones, los servicios deben prestarse con el mayor grado de competencia que las especiales características de cada uno de ellos permitan. En este ámbito, la nueva propuesta de Directiva sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios recomienda la total liberalización de los servicios, animando a la introducción de competencia en dos frentes:

- Entre los distintos puertos: se trata de lograr un marco más transparente en lo que se refiere a la financiación pública de infraestructuras (v. punto *f*).
- Dentro de los puertos: entre diferentes operadores de un mismo servicio en un puerto. La idea es conseguir que los servicios portuarios se presten de forma eficiente a los usuarios de los puertos.

La propuesta plantea introducir participación privada a través de autorizaciones y concesiones cuando la competencia no sea posible. Los procesos de licitación deben ser claros y transparentes, garantizando la prestación del servicio en situaciones similares a los mercados competitivos. Se establecen para los operadores plazos concretos de explotación de los servicios en régimen de concesión (ocho años cuando no hay inversiones y un período de doce o treinta años cuando las inversiones son móviles o fijas, respectivamente; v. epígrafe 3.3).

La nueva propuesta de Directiva presenta algunos cambios con respecto a la original, pero la esencia sigue siendo la misma, sin embargo se espera un profundo debate dentro de la industria portuaria sobre la nueva propuesta de normativa. Una de las principales razones para este debate es que no ha habido consultas previas con los principales operadores de la industria.

Otra de las críticas a la nueva propuesta de Directiva surge a raíz de estudios (ESPO 2004) que sitúan a los puertos europeos entre los más eficientes. Por tanto, la idea de lograr que los puertos sean más competitivos, justificación de la Comisión para la propuesta de Directiva, parece carente de sustancia.

f) *Políticas de financiación pública y tarificación de la infraestructura portuaria*

Respecto de estas cuestiones, el debate se centra en las necesidades de financiación pública de los puertos europeos. Hay países que mantienen que debe imperar el enfoque anglosajón sobre tarificación, de modo que los usuarios paguen los costes del sistema. De esta manera, se puede conseguir que los puertos sean competitivos, ya que las subvenciones pueden generar distorsiones a la libre competencia. Otras voces reclaman que mientras en los puertos se aplica el principio del *usuario pagador*, en otros modos de transporte, como las carreteras y los ferrocarriles, las infraestructuras están subvencionadas. Esta situación crea una distorsión modal, ya que precisamente los modos de transporte que más impacto ambiental generan son los que están siendo subsidiados.

En este sentido, las conclusiones del documento *sobre los regímenes de financiación pública y los sistemas de tarificación en la industria portuaria de la Comunidad* (EU Commission 2001b) fueron las siguientes:

- Prácticamente, el 10% de la inversión pública total en infraestructuras de transporte se dedica a infraestructura portuaria, lo que implica que todavía es notable la influencia de la financiación pública en los puertos. A pesar de esta importancia, la financiación pública en infraestructura tiene más peso en otros modos de transporte.
- La competencia dentro y entre puertos se ve limitada por la influencia de las inversiones públicas. Por ejemplo, los operadores de algunos puertos se pueden ver favorecidos por las inversiones en infraestructuras frente a operadores de puertos competitivos.
- Se ha observado que la transparencia en las transferencias financieras es muy escasa en la industria portuaria. Conseguir que la información sea transparente y fluida es un objetivo que supondría garantizar que las condiciones dentro y entre puertos fuesen similares.
- Los sistemas de tarificación y las prácticas de recuperación de costes de los puertos de la Comunidad varían considerablemente.

- Los procedimientos de acceso a los servicios portuarios se caracterizan por ser poco claros, dificultando la libertad de entrada a estos mercados.

Aunque se extrajeron estas conclusiones, los resultados del documento no fueron demasiado claros. Se pretendía recopilar información en forma de inventario sobre la financiación pública y los sistemas de tarificación y sobre el acceso al mercado de los servicios. Para ello se elaboró un cuestionario a cumplimentar por los Estados miembros, pero la calidad de las respuestas fue muy irregular, lo que pone de manifiesto que, en general, la falta de transparencia del sistema es un hecho.

La Comisión Europea ha propuesto iniciar un nuevo estudio sobre financiación pública y sistemas de tarificación de los puertos europeos (*Study on the Public Financing of Seaports in the EU*). Este estudio se centrará en los 30 puertos mayores de la Unión Europea y pretende identificar, describir y cuantificar la financiación pública que fue asignada a estos puertos durante el año 2003. Se prevé que el estudio se inicie antes de finales de 2004, y que proporcione información más detallada sobre los sistemas de financiación portuaria europea.

Por otro lado, el proyecto ATENCO (1999), que analiza la estructura de costes de los puertos europeos, dejó claro que existe una financiación pública *invisible* en los puertos europeos. Sin embargo, este estudio reconoce que hay un relativo consenso entre las autoridades portuarias y los usuarios de los puertos acerca de la necesidad de una contabilidad transparente. Otra conclusión derivada de este proyecto es que parece que hay acuerdo sobre la necesidad de que las autoridades portuarias sean entidades autónomas, con capacidad de autofinanciación, y que adopten un enfoque mediante el cual el usuario soporta todos los costes que genera en el sistema.

g) *El papel de los puertos en la seguridad marítima y en la protección del medio ambiente*

Los actos terroristas, en especial los del 11 de septiembre de 2001 en Estados Unidos y el 11 de marzo de 2004 en España, han aumentado la preocupación por la seguridad en la Unión Europea, que se ha visto plasmada en el caso de los puertos en dos acciones:

- La primera cubre la seguridad de los buques y de las instalaciones portuarias y consiste en trasladar el texto adoptado en la conferencia diplomática sobre protección marítima, celebrada en la sede de la IMO (International Maritime Organisation), a la legislación europea. Como resultado de ello, el código ISPS (International Ship and Port Security) tuvo que ser adoptado por los puertos europeos el 1 de julio de 2004.
- La segunda fue la propuesta de la Directiva de febrero de 2004 sobre seguridad portuaria, mediante la cual se pretende instaurar un régimen adecuado de seguridad en todo el recinto portuario. La principal discusión en torno a esta cuestión se centra en la propuesta de la Comisión sobre la necesidad de establecer un sistema de inspección por parte de la Comunidad.

5.3.5. La regulación de los puertos en España. Un ejemplo

En España, los puertos están sometidos a una regulación estrecha de las condiciones básicas en las que los agentes económicos desempeñan la prestación de servicios dentro del área portuaria. Esta regulación se materializa en la *Ley 48/2003, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general* (Jefatura del Estado, 2003),¹⁰ que concibe a las autoridades portuarias como entes reguladores y proveedores de infraestructuras y sólo subsidiariamente como prestadores de servicios.

En la estructura del sistema portuario español se pueden distinguir dos grupos de puertos: los puertos de interés general,¹¹ cuya titularidad corresponde al Estado (*artículo 149.1.20 de la Constitución*

¹⁰ Con anterioridad a esta fecha, los puertos se regían por la *Ley 27/1992, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante* (Jefatura del Estado, 1992), modificada por la *Ley 62/1997 de 26 de diciembre* (Jefatura del Estado, 1997) que, con respecto a la situación anterior a 1992, supuso un cambio en la gestión del sistema. Por un lado, se produjo una descentralización y, por otro lado, se apostó por una gestión comercial de los puertos.

¹¹ Según la *Ley 27/1992* tienen la consideración de puertos de interés general: los puertos en los que se efectúan actividades comerciales marítimas internacionales, aquellos cuya zona de influencia comercial afecta de forma relevante a más de una comunidad autónoma, los que sirven a industrias o establecimientos de importancia estratégica para la economía nacional, aquellos cuyo volumen anual y características de sus actividades comerciales marítimas alcanzan niveles suficientemente relevantes o responden a necesidades esenciales de la actividad económica general del Estado, o los que, por sus especiales condiciones técnicas o geográficas, constituyen elementos esenciales para la seguridad del tráfico marítimo, especialmente en territorios insulares.

Española), y los que no tienen esta consideración: puertos de refugio, pesqueros, no comerciales y deportivos, cuya competencia recae sobre las respectivas comunidades autónomas (*artículo 148.1.6 de la Constitución Española*).

El esquema básico de funcionamiento contempla un único modelo de organización y gestión para todos los puertos de interés general que consiste en atribuir las facultades de gestión a una autoridad portuaria, constituida como entidad de derecho público con autonomía de gestión, dotada de personalidad jurídica y presupuesto propio, que opera bajo la coordinación y control del ente público Puertos del Estado. Este ente público, con responsabilidades globales sobre el conjunto del sistema portuario y funciones de *holding* sobre las autoridades portuarias, se encarga de la ejecución de la política portuaria del gobierno y de la coordinación y control de la eficiencia del sistema portuario de titularidad estatal.

Desde el punto de vista económico-financiero, destaca la financiación de Puertos del Estado a partir de los recursos generados por el conjunto del sistema portuario. Se consolida un fondo de compensación, con destino a inversiones del conjunto del sistema portuario, de modo que se alcance la autofinanciación del sistema portuario, reduciendo la necesidad de acudir a subvenciones y transferencias a cargo de los Presupuestos Generales del Estado. En este sentido, los ingresos de las autoridades portuarias deben responder al objetivo de lograr la rentabilidad global del conjunto del sistema portuario y de cada uno de los puertos.

La *Ley 48/2003 de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general* tuvo como inspiración los objetivos planteados en la política portuaria europea que se tradujeron en la propuesta de Directiva. A pesar del rechazo de la propuesta de Directiva por parte del Parlamento Europeo en noviembre de 2003, la nueva legislación española fue aprobada por el Parlamento Español, prácticamente en la misma fecha. Dicha Ley potencia el modelo de autoridad portuaria *landlord* con el objetivo de promover la participación del sector privado en la financiación y explotación de instalaciones portuarias y en la prestación de servicios a través del otorgamiento de concesiones y autorizaciones demaniales y de concesión de obra pública.

Uno de los aspectos que contempla la nueva Ley es que las sociedades estatales de estiba y desestiba se conviertan en agrupaciones

portuarias de interés económico, de tal manera que la participación pública presente en dichas sociedades dé paso a un capital completamente privado. Con esta estipulación se pretende reforzar el carácter completamente privado de los servicios portuarios.

Sin embargo, en octubre de 2004, coincidiendo con la nueva propuesta de Directiva europea sobre acceso al mercado de servicios portuarios, se ha anunciado la reforma de la *Ley 48/2003*. Aunque no se conocen las modificaciones que se pretende introducir, fuentes de Puertos del Estado han confirmado que se mantendrá la participación pública en el servicio de estiba y desestiba.

Por otra parte, como ya se ha mencionado, la política portuaria europea contempla el fomento del transporte marítimo de cabotaje. España se encuentra entre los países que más podrían beneficiarse del desarrollo de este modo, ya que participa en dos corredores de los cuatro que ha identificado la Unión Europea con posibilidades de desarrollo.

En resumen, la regulación del sistema portuario español está basada en un esquema en el que la propiedad pública de la infraestructura portuaria (muelles, atraques, etc.) se combina con la privada de la superestructura (remolcadores, almacenes, grúas, etc.). La autoridad pública determina las condiciones en las que la iniciativa privada se desenvuelve fijando precios, condiciones de explotación, duración y características de las concesiones. Con la nueva Ley, además, se garantiza el carácter privado en la prestación de los servicios portuarios. Sin embargo, la anunciada reforma vuelve a introducir incertidumbre en el panorama portuario español que había aprobado la nueva legislación a pesar del rechazo de la Directiva. Todo esto resulta paradójico puesto que coincide con el momento en el que la Unión Europea *lanza al mercado* la nueva Directiva de liberalización de servicios portuarios.

5.4. El sistema portuario europeo en cifras

El transporte marítimo desempeña un papel relevante en el desarrollo económico de las regiones a través del comercio internacional. A modo de ejemplo, basta citar que en el año 2002 aproximadamente el 41% del comercio interior de la Unión Europea se

efectuó por vía marítima, cifra que alcanza el 90% si se consideran los intercambios de esta región con el resto del mundo. Por otro lado, el tráfico de contenedores ha crecido de forma espectacular en todo el mundo. La evolución de los puertos europeos en cuanto al tráfico de contenedores ha seguido la tendencia mundial como lo muestra el cuadro 5.4, donde se observa que, en trece años, este tipo de mercancías ha crecido más del triple en los 20 puertos mayores de contenedores de la Unión Europea.

Según los últimos datos de la Comisión Europea, dados a conocer en 2002, el transporte marítimo de corta distancia ha crecido un

CUADRO 5.4: Evolución del tráfico de contenedores.

Principales puertos europeos

(miles de TEU's)*

Puerto	1990	1995	1999	2000	2001	2002
Róterdam	3.667	4.787	6.245	6.268	6.102	6.515
Hamburgo	1.969	2.890	3.750	4.248	4.689	5.374
Amberes	1.549	2.329	3.614	4.082	4.218	4.777
Bremen/B'haven	1.198	1.524	2.201	2.712	2.896	3.032
Felixstowe	n. d.	n. d.	n. d.	2.853	2.800	2.955
Gioia Tauro	0	16	2.253	2.653	2.488	2.750
Algeciras	553	1.155	1.835	2.009	2.152	2.234
Génova	310	615	1.234	1.501	1.527	1.821
Le Havre	858	970	1.378	1.465	1.525	1.720
Valencia	387	672	1.005	1.308	1.507	1.531
Barcelona	448	689	1.235	1.388	1.411	1.461
Pireo	426	600	965	1.161	1.196	1.405
Southampton	345	681	920	1.061	1.161	1.275
La Spezia	450	965	843	910	975	975
Zeebrugge	342	528	850	965	876	959
Marsella	482	498	664	722	742	811
Goteborg	352	458	624	696	698	756
Livorno	n. d.	n. d.	n. d.	501	532	569
Liverpool	239	406	515	540	524	547
Helsinki	246	296	321	376	438	535
Total	13.821	20.080	30.455	37.420	38.456	42.003

Fuente: EU Commission (2004d).

* TEU: Twenty-feet equivalent unit (unidad utilizada para medir la capacidad de buques en términos de contenedores de 20 pies).

39% en toneladas-kilómetro durante la última década, un crecimiento sólo comparable al de la carretera, que lo hizo en un 41%. Sin embargo, durante la segunda mitad de la década de los noventa, el transporte marítimo de corta distancia creció por encima del transporte terrestre por carretera, con aumentos anuales del 3,5%. Estos incrementos han permitido que, en el año 2002, la cuota de mercado del transporte marítimo de corta distancia sea del 41% del mercado total de transporte de mercancías. El Mediterráneo y el mar del Norte fueron las principales zonas del desarrollo de este medio de transporte, con el 34 y el 31% de las mercancías, respectivamente. Durante el año 2000, últimos datos publicados por la Comisión Europea, por el Mediterráneo se movieron 662 millones de toneladas con este modo. En España, el 65% del transporte marítimo de corta distancia se realizó a través de los puertos mediterráneos, especialmente con Italia, Argelia y Libia.

En el tráfico marítimo de corta distancia que se realiza a través del Mediterráneo, España supone el 14% del total, situándose en segundo lugar por detrás de Italia, donde este tipo de transporte representa el 38% del conjunto de mercancías. De hecho, el arco mediterráneo es el que presenta un mayor potencial de captación de mercancías procedentes de la carretera para el transporte marítimo de corta distancia. Según un estudio de la Shortsea Promotion Centre-Spain (SPC-Spain), los productos más susceptibles de trasladarse hacia el transporte marítimo de corta distancia son los hortofrutícolas y los siderúrgicos.

Se calcula que, para el año próximo, el tráfico susceptible de ser atraído por el transporte marítimo de corta distancia alcanzará los dos millones de toneladas de mercancías. De este total, el arco euro-mediterráneo supondrá algo más de la mitad, con 318.000 toneladas captadas en las rutas con Italia y más de 720.000 toneladas en las rutas con Francia.

Las peculiaridades del transporte marítimo de cabotaje (menores necesidades de infraestructura y de consumo de energía, reducido impacto ambiental y alto nivel de seguridad) llevan a considerar que este tipo de transporte puede contribuir a aliviar la congestión que sufre el transporte terrestre.

En el cuadro 5.5 se presenta la evolución, desde el año 1970 hasta 2002, de la participación de los diferentes modos en el sistema de transporte de mercancías dentro de Europa. Se observa que el

transporte por carretera ha ganado aproximadamente un 10% en el período considerado.

Esta cifra cobra su verdadera relevancia cuando se pone en relación con los niveles crecientes de congestión existentes en las carreteras europeas. Una de las últimas estimaciones (ESPO, 2004) de los costes externos de la congestión de las carreteras se eleva al 0,5% del producto interior bruto (PIB) de la Unión Europea. Se prevé que para el año 2010 la cifra se eleve al 1% del PIB. Sin embargo, las cifras ponen de manifiesto, que por lo menos desde la década de los noventa hasta 2002, las carreteras ostentan el mayor porcentaje en el reparto modal (v. cuadro 5.5). También se observa que la proporción del transporte marítimo en el sistema se ha mantenido estable aproximadamente en un 40% desde los años ochenta hasta la actualidad.

CUADRO 5.5: Mercancías transportadas. Reparto modal.

Unión Europea					
(porcentajes)					
Años	Carreteras	Ferrocarril	Fluvial	Tuberías	Cabotaje
1970	34,7	20	7,3	4,5	33,5
1980	36,3	14,6	5,3	4,3	39,4
1990	41,9	10,9	4,6	3	39,6
1991	42,3	9,8	4,5	3,3	40
1995	43	8,5	4,4	3,1	41
1997	43,7	8,5	4,3	3	40,5
1998	44,7	8,3	4,2	3	39,8
1999	45,1	7,9	4	2,8	40,1
2000	43,2	8,2	4,2	2,8	41,6
2001	44	7,9	4,1	2,8	41,1
2002	44,7	7,7	4,1	2,8	40,8

Fuente: EU Commission (2004d).

En el cuadro 5.6 se aprecia que en la Unión Europea, a partir de los años ochenta, la tasa de crecimiento medio anual del tráfico de mercancías por carretera es superior a la del transporte de cabotaje; antes de esa fecha, la tasa de crecimiento del tráfico marítimo intraeuropeo era superior al de las carreteras. De hecho, a partir de los años noventa, las carreteras pasaron a ser el transporte líder en los movimientos de mercancías intracomunitarios.

CUADRO 5.6: Mercancías transportadas. Cambio medio anual.**Unión Europea**
(porcentajes)

Años	Carreteras	Ferrocarril	Fluvial	Tuberías	Cabotaje	Total
1970-1980	+4,0	+0,3	+0,3	+2,9	+5,2	+3,5
1980-1990	+3,1	-1,3	+0,1	-1,9	+1,7	+1,6
1990-2000	+3,1	-0,2	+1,8	+2,0	+3,2	+2,7
2000-2001	+1,3	-3,2	-0,2	+1,6	-1,3	-0,2
2001-2002	+2,4	-2,2	-0,9	-2,4	+0,1	+0,8

Fuente: EU Commission (2004d).

Si, como parece ser la intención de la Unión Europea, se considera el transporte marítimo de cabotaje como una alternativa al transporte por carretera, habría que fomentar el crecimiento de la participación de este modo de transporte en el sistema, de tal forma que se favorezca la inversión en este modo.

Posiblemente, el intercambio de mercancías en las últimas décadas entre carreteras y cabotaje a favor de las primeras se deba a que las inversiones en carreteras han superado a las inversiones en infraestructura portuaria que enlacen las vías marítimas de cabotaje. Como se observa en el cuadro 5.7, en el período 1998-2001 las inversiones en carretera han supuesto el 26% del total de las inversiones en infraestructuras de transporte, mientras que las inversiones en puertos apenas superan el 7%. Esta situación ha podido contribuir a provocar la actual congestión de las carreteras europeas y ha despertado el interés de la Unión Europea por fomentar el transporte marítimo de cabotaje.

Por último, cabe destacar que la seguridad y fiabilidad en el transporte (robos, roturas, retrasos en la entrega, etc.) también es uno de los factores determinantes a la hora de elegir el modo. Como puede observarse en el cuadro 5.8 las mercancías de mayor valor se transportan en avión, pero es el modo menos utilizado porque es una alternativa que aún resulta cara para el transporte de mercancías. Sin embargo, si el análisis se centra en el transporte por carretera y por vía marítima, el resultado es que las mercancías con más valor se transportan por carretera. Esta característica puede venir motivada porque el transporte por carretera se percibe por parte del usuario como más fiable que el marítimo, por lo menos para

CUADRO 5.7: Inversión total en infraestructuras TEN-T de la UE-15. Período 1998-2001
(millones de euros)

País	Carreteras	Ferrocarriles	Navegación interior	Puertos	Aeropuertos	Total
Austria	639	2.973	3	30	182	3.827
Bélgica	555	1.507	320	1.044	940	4.365
Dinamarca	2.050	3.476	—	122	193	5.840
Finlandia	469	501	16	397	229	1.612
Francia	8.373	9.002	0	486	2.139	20.000
Alemania	7.567	9.303	1.460	2.054	3.522	23.906
Grecia	2.223	1.044	—	134	1.904	5.305
Irlanda	1.886	137	—	136	286	2.446
Italia	1.015	16.114	—	204	915	18.249
Luxemburgo	62	18	—	—	89	169
Holanda	1.550	7.154	283	1.395	2.393	12.775
Portugal	1.376	1.249	—	331	629	3.586
España	3.889	3.998	—	2.423	509	10.818
Suecia	625	1.472	—	356	201	2.654
Reino Unido	1.697	11.121	—	647	327	13.793
Total	33.976	69.069	2.082	9.759	14.458	129.345

Fuente: EU Commission (2004e).

CUADRO 5.8: Valor de los bienes transportados. Tráfico cabotaje.**Unión Europea****Intra EU-15 importaciones (euros/tonelada)**

Marítimo	824	Carretera	1.979	Ferrocarril	1.101
Canales	173	Tuberías	196	Aéreo	95.453

Fuente: EU Commission (2003b).

el tráfico de cabotaje intracomunitario, probablemente porque este último supone más cortes en la cadena de transportes (combinación de mar y tierra y doble proceso de carga y descarga).

5.5. La eficiencia portuaria¹²

5.5.1. Relevancia de la medición de la eficiencia

El denominador común a todos los objetivos planteados por la Unión Europea (v. epígrafe 3.4), en el ámbito portuario, es conseguir un sistema portuario eficiente, como se pone de manifiesto en los diferentes documentos publicados por la Unión Europea.

El argumento principal a favor de la estrategia de incluir los puertos en la TEN-T es lograr un incremento de la eficiencia del sistema de transporte europeo. La consecución de este objetivo pasa por la promoción del tráfico marítimo de cabotaje, lo que permitirá descongestionar los principales corredores de transporte por carretera. Como se reconoce en el programa Marco Polo «[...] se trata de contribuir a un sistema de transporte eficiente y sostenible con el medio ambiente». La introducción de las *autopistas del mar* requiere que los puertos sean rápidos y eficientes para que se conviertan en una auténtica alternativa a las carreteras.

Por otro lado, también es preciso que los puertos, que conectan diferentes modos en la red, funcionen de forma eficiente, de manera que se minimice el coste de pasar por el puerto (por ejemplo, reduciendo el tiempo de espera de las mercancías y el coste de la escala del buque). A este objetivo contribuye que las unidades de carga sean normalizadas, lo que facilita su manipulación intermodal. La introducción de competencia en los mercados de servicios portuarios y la libertad de acceso a estos mercados donde sea posible, puede ayudar a incrementar la eficiencia portuaria agilizando la cadena de transporte.

Como se ha puesto de manifiesto, la integración plena de los puertos en la red transeuropea de transporte requiere un funcionamiento eficiente de los mismos. En este estudio se analiza la situación de los puertos europeos y españoles en relación con la posibilidad real de proporcionar un servicio eficiente que facilite el desarrollo del transporte marítimo.

¹² Una revisión pormenorizada de estudios de eficiencia aplicados al sector portuario puede encontrarse en González y Trujillo (2006).

Este objetivo requiere contar con una base de datos amplia y completa que recoja la evolución temporal de diferentes tipos de variables. Sin embargo, la falta de fiabilidad y comparabilidad de datos estadísticos constituye un problema que afecta al transporte en general, y que tiene su mayor impacto en los puertos en particular. Este obstáculo dificulta la realización de estudios, el desarrollo comercial y la elaboración de políticas eficaces, ya que complica la planificación de las autoridades públicas.

Es indudable, por tanto, que la evaluación de la eficiencia pasa por que todas las unidades portuarias implicadas cooperen en la elaboración de estadísticas completas y fiables. En cualquier caso, un ente independiente podría ser el encargado de coordinar la recopilación de los datos para obtener la información necesaria que permita un conocimiento profundo de la industria.

Sin embargo, según se ha comentado en el epígrafe 3, el sistema portuario no ha empezado a integrarse en las discusiones sobre política común de transporte hasta la última década. Posiblemente, éste es uno de los motivos por los que no se cuenta con información detallada para llevar a cabo un estudio pormenorizado de la industria. Esta información debe incluir variables que permitan abarcar un análisis de la eficiencia con la que están operando los puertos europeos, sobre todo dada la importancia que se le está concediendo a este concepto en todos los objetivos que persigue la Comisión Europea en el ámbito portuario. En este sentido, Coelli et al. (2003) ponen de manifiesto la relevancia de disponer de datos adecuados y presentan los requerimientos deseables de datos para realizar análisis robustos.

A pesar de todo lo expuesto, se ha hecho un esfuerzo por recopilar información de los puertos de la Unión Europea y se ha construido una muestra de 22 autoridades portuarias europeas con la que se ha estimado un modelo que, al menos, permite apreciar las posibilidades de este tipo de estudios. También se ha llevado a cabo un análisis de la eficiencia de las autoridades portuarias españolas con una base de datos más detallada.

5.5.2. Actividad analizada

La actividad económica que se lleva cabo en los puertos no está exenta de complejidad. En los puertos operan diversos agentes que prestan servicios portuarios (v. cuadro 5.1) que comprenden desde los servicios prestados por las autoridades portuarias hasta la intervención de los consignatarios, el remolque de los buques, el practicaje, la manipulación de mercancías, suministro y reparaciones de buques, etc. (v. De Rus et al. 1994) para una explicación detallada de las actividades portuarias). Estas actividades, lejos de constituir un grupo homogéneo, se diferencian en aspectos tales como la naturaleza del servicio, el nivel de competencia o el grado de regulación. Por tanto, desde un punto de vista económico, presentan una gran heterogeneidad, por lo que el análisis de cada una de ellas requiere un tratamiento diferenciado, que tome en consideración sus peculiaridades y características específicas.

Así pues, el análisis de la eficiencia de un puerto pasa por cuantificar la eficiencia de cada uno de los servicios portuarios. Ello permitiría detectar en qué actividad se producen cuellos de botella, que podrían condicionar la eficiencia del puerto en su conjunto. Por ejemplo, podría darse el caso de que una naviera eligiera un puerto en virtud del servicio ofrecido por la empresa de carga y descarga, porque cuenta con medios mecánicos para descargar la mercancía con rapidez y seguridad. Sin embargo, si la autoridad portuaria no es eficiente en la gestión de la infraestructura, el tiempo de espera del buque puede elevarse, restando atractivo a los servicios prestados por la empresa de carga y descarga de la mercancía. Lo mismo sucedería si, por ejemplo, el buque sufre demoras a la espera del servicio de practicaje.

En general, bajo un sistema de organización portuaria tipo *landlord*, predominante en los puertos de tamaño medio y grande, el servicio de gestión de la infraestructura es prestado por autoridades portuarias y el resto de servicios desarrollados en el recinto portuario es suministrado por empresas privadas. La dificultad para recopilar datos es casi siempre mayor en las empresas privadas que en las públicas. En consecuencia, no se han podido encontrar datos suficientes para analizar la eficiencia de las empresas privadas prestatarias de servicios portuarios. De entre estas empresas, reviste especial interés

el análisis de la actividad de las terminales portuarias de carga y descarga de mercancías, pues en general suponen el 80% de la cuenta de escala del buque (De Rus et al. 1994). Por ello, en muchas ocasiones este servicio es el que condiciona la elección del puerto por parte de la naviera. A pesar de la relevancia de la actividad desempeñada por estas empresas, quizá la dificultad para obtener datos explica el hecho de que no abunden estudios sobre eficiencia y productividad aplicados a las terminales portuarias (Noteboom et al., 2000; Cullinane et al. 2002, 2004, 2005a, 2005b y 2005c; Cullinane y Song 2003; Tongzon y Heng 2005; Rodríguez-Álvarez et al. 2005).

Ante las dificultades encontradas en el proceso de obtención de datos se ha optado por cuantificar la eficiencia del servicio de gestión de la infraestructura. La mayor facilidad de acceso a datos en este servicio puede justificar que la actividad portuaria sea una de las más analizadas desde la óptica de la eficiencia (Baños-Pino et al. 1999; Martínez-Budría et al. 1999; Coto-Millán et al. 2000; Bonilla et al. 2002; Pestana 2003; Estache et al. 2002 y 2004; González 2004; Pestana y Athanassiou 2004). No obstante, esta tarea tampoco ha estado exenta de dificultades, puesto que no existe un sistema estadístico homogéneo.

Aunque el servicio de provisión de infraestructura no representa al puerto en su conjunto, puede dar una idea de la actividad del puerto. De manera que, a igualdad de condiciones en la prestación del resto de los servicios y en la cantidad de factores utilizados, aquella autoridad portuaria que tenga más producto reflejará una mayor eficiencia. Para completar el análisis y recoger otros aspectos que condicionan la eficiencia en la actividad portuaria se pueden incluir variables de entorno. Estas variables podrían captar, entre otros factores, las diferencias en la prestación del resto de los servicios que están influyendo en la gestión de la infraestructura. En el caso de la medición de la eficiencia de las autoridades portuarias europeas se ha incluido el índice de contenerización con la finalidad de captar la mecanización del puerto en su conjunto.

Otra de las dificultades a la hora de acometer una investigación de estas características es la definición de las variables: los productos y los factores productivos. En el caso de las autoridades portuarias no es tarea sencilla determinar cuál es el producto que suministran.

Las autoridades portuarias atienden a dos tipos de clientes: las navieras y los operadores privados a los que suministran la infraestructura. En el caso de las navieras, la autoridad portuaria les ofrece infraestructura para el atraque y fondeo de los buques y espacio para pasar la mercancía. De esta manera parece que los productos naturales de las autoridades portuarias son los buques, los pasajeros y las mercancías.

El uso de los buques como variable que mide el producto no está exento de problemas, ya que la tendencia en las últimas décadas ha sido de crecimiento en el tamaño de los barcos, con la consiguiente disminución de la cantidad de buques que llegan a los puertos a pesar del crecimiento del volumen de mercancías. Así pues, el número de buques no parece ser una buena aproximación al producto de las autoridades portuarias. Alternativamente, podría utilizarse la capacidad de carga del buque, pero los cambios en el sistema de medida del arqueo han desaconsejado su uso. Por último, el volumen de mercancía se ha considerado una buena aproximación del producto de la autoridad portuaria debido a que refleja el tráfico que llega a los puertos.

5.5.3. Propuesta metodológica

Una primera aproximación a la medición de la eficiencia de las empresas puede efectuarse utilizando indicadores de productividad, que son relaciones entre factores y producto. Estos indicadores son útiles pues permiten, de una manera sencilla, realizar una descripción detallada del sector en el que operan las empresas que están siendo estudiadas. Sin embargo, para evaluar la eficiencia con que operan las empresas es preciso realizar un análisis más riguroso.

Si bien las estimaciones econométricas clásicas de funciones de producción y costes han supuesto que los agentes económicos tienen éxito en la obtención de sus objetivos, es decir, se considera que son eficientes, lo cierto es que la práctica empresarial ha puesto de manifiesto que, a pesar de que estos agentes tratan de alcanzar los objetivos expuestos, no siempre lo logran.

Ante esta nueva situación surge el interés por obtener una evaluación de la diferencia entre lo que las empresas producen y lo que podrían haber producido, es decir, en cuantificar su ineficiencia. Esta tarea puede abordarse midiendo la distancia que separa a estas empresas de la producción máxima.

Para hacer frente a esta posibilidad se desarrolla un nuevo marco analítico que, partiendo del reconocimiento de la conducta optimizadora de los productores, admite que éstos no siempre tengan éxito en sus logros. Los nuevos métodos de estimación deben recoger la posibilidad de diferentes niveles de éxito o fracaso entre los productores, o incluso dar cabida a variables que expliquen el motivo de ese fracaso.

Así pues, la medida de la eficiencia está ineludiblemente unida a la estimación de una frontera, ya que para estimar la eficiencia de una unidad productiva es preciso contar con un estándar con el que realizar la evaluación. Por ejemplo, para afirmar que un puerto, con los medios que se encuentran a su disposición (trabajadores, infraestructura, elementos mecánicos, etc.), puede incrementar el número de barcos atendidos en un 20%, es preciso conocer con anterioridad la referencia usada para medir el 100%.

De esta manera, surge el empleo de las fronteras tecnológicas para calcular medidas de eficiencia individuales. Una vez que se ha estimado la frontera, la eficiencia muestra cómo se comporta la empresa en relación con el rendimiento de las mejores empresas de la industria, si éstas se enfrentaran con las mismas condiciones que la empresa analizada.

Por tanto, se trata de un concepto relativo. Es decir, cualquier cambio en el conjunto de empresas analizadas supondrá una variación de la eficiencia calculada. De este modo, una empresa que en un entorno nacional se muestra altamente eficiente podría serlo mucho menos si se la considera en un marco internacional.

5.5.4. La función de distancia

Introducida en el ámbito de la teoría de la producción por Shephard (1953 y 1970), las primeras estimaciones de funciones de distancia a través de técnicas econométricas surgen en la década de los noventa. La función de distancia permite describir la estructura tecnológica de unidades productivas que utilizan más de un *input* para obtener dos o más productos y, al mismo tiempo, estimar la eficiencia técnica relativa de las empresas en términos de la distancia que separa a cada productor de dicha frontera. Esta distancia puede acortarse por dos vías: aumentando la producción para un nivel de *inputs* constante (orientación *output*) o reduciendo

do el uso de *inputs* para un volumen dado de producto (orientación *input*).

La función de distancia con orientación al *output* se define como el menor escalar por el que se pueden dividir proporcionalmente todos los productos, empleando el mismo nivel de factores productivos.¹³ Formalmente, se expresa como sigue:

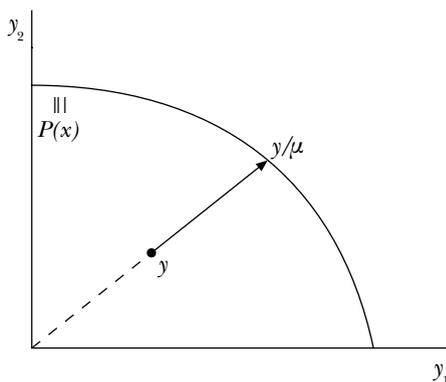
$$D_o(x, y) = \min_{\mu} \{ \mu : y / \mu \in P(x) \text{ para todo } x \in R_+^N \quad (5.1)$$

donde $x = (x_1, \dots, x_N) \in R_+^N$ es un vector que contiene N factores no negativos, $y = (y_1, \dots, y_M) \in R_+^M$ es un vector que contiene M productos también no negativos y $P(x)$ es el conjunto de posibilidades de la producción.

Es decir, bajo esta orientación la función de distancia utiliza un enfoque que contempla la máxima expansión del producto para medir la distancia del productor estudiado a la frontera tecnológica. De este modo, para un vector de factores dado, x , el valor de la función de distancia, $D_o(x, y)$, coloca $y/D_o(x, y)$ sobre la frontera del conjunto $P(x)$ a través del rayo y .

En el gráfico 5.1 se ofrece la representación gráfica del conjunto de productos y de la función de distancia orientada al *output*, bajo el supuesto de dos productos. Puede observarse que el conjunto de

GRÁFICO 5.1: Función de distancia orientada al *output*



¹³ Una definición de la función de distancia orientada al *input* puede encontrarse en Färe y Primont (1995) y en Kumbhakar y Lovell (2000).

productos se limita al área situada por debajo de la curva $P(x)$. En este contexto, el vector de productos y se puede producir con el factor x , factor con el que también es posible lograr una expansión del producto hasta y/μ , lo que implica que $D_o(x, y) = \mu < 1$. Si la observación estuviera sobre la frontera, es obvio que la distancia tomaría un valor unitario ($D_o(x, y) = \mu = 1$).

La función de distancia orientada al *output* satisface las propiedades siguientes:¹⁴

1. $D_o(x, y)$ es no creciente en *inputs*.
2. $D_o(x, y)$ es no decreciente en *outputs*.
3. $D_o(x, y)$ es homogénea de grado 1 en *outputs*.
4. $D_o(x, y)$ es convexa en *outputs*.
5. $D_o(x, y)$ es dual de la función de ingreso.

5.5.5. El modelo econométrico

De entre las diferentes metodologías que permiten cuantificar la eficiencia, se ha optado por la función de distancia por presentar las siguientes ventajas. En primer lugar, frente a la frontera de producción, permite acomodar procesos multiproductivos, característica de especial interés para el estudio del sector analizado, pues las autoridades portuarias proveen servicios de infraestructura no solamente a los diferentes tipos de mercancías, sino también a los pasajeros. En segundo lugar, se trata de una relación de carácter puramente tecnológico entre vectores de producto y de factores. De este modo, frente a la frontera de costes, que requiere contar con información acerca de los precios de los factores, la función de distancia sólo requiere datos físicos relativos a la cantidad de los productos obtenidos y al nivel de los factores empleados. Esta característica es especialmente apreciable en la aplicación empírica desarrollada para el sistema portuario español, ya que en 1992 se procede a un cambio en el sistema contable de las autoridades portuarias (se pasa de un sistema de contabilidad pública a aplicar reglas de contabilidad privada). Por ello, en el período de tiempo analizado (1990-2002), los precios derivados de las magnitudes económico-financieras no son exactamente com-

¹⁴ Un mayor detalle de las propiedades de la función de distancia puede encontrarse en Färe y Primont (1995) y en Kumbhakar y Lovell (2000).

parables. También, en el ámbito de los puertos europeos, las diferentes normativas contables aplicadas en cada país aconsejan el uso de funciones de distancia.

Se ha elegido la orientación *output* para estimar la función de distancia porque las autoridades portuarias tienen más facilidad para adaptar la producción que los *inputs* (González y Trujillo 2004). En el ámbito de la prestación de servicios de infraestructura, las autoridades portuarias tienen cierta capacidad para decidir sobre el tipo y la cantidad de servicios que ofrecen a través de dos instrumentos: las políticas comerciales, utilizadas para promocionar las instalaciones y servicios con la finalidad de captar nuevos tráficos y mantener los existentes, y el sistema de concesiones a través del cual, en la medida en que las autoridades portuarias autorizan las empresas que pueden instalarse en cada puerto, también están decidiendo acerca de los buques y mercancías que van a utilizar el mismo. Por ejemplo, un puerto que pretenda atraer pesca para ser procesada debe disponer de empresas congeladoras.

Frente a esta capacidad de decisión sobre la demanda de servicios portuarios, las autoridades portuarias encuentran ciertas limitaciones para ajustar los factores productivos que utilizan en la prestación del servicio de infraestructura, básicamente: muelles, superficie y trabajo, sobre todo si el ajuste es a la baja, como propugna la función de distancia orientada a los *inputs*.

La aplicación empírica de una función de distancia requiere la definición de una forma funcional que debe ser flexible, fácilmente calculable y, por último, debe permitir imponer la condición de homogeneidad. La forma funcional translogarítmica cumple con estas condiciones y, por ello, es la aplicada en este capítulo. La función distancia translog, en su versión con orientación al *output*, se expresa como sigue:

$$\begin{aligned} \ln D_o = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \ln y_{mit} + 1/2 \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} \ln y_{mit} \ln y_{nit} + \\ & + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{kit} + 1/2 \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} \ln x_{kit} \ln x_{lit} + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M \delta_{km} \ln x_{kit} \ln y_{mit} + \\ & + \sum_{h=1}^H \psi_h d_h + \sum_{t=1}^T \gamma_t f_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5.2)$$

donde:

- y es un vector de productos ($m, n = 1, \dots, M$);
- x es un vector de factores ($k, l = 1, \dots, K$);
- i hace referencia a la empresa i-ésima;
- t hace referencia al período temporal;
- h hace referencia a las variables del entorno;
- ψ es el coeficiente de las variables *dummy* del entorno d;
- γ es el coeficiente de la variable *dummy* de tiempo f; y
- ε_{it} es un término de error.

Las variables están expresadas en desviaciones con respecto a su media geométrica.

La función de distancia orientada al *output* debe cumplir la propiedad de homogeneidad de grado 1 sobre los *outputs*. Siguiendo la metodología sugerida por Lovell et al. (1994), la condición de homogeneidad se ha impuesto normalizando la función de distancia por uno de los productos. El método parte de advertir que la homogeneidad implica que:

$$D_o(x, w y) = w D_o(x, y) \tag{5.3}$$

para cualquier $w > 0$.

Si en una función de distancia translog¹⁵ se elige un *output* cualquiera, por ejemplo y_{m^p} , haciendo $w = 1/y_{m^p}$ resulta la expresión siguiente:

$$\begin{aligned} \ln(D_o/y_{m^p}) = & \alpha_0 + \sum_{m=1}^{M-1} \alpha_m \ln y_{mit}^* + 1/2 \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=1}^{M-1} \alpha_{mn} \ln y_{mit}^* \ln y_{nit}^* + \\ & + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_{kit} + 1/2 \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K \beta_{kl} \ln x_{kit} \ln x_{lit} + \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^{M-1} \delta_{km} \ln x_{kit} \ln y_{mit}^* \end{aligned} \tag{5.4}$$

donde $y_{mit}^* = y_{mit}/y_{Mit}$

Debe tenerse en cuenta que cuando $y_{mi} = y_{Mi}$ la ratio y_{mi}^* tomará un valor igual a 1, por lo que el logaritmo de dicha ratio será igual a cero.

La ecuación (5.4) puede escribirse de forma compacta como sigue:

¹⁵ Para mayor simplicidad, en la expresión se omiten los términos relativos a las variables *dummies* del entorno y de tiempo.

$$\ln (D_o / y_M) = TL (x_{it} y_{it} / y_{mit} \alpha, \beta, \delta) \quad (5.5)$$

Operando queda la siguiente expresión:

$$-\ln (y_{mit}) = TL (x_{it} y_{it} / y_{mit} \alpha, \beta, \delta) - \ln (D_o) \quad (5.6)$$

En la ecuación (5.6), el término $-\ln (D_o)$ puede interpretarse como un término de error que recoge la ineficiencia técnica.

La función de distancia estimada es estocástica. Para completar su especificación es preciso definir la estructura del término de error. Dentro de los modelos de error compuesto, en este capítulo se sigue el modelo de Battese y Coelli (1988); se trata de un modelo desarrollado para datos de panel en el que la eficiencia se considera invariante en el tiempo.

La aplicación de dicho modelo a la función de distancia orientada al *output* da como resultado la siguiente expresión:

$$-\ln (y_{mit}) = TL (x_{it} y_{it} / y_{mit} \alpha, \beta, \delta) + v_{it} + u_i \quad (5.7)$$

donde v_{it} es un término de error simétrico, que se supone idéntica e independientemente distribuido con media 0 (que representa factores aleatorios que se encuentran fuera del control del empresario) y u_i es un término de error no negativo, de una sola cola (que mide la ineficiencia técnica de cada productor y que permanece constante en el tiempo), que se distribuye independientemente de v_{it} .

La ecuación (5.7) se estima por el método de máxima verosimilitud, para lo cual es preciso establecer supuestos distribucionales sobre la perturbación aleatoria. En concreto, se supone que el término v_{it} sigue una distribución $N(0, \sigma_v^2)$. El término de la ineficiencia debe seguir una distribución de una cola; debido al tamaño de la muestra de datos y siguiendo la sugerencia de Ritter y Simar (1997) se ha asumido una distribución seminormal, $N(0, \sigma_u^2)$.

5.6. Aplicación empírica. El caso del sistema portuario europeo

El propósito de este epígrafe es efectuar un análisis empírico del grado de eficiencia técnica con que son explotadas las infraestructuras portuarias en Europa. Inicialmente se pretendía utilizar el modelo econométrico presentado en el epígrafe 5.5.5, para lo que es preciso contar con un panel de datos.

En la construcción de la base de datos, se trató de recopilar información cuantitativa referente a los niveles de producción y de factores productivos durante un período de varios años para el mayor número de autoridades portuarias europeas. El objetivo era que hubiese una representación equilibrada de todos los países miembros y de los diferentes tipos de autoridades portuarias, tanto en función de su especialización (en algún tipo concreto de carga o en el tráfico de pasajeros), como por el tipo de puertos que gestionan (de tránsito o de destino final).

La información disponible es bastante completa y accesible, en cuanto al tráfico de pasajeros y al volumen y tipo de tráfico de mercancías para la mayor parte de las autoridades portuarias de la Unión Europea. Sin embargo, no puede decirse lo mismo de la información referente a los factores productivos empleados en la provisión del servicio. En este último caso la información es escasa y, en general, difícil de obtener.

Con respecto a la información sobre los factores productivos ha sido necesario recurrir a varias fuentes (memorias individuales y/o entrevistas directas con las autoridades portuarias, informes de diversas instituciones, etc.) siendo muy difícil lograr reunir información relativa a la misma variable durante un período temporal de varios años para un conjunto amplio de autoridades portuarias.

Dadas las dificultades encontradas no se pudo construir un panel de datos con el número de observaciones mínimas para proceder a estimar una función distancia que permitiera analizar el grado y la evolución temporal de la eficiencia técnica con que operan las autoridades portuarias. Dado que sólo se logró recopilar información sobre 22 autoridades portuarias europeas para el año 2002, se

tuvo que limitar el análisis al estudio de la eficiencia técnica durante ese año.

En la muestra están incluidos todos los países miembros de la Unión Europea con litoral, salvo Irlanda e Italia. A continuación, se presenta una breve reseña del sistema portuario de los países incluidos en la muestra.

El sistema portuario belga está formado por siete puertos, de los cuales sólo cuatro superan el millón de toneladas de tráfico anual. En la muestra, Bélgica está representada por la autoridad portuaria del puerto de Amberes. Este puerto maneja dos tercios de los productos manipulados en los cuatro grandes puertos internacionales situados en su litoral. Además, el puerto de Amberes ocupa una posición importante en todos los tipos de tráfico manejados en el arco Le Havre-Hamburgo.

En Dinamarca, existe una densa red de puertos públicos, cuya gestión y organización es muy variada. De los 123 puertos públicos sólo 22 superan el millón de toneladas de carga anual. Las dos autoridades portuarias que representan a este país en la muestra son las que gestionan los puertos de Copenhague y Aarhus. Estos puertos suponen aproximadamente una cuarta parte del tráfico de mercancías manejado por el sistema portuario danés en 2002.

El sistema portuario de Finlandia está formado por 55 puertos, de los cuales 21 superan el millón de toneladas anuales. El único puerto finlandés cuya autoridad portuaria se incluye en la muestra es Helsinki, que siendo un puerto mediano, en cuanto al volumen de mercancía, maneja más del 50% de los pasajeros que utilizaron el sistema portuario finlandés en 2002 y ocupa el puesto undécimo entre los puertos europeos por volumen de pasajeros en ese año.

Los puertos franceses están localizados a lo largo de las rutas marítimas más transitadas del mundo: el mar del Norte, el Canal de la Mancha, el océano Atlántico y el mar Mediterráneo. El sistema portuario está formado por 56 puertos, de los cuales 20 superan el millón de toneladas anuales de carga. Hay 10 puertos autónomos que son empresas públicas autónomas que manipulan el 80% del comercio marítimo del país y compiten directamente con los principales puertos internacionales europeos. De ellos, dos son puertos secos (París y Estrasburgo) y otros dos están en los territorios franceses de ultramar. De los seis restantes, las autoridades portuarias de dos de

ellos se han incluido en la muestra: Marsella y Le Havre. Estos dos puertos contabilizan aproximadamente el 45% del tráfico anual del sistema portuario francés en 2002 y ocupan la tercera y quinta posición entre los 15 mayores puertos europeos en volumen de carga en ese año.

En Alemania hay 80 puertos, de los cuales 17 superan el millón de toneladas anuales. En la muestra se incluyen las autoridades portuarias de los puertos de Bremen-Bremehaven y Hamburgo, que juntos suponen aproximadamente el 55% del tráfico manejado por los puertos alemanes en 2002. Además, este último ocupa el cuarto lugar entre los puertos europeos en volumen de carga.

El sistema portuario holandés está formado por 48 puertos, de los que 10 superan el millón de toneladas anuales. La administración portuaria está generalmente encomendada al municipio. Sólo dos municipalidades tienen un organismo independiente para gestionar sus puertos, Amsterdam y Róterdam. Ambas autoridades portuarias están incluidas en la muestra. La importancia de estos dos puertos en el sistema portuario holandés no deja lugar a duda si se tiene en cuenta que entre ambos manejan más del 90% del tráfico que utiliza los puertos holandeses. Además, Róterdam es el primer puerto europeo en carga manipulada (en el año 2002 supuso el 27% del tráfico total de los 15 primeros puertos europeos).

El sistema portuario de Portugal está integrado por 13 puertos, de los que la mitad supera el millón de toneladas anuales. Existen cinco puertos principales. Las autoridades portuarias de dos de ellos, Lisboa y Setúbal, están incluidas en la muestra. Ambas representaron un tercio del tráfico de mercancías en el sistema portuario portugués en 2002.

En España, existen 27 autoridades portuarias que gestionan 47 puertos de interés general, de los cuales todas excepto una superan el millón de toneladas. Las autoridades portuarias incluidas en la base de datos son las siguientes: Bahía de Algeciras, Valencia, Barcelona, Bilbao y Tarragona, que juntas alcanzan el 51% del tráfico en 2002. El sistema portuario español es objeto de una descripción detallada en el epígrafe 7.2.

Suecia tiene la línea de costa más larga de todos los países de la Unión Europea. Su sistema portuario está integrado por 107 puertos, de los cuales 28 superan el millón de toneladas. La representa-

ción sueca en la muestra la conforman las autoridades portuarias de los puertos de Estocolmo y Goteborg, que juntos suponen el 34% de la carga en 2002. Otra característica compartida por ambos puertos es su relevancia en tráfico de pasajeros, especialmente Estocolmo que ocupó el lugar decimotercero entre los puertos europeos que tuvieron un mayor número de pasajeros en 2002.

El sistema portuario inglés está integrado por 115 puertos, de los cuales 48 superan el millón de toneladas. Aproximadamente tres cuartas partes de la capacidad portuaria británica está controlada por compañías privadas. La única autoridad portuaria británica en la muestra es la del puerto de Belfast, que supone apenas un 2% del tráfico total en 2002.

Debido a su localización en el sureste europeo, los puertos griegos sirven de conexión entre Europa, Asia y África a través del mar Negro y de los mares Adriático y Mediterráneo. Grecia cuenta con 199 puertos, de los que sólo 20 superan el millón de toneladas anuales. Este país está representado en la muestra por las autoridades portuarias de sus dos puertos principales, Pireo y Tesalónica, que manipulan entre ambos aproximadamente un tercio de la carga en 2002. Destaca además el puerto del Pireo que ocupa el lugar duodécimo en el *ranking* de puertos europeos en volumen de pasajeros.

5.6.1. Modelo econométrico. Puertos europeos

El modelo a estimar es una versión simplificada del modelo teórico general propuesto para el estudio de la eficiencia del servicio de provisión de infraestructura portuaria que se ha presentado en el epígrafe 5.5.5. Esta simplificación viene impuesta por las limitaciones de la base de datos obtenida para la realización de las estimaciones. Como ya se ha comentado, y debido a la imposibilidad de completar un panel de datos, ha sido necesario eliminar el componente temporal del modelo y todos los aspectos relacionados con el mismo (por ejemplo, el análisis del cambio técnico o la evolución de la eficiencia técnica). Además, el tamaño de la muestra y el número de variables relevantes para el análisis generan un problema de grados de libertad que imposibilita el uso de una función translogarítmica y aconseja el uso de una función *Cobb-Douglas*.

Las 22 autoridades portuarias incluidas en la muestra son muy diferentes entre sí en cuanto a tamaño, especialización, etc. Algunas

autoridades portuarias gestionan puertos cuya principal actividad es el tráfico de pasajeros, mientras que otras administran puertos donde este tráfico es prácticamente residual, siendo el tráfico de mercancías la principal actividad. Además, dentro de los puertos cuya actividad principal está relacionada con la carga también hay una tipología variada que atiende no sólo al tipo principal de mercancía, sino también a su tamaño y papel como centro de distribución o puerto de destino final.

Es deseable capturar esa heterogeneidad a través de la introducción, en la función de distancia, de variables de entorno, por lo que se ha incluido el índice de contenerización con la idea de reflejar el grado de mecanización de los puertos europeos, que de alguna manera está afectando a la eficiencia de las autoridades portuarias. La dimensión de la muestra disponible hace inviable la posibilidad de introducir en el análisis otras variables de entorno.

5.6.2. Datos. Puertos europeos

La información estadística con la que se ha construido la muestra de corte transversal utilizada en la estimación empírica ha sido obtenida de diversas fuentes: Estadísticas de Transporte de la Unión Europea¹⁶ e información publicada por las autoridades portuarias en sus memorias anuales o en sus páginas *web*. Además, la información, tanto cuantitativa como cualitativa, se ha completado y contrastado con entrevistas telefónicas y solicitud de información directa a través de correo electrónico con las autoridades portuarias implicadas.

La unidad de análisis es la autoridad portuaria. El criterio de selección de las autoridades portuarias europeas ha sido únicamente la disponibilidad de la información mínima requerida para proceder al análisis. La muestra final está formada por un total de 22 autoridades portuarias observadas durante el año 2002. Estas autoridades portuarias pertenecen a 11 países de los 15 que conformaban la Unión Europea en 2002 y son las que gestionan los siguientes puertos: Róterdam, Amsterdam, Amberes, Hamburgo, Bremen-Bremenhaven, Marsella, Le Havre, Algeciras, Barcelo-

¹⁶ Véase http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/reference/display.do?screen=welcomeref&open=/&product=EU_transport&depth=1&language=en.

na, Tarragona, Valencia, Bilbao, Goteborg, Estocolmo, Pireo, Tesalónica, Lisboa, Setúbal, Helsinki, Aarhus, Copenhague y Belfast.

La actividad portuaria es multiproductiva. La producción obtenida por el servicio de provisión de infraestructura en los puertos puede aproximarse por la mercancía manipulada y los pasajeros que utilizan el puerto. Para cada una de las autoridades portuarias de la muestra se conocen las toneladas de mercancía por tipos: granel líquido, granel sólido, mercancía general *contenerizada* (contenedores en adelante) mercancía general no *contenerizada* (mercancía general en adelante), así como el número de pasajeros. Las autoridades portuarias también pueden proporcionar otros servicios como alquiler de equipos, de terrenos, avituallamiento, etc., pero la falta de datos respecto de estas actividades imposibilita su inclusión en el análisis.

Con respecto a los factores productivos utilizados por las autoridades portuarias, la información disponible permite utilizar únicamente dos factores productivos: trabajo, que se aproxima por el número medio de empleados de la autoridad portuaria en el año, y capital, que se aproxima por el área terrestre¹⁷ del puerto medida en kilómetros cuadrados. Por último, un indicador del grado de mecanización del puerto, que se aproxima mediante el índice de contenerización, se incluye como variable de entorno.

El cuadro 5.9 presenta la estadística descriptiva de las variables. Los valores máximos y mínimos permiten observar la gran heterogeneidad de la muestra en cuanto al tamaño y especialización del puerto gestionado por la autoridad portuaria.

Un análisis pormenorizado de las variables permite conocer algunas características de las autoridades portuarias durante el período de estudio, así como hacer un perfil de la *autoridad portuaria media*. Esta caracterización es importante si se tiene en cuenta que los resultados de la estimación están referidos a la media de la muestra, sin perjuicio de que se obtengan las eficiencias técnicas para cada autoridad portuaria.

A partir de la información disponible, es factible estimar diferentes modelos en función del nivel de agregación con que son

¹⁷ No se incluye la superficie de agua.

CUADRO 5.9: Estadística descriptiva de las variables de la muestra. Puertos europeos

Variable	Unidad de medida	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Coefficiente variación
Graneles sólidos	Miles de TM	11.789	83.429	152	19.523	1,66
Graneles líquidos	Miles de TM	19.445	155.925	32	34.307	1,76
M. General ¹	Miles de TM	5.419	20.319	595	4.900	0,90
Contenedores	Miles de TM	15.034	65.849	70	19.776	1,32
Tráfico total	Miles de TM	51.687	322.107	5.151	69.292	1,34
Pasajeros	Número	2.073.124	8.871.000	600	2.732.479	1,32
I. Contener.	Cont./M. gral.	0,56	0,95	0,03	0,29	0,52
Área	Km ²	10.777	49.400	796	15.409	1,43
Trabajo	Número	698	1.709	121	569	0,82

¹ No incluye la carga general en contenedores.

considerados los productos. Además, también se utilizan las formas funcionales más frecuentes en el análisis de la eficiencia a través de fronteras estocásticas: translogarítmica¹⁸ y *Cobb-Douglas*. Los mejores resultados se han obtenido con el modelo que usa una función *Cobb-Douglas* y aproxima la producción a través de tres productos: pasajeros, contenedores y resto de la carga.

Por tanto, en el modelo finalmente estimado, la *autoridad portuaria media* opera en un puerto que mueve los tres productos considerados: 15,03 millones de toneladas anuales en contenedor, 36,65 millones de toneladas anuales del resto de mercancías y, por último, 2.073.124 pasajeros anuales. Desde el punto de vista de los factores productivos, la *autoridad portuaria media* tiene un índice de contenerización del 56%, posee un área terrestre de 10.777 kilómetros cuadrados y contrata una media anual de 698 trabajadores.

5.6.3. Resultados. Autoridades portuarias europeas

Los resultados obtenidos, tras la estimación de una función de distancia *Cobb-Douglas* orientada al *output*, se muestran en el cuadro 5.10. Las variables se han tomado en desviaciones con respecto a sus

¹⁸ El reducido tamaño de la muestra impidió el uso de esta forma funcional salvo para el modelo en el que la producción se aproximó sólo por dos variables: carga y pasajeros.

medias geométricas, de modo que la función estimada es una aproximación en serie de Taylor a la verdadera, pero desconocida, función de distancia en la media de los datos. Efectivamente, los parámetros de primer orden en productos deben ser no negativos y en factores productivos (incluida la variable de entorno) no positivos. Estos parámetros dan una estimación en el punto de aproximación de las elasticidades de la frontera de distancia para la autoridad portuaria promedio de la muestra.

En el cuadro 5.10 se puede observar que todos los parámetros estimados tienen el signo esperado y son estadísticamente significativos, salvo el correspondiente a los pasajeros, que presenta el signo correcto, pero no es estadísticamente significativo. Por tanto, la función de distancia estimada, en la media de la muestra, cumple las propiedades exigidas por la teoría de ser no decreciente en *outputs* y no creciente en *inputs*.

CUADRO 5.10: Parámetros estimados. Función de distancia. Puertos europeos

Variable	Coefficiente	t-test
Constante	-0,4638	-2,3341
L(contenedor)	0,7460	6,6469
L(resto mercancía)	0,2497	2,2285
L(pasajeros)	0,0044	0,1198
L(i. contenerización)	-1,1023	-5,1066
L(área)	-0,4214	-5,2797
L(trabajo)	-0,4476	-3,3338
Sigma-squared ¹	0,3981	1,7585
Gamma ¹	0,0522	3,3117

¹ El modelo se estima por máxima-verosimilitud, para lo cual se utiliza la parametrización sugerida por Battese y Corra (1977), estimando $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ y $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$.

La eficiencia técnica estimada en promedio es del 58,7%, si bien este valor oculta importantes variaciones que van desde el 90%, del puerto más eficiente, al 28%, del puerto que presenta una eficiencia técnica menor. Probablemente esta variabilidad en los niveles de eficiencia se deba a la heterogeneidad de los puertos analizados. Estas diferencias se podrían captar en el modelo a través de la introducción de variables de entorno, pero, como ya se ha comentado, el

reducido tamaño de la muestra, derivado de la poca disponibilidad de información, hace imposible esta tarea.

5.7. Aplicación empírica. El sistema portuario español

En esta sección se analiza la evolución de la eficiencia técnica y del cambio tecnológico en las autoridades portuarias españolas. Además, se examina el efecto de las reformas que han tenido lugar en el sistema portuario español explicadas en el epígrafe 3.5. Para construir la muestra se han elegido las nueve autoridades portuarias que gestionan los puertos más relevantes en tráfico de contenedores, durante el período comprendido entre los años 1990 y 2002.

5.7.1. El modelo econométrico. Puertos españoles

El modelo econométrico a estimar es una función distancia translogarítmica orientada al *output* como la mostrada en la ecuación del epígrafe 5.5.5. Así pues, se trata de un modelo que considera que los efectos de ineficiencia permanecen constantes en el tiempo. Sin embargo, en el horizonte temporal contemplado, se producen cambios en la regulación portuaria. Para recoger los efectos de dichas modificaciones se ha estructurado el horizonte temporal en tres períodos, considerando de manera independiente las observaciones de las autoridades portuarias para cada uno de los períodos. Los intervalos temporales contemplados son los siguientes: uno previo a la reforma, que abarca los años de 1990 a 1992; otro período que trata de capturar el efecto de la primera y más importante reforma (1993-1997) y, finalmente, el último período (1998-2002) trata de recoger los efectos de la segunda reforma.

5.7.2. Datos. Autoridades portuarias españolas

La información estadística empleada en esta sección se ha obtenido a partir de los datos publicados por las autoridades portuarias en sus memorias anuales (Autoridades Portuarias 1990-2002). Además, se ha hecho uso de los anuarios estadísticos publicados por Puertos del Estado (varios años). La información, tanto cuantitativa como cualitativa, se ha completado con entrevistas, personales y telefónicas, mantenidas con expertos en puertos.

El período temporal objeto de análisis es el comprendido entre los años 1990 y 2002. De este modo, la muestra está formada por un panel de datos que consta de 117 observaciones: nueve autoridades portuarias y trece años.

Puesto que entre las 27 autoridades portuarias españolas algunas son muy diferentes de las otras, es conveniente centrar el estudio en un grupo homogéneo de autoridades portuarias¹⁹. Por ello, el análisis se ha limitado a las autoridades portuarias de los principales puertos que atienden tráfico de contenedores. Esta decisión ha estado motivada por el hecho de que el crecimiento futuro, tanto de la actividad portuaria como de las inversiones en infraestructura, está ligado al tráfico de contenedores. Además, se trata de los puertos comerciales estatales más importantes, tanto en términos de actividad, como de generación de recursos económicos. Así pues, las autoridades portuarias analizadas son las siguientes: Bahía de Algeciras, Alicante/Alacant, Illes Balears, Barcelona, Bilbao, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Valencia/València y Vigo.

La unidad de análisis es la autoridad portuaria. Tales autoridades portuarias recogen una amplia casuística: puertos insulares (con elevados niveles de tráfico cautivo), puertos *hub* (de relevancia internacional como centros distribuidores de mercancía, como el Puerto de Algeciras), puertos con diferentes especializaciones (por ejemplo, Santa Cruz de Tenerife y Bilbao, en granel líquido, y Alicante/Alacant, en granel sólido). Además, todos los archipiélagos y las fachadas marítimas en que se divide el litoral español están presentes en las autoridades portuarias elegidas, con excepción de Ceuta y Melilla.

En resumen, y como puede apreciarse en el cuadro 5.11, se trata de las autoridades portuarias que gestionan la infraestructura de los principales puertos comerciales del país. Más del 75% de los buques que pasan por los puertos españoles lo hacen por las nueve autoridades portuarias seleccionadas. Ello se traduce en que el 87% de la mercancía general y el 78% de los pasajeros pasan por tales puertos. Por último, es de destacar que el 96% del tráfico total de contenedores corresponde a estos nueve puertos, lo que pone de

¹⁹ Por ejemplo, el puerto de Sevilla es el único puerto fluvial o el puerto de Villagarcía de Arosa está en una ría, dedicado casi exclusivamente a la pesca.

**CUADRO 5.11: Participación de los puertos de la muestra en el total español.
Tipos de tráfico (2002)**

Autoridad Portuaria	Contenedores		Granel líquido		Resto de mercancía		Pasajeros	
	Porcentaje	Ranking	Porcentaje	Ranking	Porcentaje	Ranking	Porcentaje	Ranking
Bahía de Algeciras	31	1	15,4	1	6,6	4	20,2	2
Alicante/Alacant	1,2	9	0,1	24	1,2	23	1,2	11
Illes Balears	2,3	7	1,3	11	4,9	8	13,3	3
Barcelona	16,9	3	7,9	6	5,8	5	11,5	4
Bilbao	5,7	5	10,4	4	5,4	6	0,7	13
Las Palmas	8,8	4	3,4	10	4,4	10	5,6	6
Santa Cruz de Tenerife	3,9	6	6,8	7	3,6	12	23,8	1
Valencia/València	24,1	2	1,3	12	7,4	3	1,6	10
Vigo	1,9	8	0	26	1,6	20	0,3	15
Total	96	—	47	—	41	—	78	—

Fuente: González (2004).

manifiesto la elevada concentración de este tráfico. Entre estos puertos destaca el de Algeciras, que se ha convertido en *hub* del Mediterráneo; también el puerto de Las Palmas viene realizando un esfuerzo importante desde el año 2000 por consolidarse como puerto *hub* en su zona de influencia.

Para definir la tecnología de la autoridad portuaria se han empleado cuatro variables representativas del producto de la autoridad portuaria (pasajeros, contenedores, granel líquido y resto de mercancía) y tres factores productivos (muelles, superficie y trabajadores de la autoridad portuaria). Además, se ha considerado que dos factores condicionan el entorno operativo en el que se desenvuelve la actividad portuaria: la existencia de refinerías en las proximidades de un puerto y el hecho de que se trate de un puerto insular o no. Todas estas variables se detallan a continuación.

La mayoría de los estudios portuarios utiliza únicamente la mercancía para representar la actividad portuaria, si bien existe consenso en que la carga debe considerarse desagregada. En este capítulo se han contemplado tres modalidades de carga: mercancía contenerizada, granel líquido y resto de mercancía, todas ellas medidas en toneladas.

La mercancía transportada en contenedores se ha considerado de forma desagregada, por ser el criterio elegido para seleccionar las autoridades portuarias de la muestra y por sus grandes necesidades de inversión en infraestructura para atender una demanda en continua expansión. Por su parte, el granel líquido es un tipo de carga particular, pues su proceso de carga y descarga es muy rápido y sus requerimientos de infraestructura y de trabajo son bastante inferiores a la mayoría de mercancía. El resto de la mercancía incluye granel sólido, mercancía general (excepto la mercancía en contenedor, que se ha considerado como una modalidad de carga diferente), avituallamiento (suministro a buques de combustible, agua y hielo), pesca fresca y tráfico local (tráfico que se produce en el interior de las aguas de un puerto).

Las autoridades portuarias también proporcionan servicios de infraestructura a los pasajeros. Si bien es cierto que el transporte marítimo de personas no es el modo más empleado, no cabe duda de que en algunas situaciones dicha modalidad de transporte de pasajeros adquiere especial relevancia. Tal es el caso de las regiones insulares (movimientos interinsulares) o la zona del Estrecho de Gibraltar (Norte de África-Algeciras), donde las personas se desplazan, generalmente, por vía marítima. Al mismo tiempo, en los últimos años se asiste a un desarrollo de la actividad de los cruceros turísticos, de modo que el tránsito de pasajeros es, para los puertos, cada vez más importante. Aunque no es frecuente encontrar esta variable en estudios portuarios, la relevancia que tienen los pasajeros en los puertos analizados (el 78% del total nacional en 2002) justifica su inclusión.

Para llevar a cabo su función de proveer servicios de infraestructura, las autoridades portuarias utilizan fundamentalmente tres factores productivos. En primer lugar, emplean los muelles, necesarios para el atraque de los buques. Los muelles se han medido en metros lineales y se han excluido los muelles con calado inferior a cuatro metros, por tratarse de espacios destinados fundamentalmente a actividades náutico-deportivas. Otro factor importante es la superficie terrestre que, medida en metros cuadrados, incluye almacenes, viales y resto (jardines, edificios, etc.). Esta superficie abarca todo el recinto portuario. Finalmente, el tercer factor empleado es el trabajo, aproximado a partir de la plantilla media de las autoridades portua-

rias, donde se recoge tanto personal administrativo como técnicos especializados que desempeñan tareas diversas: vigilancia del recinto portuario, control de las operaciones portuarias, promoción del puerto, gestión de residuos, etc.

En ocasiones, existen factores que caracterizan las condiciones en que se desarrollan las actividades productivas. Puede tratarse de condiciones geográficas, del grado de competencia en el sector, del tipo de propiedad de las empresas, etc. En la industria portuaria se han identificado los siguientes factores que, de alguna manera, influyen en la actividad portuaria y cuya existencia no depende de la voluntad de la autoridad portuaria.

En primer lugar, la existencia de refinerías petrolíferas en las ciudades donde se ubica el puerto va a repercutir en la cantidad de granel líquido y, por tanto, en el tráfico total del mismo. Dadas las particularidades, ya expuestas, de este tipo de carga, se ha incluido una variable binaria que toma valor 1 en las autoridades portuarias que operan en puertos donde hay refinerías (Bahía de Algeciras, Bilbao y Santa Cruz de Tenerife) y 0 en el resto.

En segundo lugar, la localización geográfica de los puertos, en el sentido de que la naturaleza insular de algunos puertos puede condicionar sus resultados debido a los siguientes factores. De un lado, gran parte de la mercancía que pasa por los puertos insulares es tráfico cautivo, es decir, esa carga sólo puede entrar en la región por el puerto en cuestión, ya que el transporte aéreo no es una alternativa válida para la mayoría de las mercancías. Frente a esta circunstancia, en el ámbito continental, la mercancía puede llegar a su destino por carretera (camión o ferrocarril), o por un puerto, cercano o no. Los diferentes entornos competitivos a los que se enfrentan ambos tipos de puertos llevan a Suykens (1986) a proponer que hay que comparar con cautela los puertos insulares y los continentales. Para captar este efecto se ha construido una variable binaria que toma valor 1 en las autoridades portuarias insulares (Illes Balears, Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife) y 0 en las continentales.

Por último, se han incluido los efectos temporales a través de una variable *dummy* de tiempo para cada año de la muestra. De esta manera, se captura el efecto de factores que afectan a todas las autoridades portuarias con igual intensidad, pero que se producen en distintos momentos del tiempo, tales como cambios del marco regu-

latorio, crisis o períodos de expansión económica, liberalización del transporte marítimo de cabotaje comunitario, cambios tecnológicos en la industria naval, modernización de equipos de manipulación de carga, etc.

5.7.3. Resultados. Autoridades portuarias españolas

Los resultados obtenidos tras la estimación de la función de distancia se presentan en el cuadro 5.12. Puesto que las variables han sido desviadas con respecto a su media geométrica, los coeficientes de los términos de primer orden pueden ser interpretados como las elasticidades de la función de distancia, evaluadas en dicho punto.

Los parámetros de primer orden presentan los signos esperados y además son significativos. Es decir, los parámetros de las variables de producto son positivos, al indicar que el valor de la función de distancia aumenta cuando se incrementa la producción (recuérdese que la función de distancia orientada al *output* oscila entre 0 y 1). Por el contrario, los parámetros de los *inputs* son negativos, lo que refleja que si aumenta la cantidad de factores productivos, para un nivel dado de producto, el valor de la distancia se reduce.

La variación de los efectos temporales de un año a otro proporciona una medida del cambio tecnológico, pues indica hacia dónde se desplaza la frontera año tras año, de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$CT_{t+1,t} = \gamma_{t+1} - \gamma_t \quad (5.8)$$

La ecuación (5.8) ofrece una evaluación del cambio técnico en la media de los datos, donde un valor negativo de la expresión indica la presencia de progreso tecnológico (desplazamiento hacia fuera de la función de distancia). Los valores obtenidos se presentan en el cuadro 5.13.

Salvo en los períodos 1990-1991, 1992-1993 y 2001-2002, las principales autoridades portuarias españolas en tráfico de contenedores registran considerables tasas de avance tecnológico, que se produce fundamentalmente al comienzo del período. Las mayores tasas se alcanzan justo después de la reforma introducida a finales de 1992, entre los años 1993-1994 y 1994-1995, con tasas del 13,8 y el 15,1% anual, respectivamente.

CUADRO 5.12: Parámetros estimados. Función de distancia.
Puertos españoles

Variable	Coefficiente	t-test
Constante	0,4807	6,4365
L(pasajero)	0,1636	6,7103
L(contenedor)	0,2454	5,1408
L(granel líquido)	0,1051	2,9630
L(resto mercancía)	0,4860	8,3225
L(muelle)	-0,3658	-2,6851
L(superficie)	-0,2564	-4,0244
L(trabajo)	-0,7728	-6,4832
L(pasajero). L(pasajero)	0,0399	3,1733
L(contenedor). L(contenedor)	-0,3432	-2,0676
L(granel líquido). L(granel líquido)	-0,0573	-2,0180
L(resto mercancía). L(resto mercancía)	-0,8545	-6,6035
L(muelle). L(muelle)	-2,0697	-4,1460
L(superficie). L(superficie)	-1,2459	-4,1467
L(trabajo). L(trabajo)	-0,7509	-0,9870
L(pasajero). L(contenedor)	-0,0420	-0,9154
L(pasajero). L(granel líquido)	-0,1766	-7,3477
L(pasajero). L(resto mercancía)	0,1787	3,9464
L(pasajero). L(muelle)	0,3250	3,7631
L(pasajero). L(superficie)	0,0160	0,2619
L(pasajero). L(trabajo)	-0,0633	-0,5816
L(contenedor). L(granel líquido)	-0,0283	-0,4953
L(contenedor). L(resto mercancía)	0,4135	3,0858
L(contenedor). L(muelle)	0,1501	0,7542
L(contenedor). L(superficie)	0,5119	2,6059
L(contenedor). L(trabajo)	-0,0489	-0,2214
L(granel líquido). L(resto mercancía)	0,2622	3,7325
L(granel líquido). L(muelle)	0,4988	4,9583
L(granel líquido). L(superficie)	-0,1723	-2,3369
L(granel líquido). L(trabajo)	-0,1941	-1,8283
L(resto mercancía). L(muelle)	-0,9739	-5,1843
L(resto mercancía). L(superficie)	-0,3557	-2,0589
L(resto mercancía). L(trabajo)	0,3064	1,5303
L(muelle). L(superficie)	0,9816	3,1361
L(muelle). L(trabajo)	0,4278	1,1188
L(superficie). L(trabajo)	0,3913	1,0311

**CUADRO 5.12 (cont.): Parámetros estimados. Función de distancia
Puertos españoles**

Variable	Coficiente	t-test
D 1991	0,0149	0,4332
D 1992	-0,0081	-0,2045
D 1993	0,0783	1,6553
D 1994	-0,0592	-1,1537
D 1995	-0,2107	-3,6525
D 1996	-0,2862	-4,6233
D 1997	-0,3158	-4,9503
D 1998	-0,3845	-5,7436
D 1999	-0,4828	-7,3343
D 2000	-0,5065	-7,4198
D 2001	-0,5089	-7,3421
D 2002	-0,5034	-7,1543
Localización	-0,2523	-3,3298
Refinería	-0,4868	-7,7359
Sigma ¹	0,0164	3,2144
Gamma ¹	0,7415	7,2053

Fuente: González (2004).

¹ El modelo se estima por máxima-verosimilitud, para lo cual se utiliza la parametrización sugerida por Battese y Corra (1977), estimando $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ y $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$.

CUADRO 5.13: Cambio técnico. Puertos españoles

Período	Cambio técnico
1990-1991	0,0149
1991-1992	-0,0230
1992-1993	0,0864
1993-1994	-0,1375
1994-1995	-0,1515
1995-1996	-0,0755
1996-1997	-0,0296
1997-1998	-0,0686
1998-1999	-0,0983
1999-2000	-0,0237
2000-2001	-0,0025
2001-2002	0,0056

Fuente: González (2004).

Los coeficientes de las dos variables incluidas para caracterizar el entorno en el que las autoridades portuarias desempeñan su actividad (existencia de refinerías y condición insular) tienen el signo negativo que se esperaba y además son significativos. Por tanto, cabe afirmar que los puertos que gozan de una ubicación insular, así como los que cuentan con una refinería cercana, se benefician de un desplazamiento mayor hacia fuera de la frontera que aquellos otros que no presentan tales características (*ceteris paribus*). De estos dos fenómenos, el hecho de que exista una refinería en las inmediaciones tiene mayor efecto que la insularidad del puerto (4,9 frente a 2,5). No es posible contrastar este resultado con otros estudios, pues es la primera vez que se incluyen en una investigación variables que miden el impacto de tener refinería o el de la naturaleza insular.

En el cuadro 5.14 se muestra que para el conjunto de las autoridades portuarias de la muestra, la eficiencia técnica media del período ha sido del 91,9%. Por períodos, se observa una estabilidad temporal, pues en los dos primeros permanece constante (92,1%), registrándose una ligera reducción en el tercer período (91,3%).

**CUADRO 5.14: Evolución de la eficiencia técnica por períodos.
Puertos españoles (1990-2002)**

Períodos	Eficiencia técnica (porcentajes)
1990-1992	92,1
1993-1997	92,1
1998-2002	91,3
1990-2002	91,9

Fuente: González (2004).

Como se observa en el cuadro 5.14, no parece existir evidencia de que la reforma portuaria haya producido mejoras en la eficiencia técnica. Sin embargo, como se mostró en el cuadro 5.12, sí se ha producido un fuerte progreso tecnológico, justo en los años posteriores a la reforma. En cualquier caso, hay indicios de que factores económicos como los cambios de regulación han podido influir en el progreso tecnológico estimado.

5.8. Conclusiones

La función principal de un puerto es transferir mercancías eficientemente entre dos modos de transporte. Para ello, se necesita el concurso de un gran número de actividades que se desarrollan dentro y fuera del recinto portuario y que pueden organizarse y gestionarse de diversas formas. Como pone de manifiesto Friedrichsen (1999), la cuestión relevante es el funcionamiento eficiente del conjunto del sistema. Al no estar sujeto a las restricciones que se derivan de la naturaleza del sector público, el sector privado suele ser más eficiente (Drucker 1986). Por ello, se debería profundizar en la tendencia hacia la cesión, por parte de las autoridades portuarias, de tantas actividades como le sea posible al sector privado. De hecho, la tendencia en Europa se dirige hacia organizaciones portuarias tipo *landlord* (Trujillo y Nombela 2002).

Desde la creación de la Unión Europea, los puertos, cuyo papel se ha reforzado por la creación de un mercado común, están afectados por las reglas generales del Tratado de Roma. Estas normas son, principalmente, las relacionadas con la libre competencia, los monopolios y la ayuda estatal. De hecho, desde el punto de vista de la Unión Europea, muchos aspectos derivados de las características institucionales y de organización de los puertos tienen importantes consecuencias que se deben evaluar por si existen distorsiones a la libre competencia. En esta línea, cabe destacar las subvenciones para inversiones en infraestructura, que son práctica común en buena parte de la Unión Europea, o la existencia de subsidios cruzados que pueden alterar la competencia de diversas formas (Fleming y Baird 1999). Por ello, parece de interés para la Unión Europea alcanzar una homogeneización de las políticas y regulaciones portuarias y de cualquier otra que afecte a los puertos. El objetivo es intentar garantizar la competencia entre puertos y con otros modos de transporte. De hecho, las recomendaciones del informe emitido por el Parlamento de la Unión Europea en 1993 sugerían que se modificasen las legislaciones de los países miembros para eliminar prácticas anticompetitivas en los servicios portuarios.

La Unión Europea ha desarrollado múltiples instrumentos que tienen como principal objetivo lograr que los puertos sean competitivos y cuyo punto de partida se encuentra en el año 1997 con la publicación del *Libro Verde sobre los puertos y las infraestructuras marítimas*. Este documento propone abrir la discusión sobre la eficiencia de los puer-

tos y las infraestructuras marítimas, la aplicación de las reglas de la competencia a la industria, así como su integración en la red multimodal de transporte europea. El Libro Verde concluye que se debe desarrollar una regulación en Europa para lograr una liberalización del mercado de servicios portuarios en los principales puertos.

Este proceso ha culminado en una propuesta de Directiva sobre la liberalización de los servicios portuarios que, después de ser rechazada en el año 2003, ha sido nuevamente propuesta a finales de 2004. Con esta iniciativa se pretende introducir *normas específicas y claras* para el acceso al mercado de los diferentes operadores portuarios. Sin embargo, aunque se ha iniciado el camino hacia una política portuaria común es necesario acabar con el obstáculo que siempre ha existido: la ausencia de unas reglas claras de juego para todos los puertos en materia de financiación. Los programas Marco Polo reabren el debate sobre la financiación pública del sistema de transporte de mercancía. En este sentido, es importante que estos programas establezcan mecanismos para garantizar la transparencia de la financiación pública.

En este libro se han expuesto las principales propuestas europeas en materia portuaria: integración de los puertos en la TEN-T, desarrollo de la multimodalidad, promoción del tráfico marítimo de corta distancia, creación de una red de *autopistas del mar*, introducción de competencia en los servicios portuarios y racionalización de la financiación y la tarificación de la infraestructura portuaria. El denominador común de todas ellas es alcanzar un funcionamiento eficiente de la industria portuaria, de ahí la relevancia de analizar la eficiencia portuaria.

En este estudio se ha presentado la metodología de la función de distancia como un instrumento adecuado para medir la eficiencia en la industria portuaria. Se ha ilustrado la aplicación de esta metodología con dos análisis empíricos: uno referido a un conjunto de autoridades portuarias del sistema de puertos europeos y otro aplicado a una muestra de autoridades portuarias de la industria portuaria en España.

En ambos casos se ha puesto de manifiesto la importancia de contar con una base de datos amplia y completa que recoja las variables relevantes para la realización de estos estudios. En este sentido, Adler et al. (2003) declaran que los puertos tienen poco interés en proporcionar datos y que cuando los publican son escasos y poco actualizados. Por tanto, un reto para los investigadores en el ámbito de la eficiencia en esta actividad es tratar de implicar a las autoridades

relevantes en la consecución de estadísticas completas y fiables que permitan un conocimiento en profundidad de la industria.

Las estadísticas disponibles no han permitido un estudio riguroso de la eficiencia portuaria en sentido amplio, por lo que el análisis se ha centrado en el servicio de gestión de infraestructura de las autoridades portuarias. El análisis se ha basado en una muestra de corte transversal de 22 autoridades portuarias, en el ámbito europeo, y en un panel de nueve autoridades portuarias y trece años, en el caso español. En el contexto europeo, la muestra recoge un conjunto de autoridades portuarias que representan la mayor parte de los países europeos costeros y el único criterio de selección ha sido la disponibilidad de información, por lo que dichas autoridades portuarias presentan gran heterogeneidad. En el ámbito español han sido elegidas las autoridades portuarias de los puertos más importantes del país en tráfico de contenedores, que son más homogéneas entre ellas.

Los resultados indican que la eficiencia media de las autoridades portuarias europeas analizadas se sitúa en torno al 60%, con importantes oscilaciones entre ellas. El tamaño de la muestra ha impedido utilizar suficientes variables de entorno para capturar la heterogeneidad de las autoridades portuarias analizadas, lo que aconseja considerar los niveles de eficiencia estimados con precaución. Para las autoridades portuarias españolas la eficiencia media supera el 90% con oscilaciones menores, lo que sin duda está reflejando, entre otros factores, que las variables de entorno consideradas están capturando convenientemente la heterogeneidad existente entre las diferentes autoridades portuarias de la muestra. En cualquier caso, el estudio efectuado ilustra la utilidad de la metodología propuesta en el análisis de la eficiencia de los servicios de infraestructura portuaria.

Bibliografía

- ADLER, N., C. NASH, y NISKANEN. «Barriers to Efficient Cost-based Pricing of Rail, Air and Water Transport Infrastructure in Europe». Cuarto seminario del IMPRINT-EUROPE thematic network. «Implementing pricing policies in transport: phasing and packaging». Bruselas, 2003.
- ARAGÓN, F. *La red transeuropea y su componente marítima. Encuentro: el impacto económico de los puertos*. Santander: Cursos de Verano de la UIMP, 1996.
- ATENCO. «Analysis of the Cost Structures of the Main TEN Ports». European Commission. Fourth Framework Research Programme, 1999.
- AUTORIDADES PORTUARIAS. *Memoria Anual*. Bahía de Algeciras, Alicante, Baleares, Barcelona, Bilbao, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Valencia y Vigo, 1990-2002.

- BAÑOS-PINO, J., P. COTO-MILLÁN, y A. RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ. «Allocative Efficiency and Overcapitalization: an Applications Empirical Evidence». *International Journal of Transport Economics* XXVI, 2, 1999: 181-199.
- BATTESE, G. E., y T. J. COELLI. «Prediction of Firm-level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function a Panel Data». *Journal of Econometrics* 38, 1988: 387-399.
- BATTESE, G. E., y G. S. CORRA. «Estimation of a Production Frontier Model: with application to the Pastoral Zone of Eastern Australia». *Australian Journal of Agricultural Economics* 21, 1977: 169-179.
- BONILLA, M., A. MEDAL, T. CASASÚS, y R. SALA. «The Traffic in Spanish Ports: an Efficiency Analysis». *International Journal of Economics Transport* XXIX (2), 2002: 215-230.
- CHLOMOUDIS, C. I., y A. PALLIS. *European Union port policy. The movement towards a long-term strategy*. UK y USA: Edward Elgar, 2002.
- COELLI, T., A. ESTACHE, S. PERELMAN, y L. TRUJILLO. *Una introducción a las medidas de eficiencia. Para reguladores de servicios públicos y de transporte*. Washington: Ed. Alfaomega, Banco Mundial, 2003.
- COTO-MILLÁN, P., J. BAÑOS-PINO, y A. RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ. «Economic Efficiency in Spanish ports: some Empirical Evidence». *Maritime Policy and Management* 27, 2, 2000: 169-174.
- CULLINANE, K., y D. W. SONG. «A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals». *Applied Economics* 35, 2003: 251-267.
- . D. W. SONG, y R. GRAY. «A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures». *Transportation Research*. Parte A, 36, 2002: 743-762.
- . D. W. SONG, P. JI, y T. F. WANG. «An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency». *Review of Network Economics* 3, 2, 2004: 184-206.
- . «The Relationship between Privatization and DEA Estimates of Efficiency in the Container Port Industry». *Journal of Economics & Business* 57, 2005a: 433-462.
- . «The Application of Mathematical Programming Approaches to Estimating Container Port Production Efficiency». *Journal of Productivity Analysis* 24, 2005b: 73-92.
- . «The Technical Efficiency of Container Ports: Comparing Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis». *Transportation Research: A policy and Practice* 40(4), 354-374, con Cullinane, K. P. B. Song, D. W. y Ji, P., 2005c.
- DE RUS, G., C. ROMÁN, y L. TRUJILLO. *Actividad económica y estructura de costes del Puerto de La Luz y de Las Palmas*. Madrid: Ed. Civitas, 1994.
- DE RUS, G., L. TRUJILLO, B. TOVAR DE LA FE, M. GONZÁLEZ, y C. ROMÁN. «Competitividad de los puertos españoles». Documento de Trabajo. Madrid: Tribunal de Defensa de la Competencia, 1995.
- DRUCKER, P. *The practice of management*. Nueva York: Harpercollins Publishers, 1986.
- EDITORIAL. «EU port policy». *Maritime Policy and Management* 29, 2002: 1-2.
- ESPO. *Carta abierta a los Comisionados*. Espo News, 2004.
- ESTACHE, A., M. GONZÁLEZ, y L. TRUJILLO. «Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from México». *World Development* 30, 4, 2002: 545-560.
- . B. TOVAR DE LA FÉ, y L. TRUJILLO. «Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico». *Utility Policy* 12, 4, 2004: 221-230. (In press).
- EU COMMISSION. *Report of an inquiry into the current situation in the major community sea-ports*. Drawn up by the port working group (revised and enlarged in 1986), 1977.
- . *Progress towards a common transport policy*, COM (85) 90 final, 1985.

- *Report of an inquiry into the current situation in the major community sea-ports*. Drawn up by the port working group (from 1977), 1986.
 - *White Paper on the future development of the common transport policy*. COM (92) 701, 1992a.
 - *Transport infrastructure*. COM (92) 231 final, 1992b.
 - *Green Paper on sea ports and maritime infrastructure*. COM (97) 678 final, 1997.
 - *The development of short-shipping in Europe: a dynamic alternative in a sustainable transport chain*. COM (99) 317 final, 1999a.
 - *Report on the implementation of the action framework on intermodality and the intermodal carriage of goods in the European Union*. COM (99) 519 final, 1999b.
 - *Reinforcing quality service in sea ports: A key to European transport*. COM (2001) 35 final, 2001a.
 - *Documento de trabajo de los servicios de comisión europea sobre los regímenes de financiación pública y los sistemas de tarificación en el sector portuario*. SEC (2001) 234 final, 2001b.
 - *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on market access to port services*, 2001c.
 - *White Paper on a European transport policy for 2010: time to decide*, 2001d.
 - *Comunicación de la Comisión. Programa de fomento del tráfico de cabotaje*, 2003a.
 - *European Union energy and transport in figures*. Directorate General for Energy and Transport and Eurostat, 2003b.
 - *TENT Guidelines* (abril 2004a).
 - *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on market access to port services*, 2004b.
 - *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre el transporte marítimo de corta distancia*, 2004c.
 - *European Union energy and transport in figures*. Directorate-General for Energy and Transport and Eurostat, 2004d.
 - *Annual Energy and Transport Review-2003*. Directorate General for Energy and Transport, diciembre, 2004e.
- EU PARLIAMENT. *Los problemas relativos a la política común de transportes dentro del marco de la CEE, Informe Kapteyn*. Documento PE 106. Luxemburgo, 1961.
- *La política común de tráfico portuario, Informe Seifriz*. Documento PE 140. Luxemburgo, 1967.
 - *La política portuaria en el marco de la Comunidad Europea, Informe Seefeld*. Documento PE 10/72. Luxemburgo, 1972.
 - *The common seaport policy*. Documento PE 73.762. Luxemburgo, 1981.
 - *El papel de los puertos en la política común de transportes, Informe Carossino*. Documento PE 1-844/82. Luxemburgo, 1982.
 - *Towards a common transportation policy*. Luxemburgo, 1983.
 - *Progress towards a common transportation policy, Memorandum 2*. Luxemburgo, 1986.
 - *European sea port policy*. Directorate General for Research. Transport Series E-1, 7, 1993.
 - *European Parliament legislative resolution on the Council common position for adopting a European Parliament and Council directive on market access to port services*. P5_TA-PROV (2003) 03-11, Provisional Edition, PE 328.825, 2003.
- FÄRE, R., y D. PRIMONT. *Multi-output production and duality: theory and applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, Norwell, 1995.
- FARRELL, S. «Comment, if it ain't Bust, don't Fix it: the Proposed EU Directive on Market Access to Port Services». *Maritime Policy and Management* 28, 2001: 307-313.
- FLEMING, D., y A. BAIRD. «Comment, some Reflections on Port Competition in the United States and Western Europe». *Maritime Policy and Management* 26, 1999: 383-394.
- FRIEDRICHSEN, C. *Benchmarking of ports. Possibilities for increased efficiency of ports. Transport benchmarking. Methodologies, applications and data needs*. París: European Conference of Ministers of Transport, European Commission, 1999.

- GONZÁLEZ, M. «Eficiencia en la provisión de servicios de infraestructura portuaria: una aplicación al tráfico de contenedores en España». Tesis doctoral, Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2004.
- . y L. TRUJILLO. *Reforms and infrastructure efficiency in Spain's container ports*. Berlín: 3.rd Conference on Applied Infrastructure Research, 2004.
- . y L. TRUJILLO. «La medición de la eficiencia en el sector portuario: revisión de la evidencia empírica». Documentos de trabajo conjuntos, ULPGC-ULL, 2006. (En prensa).
- HEAVER, T. «The Implications of Increased Competition Among Ports for Port Policy and Management». *Maritime Policy and Management* 22, 1995: 125-133.
- HOCHSTEIN, A. «Strategies for Improving port System Performance». En S. Hakim, P. Seidenstat y G. W. Bowman, eds. *Privatizing Transportation Systems*. Connecticut: Westport, 1996.
- JEFATURA DEL ESTADO. Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado* 283, 1992.
- . Ley 62/1997, de 26 de diciembre, de modificación de la Ley 27/1992 de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado* 312, 1997.
- KUMBHAKAR, S. y C. A. K. LOVELL. *Stochastic frontier analysis*. Nueva York: Cambridge University Press, 2000.
- LOVELL, C. A. K., S. RICHARDSON, P. TRAVERS, y L. WOOD. «Resources and Functionings: a new View of Inequality in Australia». En W. Eichhorn, ed. *Models and Measurement of Welfare and Inequality*. Berlín: Springer-Verlag, 1994.
- MARTÍNEZ-BUDRÍA, E., R. DÍAZ-ARMAS, M. NAVARRO-IBAÑEZ, y T. RAVELO-MESA. «A Study of the Efficiency of Spanish Port Authorities Using Data Envelopment Analysis». *International Journal of Transport Economics* XXVI (2), 1999: 237-253.
- NOTTEBOOM, T. E., C. COECK, y J. VAN DEN BROECK. «Measuring an Explaining Relative Efficiency of Container Terminals by Means of Bayesian Stochastic Frontier Models». *International Journal of Maritime Economics* 2, 2, 2000: 83-106.
- PESTANA, C. «Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities». *Maritime Economics & Logistics* 5 (1), 2003: 55-69.
- . y M. ATHANASSIOU. «Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal». *Maritime Economics & Logistic* 6, 2004: 122-140.
- RITTER, C., y L. SIMAR. «Pitfalls of Normal Gamma Stochastic Frontier Models». *Journal of Productivity Analysis* 8, 2, 1997: 121-129.
- RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, A., B. TOVAR DE LA FE, y L. TRUJILLO. «Firm and Time Varing Technical and Allocative Efficiency: an Application for Port Cargo Handling Firms». Documento de Trabajo 201/2005. Fundación de las Cajas de Ahorro, 2005.
- SHEPHARD, R. W. *Cost and production functions*. Princeton: Princeton University Press, 1953.
- . *Theory of cost and production functions*. Princeton: Princeton University Press, 1970.
- SUYKENS, F. «Ports Should be Efficient (Even when This Means that Some of them Are Subsidized)». *Maritime Policy and Management* 13, 2, 1986: 105-126.
- TONGZON, J., y W. HENG. «Port Privatization, Efficiency and Competitiveness: Some Empirical Evidence from Container Ports (Terminals)». *Transportation Research*, Parte A, 39, 2005: 405-424.
- TOVAR DE LA FE, B., L. TRUJILLO, y S. JARA-DÍAZ. «Organization and Regulation of the Port Industry: Europe and Spain». En P. Coto-Millan, ed. *Essays on Microeconomics and Industrial Organisation*. 2.^a ed. Alemania: Physica-Verlag, A springer-Verlag Company, 2004.
- TRUJILLO, L., y G. NOMBELA. «Seaport». En A. Estache y G. de Rus, eds. *Privatization and regulation of transport infrastructure. Guidelines for policymakers and regulators*. Washington, DC: The World Bank, 2002: 113-170.

6. Análisis económico de la congestión en los aeropuertos europeos

*Gustavo Nombela Merchán
Ginés de Rus Mendoza*

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

6.1. Introducción

El crecimiento del tráfico aéreo en la Unión Europea en los últimos años ha hecho de los retrasos en los vuelos un fenómeno frecuente. Estos retrasos suponen unos costes muy importantes tanto para los viajeros, por los tiempos perdidos y la falta de fiabilidad, como para las compañías aéreas, que deben asumir costes directos debidos a los mayores gastos ocasionados por los retrasos y también costes de oportunidad.

Estimaciones realizadas por Eurocontrol a finales de los años noventa situaban los costes de congestión en Europa entre 3,4 y 5,7 billones de ecus anuales, mientras que en Estados Unidos los cálculos apuntan a unos costes de congestión aérea mucho mayores, alrededor de 4.500 billones de dólares anuales (ATAG 2000). Además de la diferencia de tamaño de ambos mercados, los cálculos de costes de congestión agregados para pasajeros y aerolíneas no son realizados siempre con una metodología común, y pueden incluir en algunos casos costes indirectos difíciles de estimar (por ejemplo, pérdida de clientes futuros para las aerolíneas, daños económicos a otras industrias, etc.). No obstante, el orden de magnitud de los resultados de todos los estudios ilustra la gravedad de este problema.

La congestión en el transporte aéreo es un fenómeno diferente a la congestión del transporte por carretera, problema al cual se le ha dedicado mucha más atención desde el punto de vista del análisis económico. Para buscar soluciones a la congestión del tráfico se han propuesto desde hace tiempo mecanismos de precios (*congestion charges*), si bien su utilización no es generalizada en el mundo y

sólo se emplea en algunas grandes ciudades como, por ejemplo, el peaje urbano recientemente introducido en Londres. La congestión de carreteras es un problema de falta puntual de capacidad de las infraestructuras para la demanda que existe a determinadas horas, y se produce porque los conductores no están sujetos a ningún tipo de coordinación entre sí. La introducción de un peaje logra que parte de la demanda de uso de la infraestructura se desplace a otras horas o a otros modos de transporte.

En el caso del transporte aéreo, las entradas y salidas de los aviones en los aeropuertos no tienen el carácter aleatorio de la entrada de vehículos en las carreteras, ya que se realizan de acuerdo con esquemas programados. El problema de la congestión en los aeropuertos surge porque en el sistema pueden aparecer perturbaciones —y no solamente de tipo externo como las meteorológicas— que hacen que deban alterarse todos los tiempos previstos del resto de vuelos que utilizan los aeropuertos.

La Comisión Europea ha expresado desde hace tiempo su preocupación por el problema de los retrasos en los aeropuertos, pero sus esfuerzos se han centrado hasta la fecha más en la fase de vuelo de los aviones (control del tráfico aéreo) que en las fases de aproximación y despegue a los aeropuertos. Para resolver los problemas de saturación de los aeropuertos se han apuntado soluciones que pasan por introducir cambios en las reglas de los derechos de aterrizaje de las compañías, o por la apertura de mercados de *slots* horarios, pero no se ha planteado hasta la fecha ninguna política comunitaria al respecto. Igualmente, se ha identificado en determinados aeropuertos la necesidad de ampliación de las infraestructuras existentes como solución a los problemas de congestión.

A pesar de que las propuestas para resolver los retrasos aéreos van en la dirección correcta, el problema de fondo de la congestión aeroportuaria no se ve alterado; los agentes que causan retrasos en el sistema de transporte aéreo no soportan completamente los costes que generan. No obstante, a pesar de su similitud con la congestión que sufren las carreteras, desde un punto de vista económico el problema de la congestión aérea no es de la misma naturaleza, y, por tanto, no se puede plantear como solución la misma idea de utilizar un mecanismo de precios que reduzca la demanda en las horas punta. La solución a la congestión aérea hay que buscarla en

un mecanismo que logre que los agentes causantes de las externalidades —que son la raíz del problema— internalicen los costes que generan.

Los objetivos de este estudio del problema de la congestión que sufre el transporte aéreo en Europa son los siguientes:

- Revisar la literatura económica que ha analizado el problema de la congestión en los aeropuertos.
- Realizar una evaluación de la congestión aeroportuaria en la Unión Europea y una estimación de los costes anuales que supone para los usuarios y productores de servicios, utilizando las estadísticas que elabora Eurocontrol.
- Revisar las políticas propuestas por la Comisión Europea para resolver el problema de la congestión aeroportuaria.
- Estudiar cómo se generan los retrasos y cómo los vuelos se afectan entre sí, a partir de un caso de estudio del aeropuerto de Madrid-Barajas.
- Diseñar, desde un punto de vista teórico, un sistema de tasas de congestión que pueda contribuir a resolver el problema de los retrasos.

6.2. Revisión de la literatura económica

El fenómeno de la congestión en el transporte aéreo es similar al de otros modos de transporte. No obstante, aunque la congestión es un problema ampliamente tratado para el transporte por carretera, sorprendentemente la congestión en aeropuertos ha generado un volumen muy inferior de trabajos, como señala Quinet (1997).

Los primeros análisis de la congestión en carreteras pueden remontarse hasta Pigou, aunque la literatura moderna no se inició hasta los años sesenta con los trabajos pioneros de Walters (1961) y Vickrey (1963). El problema de la congestión se genera por la entrada simultánea de demasiados vehículos para utilizar una infraestructura de capacidad limitada, y la solución económica es sencilla, al menos desde un punto de vista teórico: los usuarios de la carretera deberían pagar por el coste externo que imponen al resto de automóviles, en términos del tiempo extra de circulación. La imposición

de una tasa por congestión puede lograr una redistribución del tráfico hacia rutas alternativas u horarios distintos, y si se diseñase de forma óptima podría eliminarse la congestión.

Un resultado conocido en la literatura sobre congestión en carreteras (*teorema de recuperación de costes*) es que, bajo condiciones de divisibilidad perfecta y rendimientos constantes a escala, una política óptima de tarificación sería compatible con la recuperación de los costes de infraestructura (Mohring y Harwitz 1962; Strotz 1965).

A pesar de que los usuarios de la infraestructura aeronáutica de los aeropuertos (aerolíneas) no entran aleatoriamente en el sistema, en el transporte aéreo también existen claros problemas de congestión. Los retrasos de vuelos son un fenómeno habitual que tiene que soportar una gran parte de los viajeros que se mueven dentro de la red europea de aeropuertos. Pero un retraso aéreo no está siempre causado por la propia compañía que opera el vuelo, sino que puede venir inducido por los retrasos de otras compañías o la situación de los aeropuertos en otro punto de la red. Por ello, el fenómeno de la congestión aérea comparte con la situación de la carretera el tener como causa unas externalidades negativas que los diversos agentes se generan entre sí.

Los retrasos aéreos se originan por un amplio conjunto de factores, los cuales son normalmente difíciles de separar cuando se intenta determinar las causas exactas del problema. El elemento que introduce mayor complejidad es el hecho de que, cuando un avión sufre un retraso por una causa determinada (retraso primario) y debe ser desplazado de su posición planeada dentro de un esquema de aterrizajes/despegues, puede imponer cambios en los horarios de salidas y llegadas de otros vuelos, que a su vez pueden afectar a nuevos vuelos en un efecto cascada. La utilización intensiva de la mayor parte de las infraestructuras aeroportuarias agrava este problema.

En la bibliografía existe un amplio conjunto de trabajos que han analizado el problema de la congestión en el transporte aéreo, tanto en lo relativo a la parte de aeropuertos como a la dimensión del problema correspondiente a la saturación del espacio aéreo europeo (ATC, control de tráfico aéreo). Ambos aspectos del problema —aeropuertos y ATC— están directamente relacionados en la generación de los retrasos que sufren los vuelos.

Los primeros trabajos se remontan a finales de los años sesenta (Levine 1969; Carlin y Park 1970), en los cuales se comenzó a estudiar cuál era el coste real de utilización de un aeropuerto en comparación con las tarifas de aterrizaje. Carlin y Park estimaron que los costes externos de aterrizaje en un período punta en el aeropuerto de La Guardia (Nueva York) se elevaban a 2.000 dólares (de 1969), 20 veces superior al precio pagado entonces por una compañía por el uso del aeropuerto.

El mayor número de aportaciones académicas al análisis de este problema se realizó durante los años ochenta y primeros noventa (Newell 1979; Morrison 1983 y 1987; Fisher 1989; Morrison y Winston 1989), coincidiendo con períodos en los cuales el problema de la congestión aérea en Europa y Estados Unidos alcanzó niveles preocupantes. Un denominador común de los primeros trabajos es que prácticamente todos ellos se apoyan de forma importante en el análisis económico del fenómeno de la congestión en carreteras, y trasladan un esquema similar de soluciones al campo de los aeropuertos.

Las propuestas de soluciones, consecuentemente, van en la línea de proponer ampliaciones de infraestructura en aquellas partes que tienen más impacto en el conjunto del sistema (control de tráfico aéreo) y tratar de lograr una utilización más eficiente del espacio aéreo. La ampliación de los aeropuertos saturados y las consideraciones que deben ser tenidas en cuenta para resolver los problemas de indivisibilidades de la infraestructura (necesidad de ampliar los aeropuertos en grandes bloques de capacidad, al construir una nueva pista o terminal) también han sido analizadas en la literatura, por ejemplo en Oum y Zhang (1990). Estos autores demuestran que el teorema de recuperación de costes deja de ser válido con inversiones discontinuas en ampliaciones de capacidad, por lo que es difícilmente aplicable al caso aeroportuario.

Los mecanismos de precios propuestos en los primeros análisis económicos reflejan su origen en la literatura de estudios de congestión de carreteras, ya que las soluciones son fundamentalmente propuestas de reducción de demanda en los períodos punta (*peak-pricing*), diferenciando las tarifas de aterrizaje y despegue, de forma que parte de los vuelos que saturan la capacidad de los aeropuertos

se desplacen a horarios-valle y con ello se logre una utilización más eficiente de la infraestructura.

Este tipo de análisis tiene dos puntos débiles: 1) no tiene en cuenta la inflexibilidad de la demanda primaria de transporte aéreo (pasajeros), que determina la demanda de infraestructuras aeroportuarias que realizan las aerolíneas; y 2) no tiene en cuenta que los mercados de transporte aéreo son oligopolísticos, y que la aplicación simple de tarificación de horas punta puede tener efectos sobre la competencia entre empresas.

En algunos de los trabajos sobre el tema de la congestión aérea más recientes (Daniel 1995 y 2001; Daniel y Pahwa 2000; Wolf 1998; Hansen 2002; Janic y Stough 2003), se han introducido modelos más sofisticados que utilizan la teoría de colas para estudiar los efectos de acumulación de los retrasos, y las interacciones que tienen las aerolíneas entre sí al elegir determinadas combinaciones de tamaño de avión y horarios. De esta forma, se ha logrado introducir en los análisis teóricos una aproximación más realista al problema de la congestión aérea.

Otra característica particular del transporte aéreo es la existencia de aerolíneas dominantes en el uso de determinados aeropuertos. Este fenómeno se observa tanto en Europa, donde la privatización de antiguas compañías de bandera que tradicionalmente eran los usuarios principales de los aeropuertos internacionales de sus países (British Airways, Lufthansa, Air France, KLM, Alitalia, Iberia) ha perpetuado esa situación, como en Estados Unidos, donde la estrategia de las grandes compañías (American Airlines, Delta, United Airlines) es concentrar sus vuelos en un número reducido de aeropuertos (*hubs*). Dado que el problema de la congestión aeroportuaria se produce debido a la interacción entre los vuelos, a la hora de proponer soluciones de tarificación hay que considerar que en aeropuertos dominados por una compañía, ésta internaliza parte de la congestión, tal como ha señalado Brueckner (2002a, 2002b, 2003).

En resumen, la literatura económica que ha estudiado el problema de la congestión aérea ha ido evolucionando hacia modelos más acordes con la realidad del problema, y se han apuntado soluciones basadas en mecanismos de tarificación que tienen en cuenta las características del transporte aéreo. Se puede afirmar que existe un consenso en torno a los siguientes puntos:

- La congestión aérea podría resolverse, al menos parcialmente, con unas tasas por congestión que reflejasen los costes marginales causados por los retrasos.
- La aplicación de estas tasas debería tener en cuenta los períodos de utilización de los aeropuertos.
- Las tasas deberían diferenciarse también por el tipo de aeronave utilizada, ya que los aviones pequeños realizan un uso de infraestructura por pasajero transportado proporcionalmente mayor que los grandes, y generan un impacto equivalente en los retrasos inducidos a los vuelos siguientes.
- Se debe tener en cuenta el grado de utilización de un aeropuerto que tienen las aerolíneas, lo cual puede llevar a que las tasas óptimas por congestión deberían ser inferiores a las resultantes de cálculos simples de costes de los retrasos, o incluso en algunos casos negativas, como señalan Pels y Verhoef (2003).
- Los aeropuertos y el control de tráfico aéreo que conforman un sistema (por ejemplo, Unión Europea) no son regulados por una autoridad única, lo cual tiene implicaciones a la hora de proponer soluciones de tarificación.

A pesar de que las posibles soluciones al problema de la congestión serían relativamente fáciles de diseñar con instrumentos económicos, al menos en un plano teórico, su aceptabilidad en la práctica ha sido muy baja, a pesar de los enormes costes sociales que este problema supone.

Adler (2002) señala las siguientes barreras, como causas del escaso impacto que ha tenido la literatura económica sobre el funcionamiento del transporte aéreo:

- 1) Barreras institucionales, organizativas, políticas y legales, que son defendidas fundamentalmente por los aeropuertos *hubs*, que defienden su posición de monopolio, y por las aerolíneas dominantes, que defienden sus oligopolios. Este tipo de barreras impiden, por ejemplo, que se introduzca una armonización de los criterios de cálculo de las tarifas de aterrizaje entre aeropuertos de diferentes países (Unión Europea) y de tamaños diferentes (Estados Unidos y Unión Europea).

- 2) Imposibilidad de realizar un trato diferenciado a las compañías aéreas (y mucho menos a los grupos que actualmente conforman las alianzas entre ellas) por parte de los aeropuertos.
- 3) Barreras tecnológicas que impiden una recogida de datos fiables sobre los retrasos aeroportuarios en función de sus causas, incluyendo los datos de capacidad de los aeropuertos. Éste es un problema principalmente en Europa, ya que en Estados Unidos existe un mayor grado de desarrollo de bases de datos relativas a los retrasos aéreos.

Una de las razones fundamentales que dificultan la utilización de mecanismos económicos para la búsqueda de soluciones al problema de la congestión es el elevado grado de injerencias de tipo político que aún existen en el transporte aéreo, incluso en Estados Unidos. Stiglitz (1998) describe su experiencia como miembro del Gobierno Clinton, y la oposición frontal que recibieron sus propuestas de introducir tasas de congestión en los aeropuertos, especialmente por parte de los propietarios de aviones pequeños (*jets* de empresa). Tampoco logró conseguir que el control del tráfico aéreo se sacara del Gobierno y se pusiera en manos de una empresa pública, para minimizar las presiones de tipo político que introducen ineficiencias en su funcionamiento, por el nulo apoyo que tuvo esta iniciativa en el Congreso.

Hay una razón importante para explicar el escaso éxito de las propuestas de introducir racionalidad económica en el uso de las infraestructuras aeroportuarias, que es frecuentemente olvidada en la literatura sobre el tema, y es el escaso interés de los propios aeropuertos y sus responsables por la búsqueda de soluciones efectivas. Una gran parte de los aeropuertos en el mundo tiene por objetivo crecer lo máximo posible, para satisfacer tanto los intereses propios de los gestores como de los políticos regionales.

Por ello, las soluciones al problema de la congestión aeroportuaria que habitualmente se plantean en la práctica son ampliaciones de las infraestructuras, sin tener en consideración la aplicación de políticas para una utilización más eficiente de la capacidad existente.

6.2.1. Los conceptos de *congestión* y *escasez*

Desde un punto de vista económico, para evaluar la necesidad de ampliaciones de capacidad aeroportuaria resulta importante distinguir entre costes de congestión y costes de escasez de infraestructura. Una definición correcta de estos dos conceptos de *congestión* y *escasez* ayuda a entender mejor las causas y los efectos económicos de los retrasos aéreos.

La capacidad máxima de una infraestructura aeroportuaria está fijada a corto plazo y, a diferencia de lo que sucede con las carreteras, solamente un número reducido de aerolíneas autorizadas puede acceder a la misma. La asignación de la capacidad a la demanda existente se realiza *antes* de su utilización a través de una serie de reglas establecidas, como son los derechos de antigüedad o *grandfather rights*, y un proceso de negociación sobre las franjas horarias de uso (*slots*) entre las autoridades aeroportuarias y las aerolíneas.

Una infraestructura de capacidad limitada que tiene una fuerte demanda de uso genera dos tipos de costes:

- *Congestión*: los vuelos que usan un aeropuerto sufren retrasos porque la capacidad tiene un uso intensivo, lo cual hace que cualquier perturbación distorsione los esquemas programados para la utilización del aeropuerto.
- *Escasez*: hay costes de oportunidad por la imposibilidad de dar acceso a más vuelos, si no se está racionando óptimamente la demanda existente.

Los costes de congestión aeroportuaria son relativamente fáciles de estimar, si existen datos suficientes sobre los retrasos que sufren los vuelos. Por el contrario, la estimación de los costes de escasez no resulta sencilla, porque es necesario determinar cuál sería el mejor uso de los *slots* disponibles, y se necesitaría estimar los ingresos no percibidos por potenciales aerolíneas que podrían ofertar servicios, comparados con los ingresos que efectivamente obtienen las compañías que los usan.

Hay que observar, como señalan Nash y Samson (1999) para el caso del transporte ferroviario, que estos costes suponen únicamente una externalidad cuando tiene que soportarlos una compañía di-

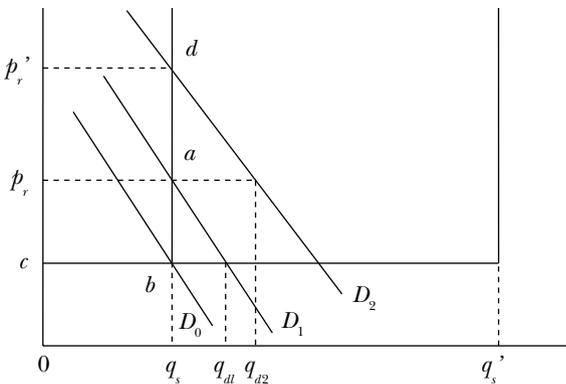
ferente a la que opera. Si el *slot* analizado se hubiera utilizado para una operación de un avión en una ruta que opera la misma compañía que lo está usando para otra operación, la propia compañía ya estará internalizando el coste de la falta de infraestructura y optimizando el valor del *slot*.

Por tanto, la escasez es un concepto que se aplica a sistemas de transporte en los cuales hay un número limitado de empresas que utilizan una infraestructura, y se produce una situación de exceso de demanda. Esta idea no se aplica al transporte por carretera, donde los usuarios finales (automóviles, autobuses, camiones, etc.) entran directamente en el sistema con sus vehículos. Si la capacidad de la carretera lleva a una situación de exceso de demanda, entonces aparecen costes de congestión, debido a que los usuarios están afectando al tiempo de viaje de los demás, y no pueden ser excluidos *ex ante* de la utilización de la carretera.

La congestión aeroportuaria (como también los retrasos ferroviarios) es diferente al caso de las carreteras. Se produce en situaciones en las cuales el sistema se encuentra sobrecargado, debido a problemas exógenos que hacen que los usuarios que estaban a priori asignados a un período temporal no puedan utilizar sus *slots*, y la congestión se genera al ser trasladados a los siguientes períodos horarios.

El gráfico 6.1, adaptado de Starkie (1998), ilustra los conceptos de congestión y escasez, y su relevancia para el análisis económico de la actividad aeroportuaria.

GRÁFICO 6.1: Congestión y escasez en aeropuertos



Supongamos que la demanda para utilizar un aeropuerto dentro de una franja temporal determinada (por ejemplo, una hora) es D_0 , y que la curva de coste marginal del aeropuerto representada en el gráfico es $cbad$, reflejando que el uso de capacidad tiene un coste constante por vuelo (igual a c) hasta el límite de capacidad declarada q_s , a partir del cual se hace infinito por la necesidad de incrementar la infraestructura disponible para atender un vuelo más.

En esta situación, el precio de equilibrio del mercado es igual a c . Esta tasa por la utilización del aeropuerto hace que la demanda se iguale con la capacidad disponible y permite cubrir los costes totales de provisión de la infraestructura, incluyendo una tasa normal de retorno sobre el capital invertido (se supone que existen costes medios constantes para el aeropuerto).

Si la capacidad de la infraestructura se mantiene constante en q_s y la demanda aumenta hasta D_1 , se produciría una situación que puede solventarse con dos alternativas. La primera sería racionar vía precios, incrementando la tasa aeroportuaria hasta p_r y eliminando así el exceso de demanda que tendría el aeropuerto si la tasa no se eleva. La segunda opción es tratar de acomodar el incremento de demanda, haciendo un uso más intensivo de la infraestructura (acortando los tiempos entre operaciones, por ejemplo), de forma que se puedan realizar las operaciones adicionales ($q_{d1} - q_s$). Esta segunda opción obviamente generará costes para todos los pasajeros y aerolíneas, ya que al trabajar con esquemas más ajustados aumentará la probabilidad de retraso, al ser mayor la interacción entre los vuelos. Por otro lado, esta opción tendrá un límite, y sólo será posible para un determinado volumen de vuelos adicionales.

Como señala Starkie (1998), la práctica de la tarificación aeroportuaria muestra que la mayor parte de aeropuertos no adapta sus tasas a las condiciones de la demanda. Al contrario, muchos de ellos aplican tarifas que están por debajo de los costes de provisión de la infraestructura. Esto implica que, para una tasa inferior a p_r , habrá más viajeros que desean utilizar el aeropuerto que vuelos disponibles, lo cual hace que las aerolíneas puedan elevar sus tarifas para acomodar el exceso de demanda y obtener unas rentas extraordinarias, que en el gráfico 6.1 podemos evaluar con el área $p_r abc$, si la tasa aeroportuaria se mantiene en c .

Supongamos que la autoridad aeroportuaria haya optado por hacer frente a la nueva demanda D_1 a través del precio de equilibrio p_r , pero que sin embargo en una hora t determinada del día la demanda efectiva (D_2) supere a la capacidad por la existencia de vuelos que no han realizado sus operaciones previstas en la hora $t - 1$. Los efectos externos negativos sobre los pasajeros y aerolíneas que soportan los retrasos, aunque no los causan, serían los costes de la congestión. Un precio p_r' eliminaría el exceso de demanda, pero el carácter ocasional del fenómeno hace prácticamente imposible aplicar la política de racionamiento vía precios.

Si se persiguiera el objetivo de evitar ineficiencias en el funcionamiento del sistema aeroportuario, se podría tratar de internalizar estos efectos externos. El desplazamiento de la demanda desde D_1 a D_2 puede venir afectado por diversos factores, entre los cuales habrá algunos de naturaleza aleatoria (meteorología, incidentes, etc.), pero otros podrán ser controlados hasta cierto punto (gestión eficiente de la flota, disponibilidad de tripulaciones de reserva, etc.). Por ello, resulta interesante tratar de medir cuáles son los costes externos de los retrasos por la congestión aeroportuaria, de forma que se pudieran estimar las tasas que deberían pagar los agentes causantes de la congestión.

Como conclusión, cabe señalar que las ampliaciones de la infraestructura aeroportuaria, que frecuentemente son propuestas como soluciones para la congestión, no necesariamente contribuyen a eliminar este problema. En el gráfico 6.1, si el aeropuerto ampliase su capacidad hasta q_s' claramente se podrían acomodar tanto las demandas D_1 como D_2 , pero habría que valorar si los costes de inversión de la ampliación estarían justificados.

En la mayor parte de los principales aeropuertos del mundo existe un exceso de demanda para su utilización, por lo que las ampliaciones resuelven problemas de escasez de infraestructuras, pero no siempre alivian la congestión. Un aeropuerto utilizado prácticamente al máximo de su capacidad durante varios períodos punta al día no tendría por qué sufrir necesariamente serios problemas de congestión si las aerolíneas y el propio aeropuerto hicieran los esfuerzos necesarios para el cumplimiento de los horarios previstos.

6.3. Evaluación de la congestión aeroportuaria en la Unión Europea

La congestión aérea es un problema en la Unión Europea que fue agravándose hasta niveles preocupantes a finales de los años noventa, como se muestra en el trabajo de Reynolds-Feighan y Button (1999). A finales de esa década, un elevado porcentaje de operaciones aéreas se realizaba fuera de sus horarios originales, y los retrasos medios (calculados sobre el número total de movimientos) se situaban en muchos aeropuertos por encima de los veinte minutos. La situación excepcional de reducción de la demanda de transporte aéreo que se ha producido desde 2001 hace que las estadísticas de retrasos hayan registrado una mejora, pero es predecible que los problemas se reproduzcan nuevamente de forma importante en cuanto se den de nuevo períodos de fuerte crecimiento de la demanda de transporte aéreo.

La capacidad aeroportuaria está determinada por los componentes de infraestructura básica aeronáutica, tanto por el lado de tierra (número y tamaño de las pistas de aterrizaje, estacionamientos para aeronaves, tamaño de las terminales, número de puertas, pasarelas, etc.) como por el lado aéreo, donde se pueden agrupar los activos necesarios para el control de tráfico aéreo (ATC). La capacidad se mide habitualmente en términos del número máximo de movimientos por hora que pueden ser realizados, dadas unas condiciones de visibilidad, atmosféricas y de composición de las operaciones.

De todo el conjunto de componentes que determinan la capacidad de un aeropuerto, las pistas son frecuentemente la restricción principal, porque limitan el número de despegues y aterrizajes por hora. Si por cualquier motivo un avión no puede utilizar la franja horaria (*slot*) que tiene asignada para realizar una operación, debe ser trasladado a otro momento del tiempo y, por definición, la capacidad no puede ser expandida, por lo que si la programación de la siguiente hora está completa se causará inevitablemente una externalidad negativa a otros vuelos.

Los retrasos aéreos son un fenómeno complejo ya que pueden tener su origen en múltiples causas y producirse durante las diferen-

tes fases de una operación aérea: en los tiempos de aparcamiento de la aeronave en la zona de embarque, en la circulación dentro del aeropuerto entre la zona de embarque y las pistas de aterrizaje (que en el argot aeroportuario se denominan operaciones de *taxi*) o durante el vuelo.

Los retrasos durante la fase de aparcamiento pueden producirse por diversas razones:

- Fallos en el embarque de pasajeros, equipajes y carga.
- Problemas técnicos en aeronaves.
- Problemas con equipos auxiliares (camiones de suministros, rampas, etc.).
- Límites a las horas de trabajo de pilotos y personal de cabina.
- Meteorología.

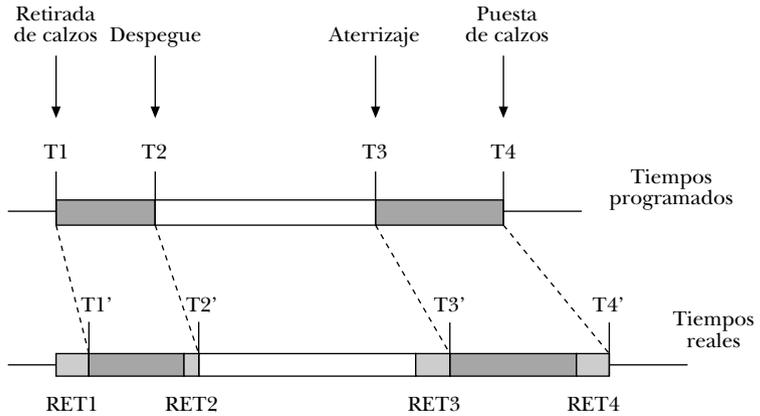
Los tiempos de retraso durante las fases de circulación a las pistas suelen producirse en condiciones de saturación de la capacidad, esto es, cuando existen retrasos acumulados que impiden los despegues de acuerdo con los horarios previstos, pese a no haberse producido ningún fallo en las actividades programadas durante la fase de aparcamiento de la aeronave.

Las autoridades responsables del control del tráfico aéreo intentan minimizar los retrasos en los vuelos, de forma que una parte de los tiempos de retraso en tierra son debidos a problemas de saturación del espacio aéreo, que obligan a mantener las aeronaves detenidas en los aeropuertos para ahorrar combustible.

En la programación de vuelos que realizan conjuntamente los aeropuertos con las compañías aéreas, la existencia sistemática de retrasos ya es tenida en cuenta a la hora de elaborar la programación de vuelos, de forma que se añade un cierto margen sobre el tiempo medio que sería técnicamente necesario para realizar las operaciones.

El esquema 6.1 ilustra la naturaleza compleja del problema: en la parte superior del esquema se representan los tiempos programados para la operación de un vuelo, detallando los movimientos en tierra del avión (entre T_1 y T_2 en el aeropuerto de origen, T_3 y T_4 en el de destino), y la fase de vuelo (entre T_2 y T_3).

ESQUEMA 6.1: Esquema de retrasos de vuelos



El retraso total que se observará en los datos estadísticos correspondientes a un vuelo será la combinación de varios tiempos de retraso que se pueden producir, de forma independiente, en las diversas fases:

$$\text{Retraso total} = T4' - T4 = \text{RET1} + \text{RET2} + \text{RET3} + \text{RET4}$$

donde:

RET1 = diferencia entre los tiempos programados y reales de retirada de calzos. Este retraso puede deberse a muy diversas causas: pérdida de *slot* programado en el aeropuerto de destino, llegada tarde del avión previsto, problemas de tripulación, fallos mecánicos, pasajeros o equipaje.

RET2 = exceso de tiempo empleado en la fase de tierra del avión en el aeropuerto de origen, debido a saturación del espacio aéreo, problemas con equipos del aeropuerto (rampas, vehículos, etc.), necesidad de acomodar otros vuelos retrasados en el esquema de despegue del aeropuerto o problemas meteorológicos.

RET3 = retrasos en la fase de vuelo, por necesidad de realizar cambios en la ruta programada, o saturación del espacio aéreo.

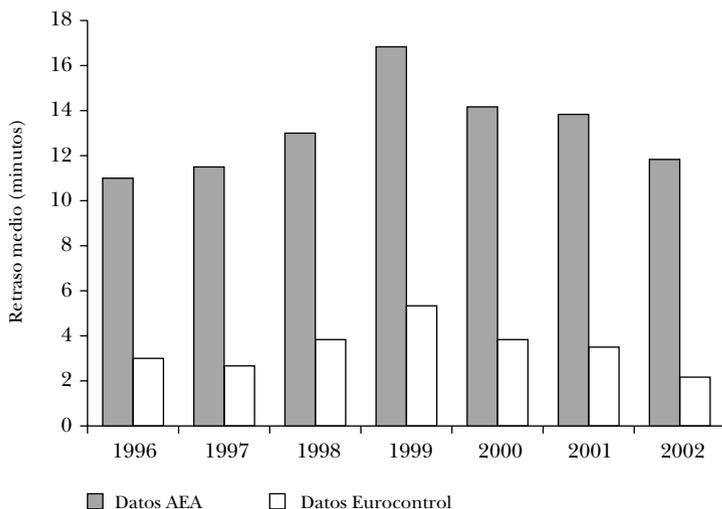
RET4 = exceso de tiempo en la fase de tierra en el aeropuerto de destino, por pérdida de la posición de aparcamiento programada o por problemas con equipos del aeropuerto.

¿Qué problemas plantean las estadísticas de retrasos aéreos? Los datos disponibles sobre retrasos de los aeropuertos miden los tiempos de retraso de acuerdo con los objetivos de las instituciones que los recogen, lo cual hace que no siempre representen fielmente los retrasos totales que soportan los pasajeros y las aerolíneas.

Por ejemplo, en el caso de las estadísticas de retrasos que elabora Eurocontrol, a partir de la información del control de tráfico aéreo y los datos aportados por los aeropuertos europeos, se utilizan como referencia para medir los retrasos en los tiempos programados y los tiempos reales de retirada de calzados (para los vuelos de salida), teniendo en cuenta el tiempo estimado para las operaciones de taxi (Eurocontrol 2002). Esta metodología no resulta excesivamente precisa para evaluar los retrasos de salida efectivos que tienen los pasajeros, por la falta de información sobre la parte de retraso que en el esquema 6.1 se ha denominado como *RET2*, y que en ocasiones puede suponer un porcentaje importante del tiempo de retraso en las salidas de los vuelos.

Una segunda limitación de las medidas estadísticas de los retrasos de Eurocontrol es que, en el caso de que un vuelo sea recolocado sobre la programación inicialmente prevista, los retrasos que después este vuelo registre son medidos *sobre los últimos tiempos solicitados por la aeronave y asignados por el control de tráfico aéreo*. En términos del esquema 6.1, esto significa que los retrasos se medirán sobre unos tiempos *T1* para las salidas (*T4* para las llegadas), que no son necesariamente los que tenía ese vuelo en su programación original.

Estas consideraciones sobre la metodología de recogida y elaboración de las bases de datos de retrasos en Europa son las que explican las diferencias que se observan cuando se comparan las estadísticas de Eurocontrol con las que elabora la Asociación de Aerolíneas Europeas (AEA), en las que se incluyen los retrasos completos de los vuelos, y no únicamente los retrasos medidos de cara a evaluar el funcionamiento del control del tráfico aéreo. El gráfico 6.2 ilustra estas diferencias:

GRÁFICO 6.2: Diferencias entre estadísticas de retrasos

Las diferencias entre los retrasos medios estimados por AEA y Eurocontrol se sitúan entre ocho y diez minutos por vuelo. Considerando que los datos están calculados sobre el total de movimientos, esto supone que las diferencias en los tiempos totales de retraso medidos por una y otra fuente son considerables. Por otra parte, la correlación entre las series de datos es muy elevada, lo cual refleja que las tendencias observadas son las mismas en los retrasos que miden ambas fuentes.

En este capítulo, que tiene como objetivo realizar una estimación del orden de magnitud del problema actual de los retrasos en la Unión Europea, se ha optado por utilizar los datos de Eurocontrol, corrigiendo con un factor de elevación a partir de la información de AEA. Pese a las limitaciones ya mencionadas en su metodología de recogida de datos, para el propósito de disponer de información de los principales aeropuertos europeos, las bases de datos de Eurocontrol tienen un mayor detalle de los vuelos afectados por los retrasos, ya que se toma el conjunto de los movimientos que se realizan en el espacio aéreo europeo.

Dado que un gran número de vuelos con salida en un aeropuerto de la Unión Europea tiene como destino la propia región europea, de cara a la evaluación de los retrasos se considera preferible tomar como referencia los tiempos de retraso de los vuelos de sali-

da. Si se tomasen los retrasos tanto en salidas como en llegadas, para buena parte de los vuelos se estarían contabilizando doblemente algunos de los componentes de los tiempos de retraso. La opción de tomar solamente los vuelos de llegadas a los aeropuertos europeos llevaría a estar evaluando problemas de congestión no sólo de la región europea, sino también de los aeropuertos de origen de los vuelos que llegan desde otras partes del mundo, por lo que esta opción se considera menos representativa que estudiar los retrasos de salida. En el esquema 6.1, puede observarse que los tiempos de retraso de las llegadas ($T4' - T4$) acumulan parte de los retrasos que han experimentado los vuelos en las salidas ($RET1 + RET2$).

6.3.1. Metodología para la evaluación de costes de congestión

Los trabajos que plantean la estimación de costes de congestión en cualquier modo de transporte se enfrentan al problema de la diversidad de componentes de dichos costes y a las dificultades de valoración. La mayor parte de los costes derivados de la congestión que sufren los pasajeros son costes de oportunidad —valor del tiempo perdido por los retrasos— y por tanto altamente subjetivos.

Igualmente, para el caso de las compañías aéreas se pueden medir de forma objetiva los costes directos (horas extras del personal, consumo de combustible, etc.), pero existe toda una serie de costes indirectos que son más difícilmente cuantificables. Por ejemplo, deberían considerarse los costes de oportunidad de las aeronaves que sufren retrasos, en términos de los ingresos que podrían estar generando. Una compañía con muchos retrasos puede sufrir efectos negativos sobre su imagen y reputación, y perder viajeros que pueden optar por otras aerolíneas o por otros modos de transporte.

Partiendo de estas limitaciones, el ejercicio de estimación de costes realizado en este capítulo persigue tres objetivos: *a)* evaluar la magnitud de los costes de congestión aérea en la Unión Europea; *b)* estudiar las diferencias que existen entre los principales aeropuertos del sistema europeo; y *c)* analizar la evolución de la congestión en los últimos años.

La evaluación de la congestión aeroportuaria puede realizarse midiendo los cambios en los excedentes de usuarios y productores de los servicios aéreos entre dos períodos teóricos T_0 , en el que un

aeropuerto esté libre de congestión, y T_1 , en el que se produzcan retrasos importantes.

El coste generalizado de viaje para un pasajero en un período cualquiera puede expresarse como:

$$g = p + v_t t + \gamma \quad (6.1)$$

donde p es la tarifa; t es el tiempo de viaje (tiempo de espera y de vuelo); v_t es el valor del tiempo; y γ es una medida de calidad (percepción del usuario relativa a la fiabilidad, confort, seguridad, etcétera).

La pérdida de bienestar que sufren los viajeros al pasar de una situación sin congestión a otra con retrasos puede medirse a través de la variación en el excedente total de los viajeros. Esta pérdida es igual a la diferencia entre los costes generalizados, $\Delta EV = - (g_1 - g_0) q$, teniendo en cuenta las compensaciones monetarias que los pasajeros puedan recibir en el período T_1 :

$$\Delta EV = - (\Delta p + v_t \Delta t + \Delta \gamma - \theta) q \quad (6.2)$$

donde $\Delta p = p_1 - p_0$ es la variación de precios entre ambos períodos; $\Delta t = t_1 - t_0$ es el aumento en los tiempos de espera; $\Delta \gamma = \gamma_1 - \gamma_0$ es la valoración monetaria de la pérdida de calidad; y θ es la compensación que paga la aerolínea a cada pasajero (por simplicidad, se considera un valor único para todos los pasajeros). La demanda q se supone constante entre los dos períodos, y el signo negativo de la expresión (6.2) indica la pérdida de utilidad que tienen los viajeros, al incrementarse los costes generalizados de uso de los servicios aéreos.

El excedente de los productores (aerolíneas) puede calcularse como:

$$EP = pq - (c + \theta) q \quad (6.3)$$

siendo q el número de pasajeros; y c el coste marginal por pasajero. La variación en el excedente de los productores en el caso de que exista una sobrecarga de demanda en el sistema aeroportuario es:

$$\Delta EP = - (\Delta p - \Delta c - \theta) q \quad (6.4)$$

El excedente social se obtiene a partir de la suma de la variación de los excedentes de los viajeros y las aerolíneas. Agregando (6.2) y (6.4), por tanto, se podría obtener una estimación de los costes totales de congestión (*CTC*):

$$CTC = - (v_i \Delta t + \Delta c + \Delta \gamma) q \quad (6.5)$$

La expresión (6.5) es una aproximación interesante para la evaluación de los costes totales de congestión, ya que, en principio, todas las variables son medibles en la práctica, salvo la pérdida de calidad que representa el parámetro γ . Para salvar esta dificultad, se puede utilizar el supuesto de que todos los efectos de pérdida de fiabilidad causados por los retrasos se traduzcan en un valor del tiempo más alto v_i' , de forma que $V_i' \Delta t = V_i \Delta t + \Delta \gamma$. A partir de esa aproximación, tendríamos que los *CTC* serían:

$$CTC = (v_i' \Delta t q + \Delta c) q \quad (6.6)$$

La expresión (6.6) es la base teórica en la que se apoya este capítulo, y refleja que, bajo los supuestos simplificadores utilizados, los costes de congestión están formados por dos bloques diferentes: aquellos costes que soportan los pasajeros en términos del exceso de tiempo que deben emplear en los aeropuertos y los costes adicionales que soportan las compañías. Las compensaciones que las compañías puedan pagar a los pasajeros no deben incluirse en la evaluación de los costes de las aerolíneas para evitar una doble contabilización, porque esas compensaciones están destinadas a cubrir el valor del tiempo de los pasajeros que ya está incluido al evaluar esa parte de los costes.

Dado que es difícil estimar cuál es la variación en el coste por cada pasajero que sufre retrasos, se realizará una aproximación al término $\Delta c q$ a través de estimaciones de los costes extra por hora de retraso para las aerolíneas y posteriormente aplicando esa estimación al total de horas perdidas por los vuelos. Formalmente, se va a calcular un valor del tiempo para las compañías (V_i'), de forma que el término $\Delta c q$ pueda ser sustituido por $V_i' \Delta t$. Por otro lado, el valor modificado del tiempo para los pasajeros (v_i') debería incluir algún tipo de prima que recoja todo el resto de

factores (pérdida de confort, falta de fiabilidad), además de la definición estricta de coste de oportunidad por cada hora de retraso para los pasajeros en términos de pérdida de renta potencial.

6.3.2. Información utilizada para la evaluación de costes de congestión

La evaluación de costes de congestión mediante la expresión (6.6) requiere disponer de datos sobre el número de vuelos y pasajeros que utilizan un sistema aeroportuario, así como información sobre los retrasos que experimentan los vuelos.

Para el caso de los aeropuertos europeos, las estadísticas de Eurocontrol ofrecen un grado suficiente de detalle para evaluar los costes de congestión, teniendo en cuenta las limitaciones anteriormente comentadas sobre la metodología y definición de los datos de retrasos que se utilizan. Las estadísticas públicamente accesibles de Eurocontrol corresponden a datos agregados de cada uno de los principales aeropuertos de la Unión Europea: número de vuelos totales que utiliza cada aeropuerto, porcentaje de vuelos retrasados y media de minutos de retraso por vuelo.

El número de pasajeros afectados por los retrasos puede aproximarse a partir de las cifras de vuelos retrasados, tamaño medio de los aviones y supuestos sobre factor de carga de los aviones. La dificultad mayor para la estimación de los costes de congestión para los pasajeros es determinar los valores del tiempo para expresar los retrasos en términos monetarios.

La metodología empleada en este capítulo se basa en la utilización de valores del tiempo tomados del proyecto UNITE de la Comisión Europea, en el cual se elaboraron cuentas sociales del transporte para todos los países de la Unión Europea. En este proyecto, los valores del tiempo se diferenciaron en función del motivo del viaje (trabajo/ocio), y se adaptaron al nivel de renta de cada país. El reparto de viajeros entre las clases turista y *business* es otro dato importante para determinar valores medios del tiempo a aplicar a la información agregada disponible. Éste es un dato no disponible de forma exacta sobre la ruta, pero puede considerarse con un margen de error pequeño que el porcentaje de pasajeros de clase *business* se halla en el rango 20-40%.

En este capítulo, para el cálculo del valor del tiempo promedio hemos escogido unas ponderaciones del 30% para clase *business* y del 70% para turista, como representativas del tráfico europeo, por la dificultad de obtener datos precisos para cada uno de los países y rutas. La posible sobrerrepresentación que esta elección de parámetros pueda introducir para el caso de algunos países hará que se eleve algo el valor del tiempo promedio con respecto al que debería utilizarse si se dispusiera de cifras exactas, pero este efecto sirve por otro lado para incorporar aquellos otros elementos que antes hemos definido como relacionados con la pérdida de fiabilidad, incomodidades, etc. (parámetro γ utilizado en la modelización).

En el caso de España, los valores utilizados son de 33,3 euros/hora para la clase *business* y 11,7 euros/hora para turista, lo cual resulta en un valor promedio de 18,1 euros/hora.

Para la evaluación de los costes de congestión para las compañías, es necesario estimar todos los costes extra que soportan las mismas por los retrasos, que serían todos aquellos costes evitables si los aviones aterrizasen y despegasen de acuerdo con los horarios previstos. Algunos de estos costes son relativamente fáciles de determinar, ya que las propias compañías disponen de estimaciones de sus costes por hora en términos de personal, combustible, uso de los aviones, tasas aeroportuarias, etc.

Más difíciles de estimar son todos aquellos costes indirectos que soportan las compañías por la existencia de retrasos en los vuelos, especialmente en términos de ingresos perdidos y costes de oportunidad. Este tipo de costes es extremadamente subjetivo, lo cual explica la amplia variabilidad de cifras que se observan en los estudios disponibles. Así, por ejemplo, British Airways estima un coste de congestión de 7.500 euros/hora, mientras que Lufthansa lo evalúa en una cifra inferior, alrededor de 3.500 euros (ATAG 2000). Los diferentes tipos de rutas y modelos de avión utilizados por cada aerolínea sin duda tienen un impacto en los costes medios por hora que las empresas calculan por la existencia de congestión.

En un estudio de Eurocontrol (1999) se utilizó un valor de 22 euros/minuto para los costes directos que soportan las compañías aéreas por los retardos primarios. Sobre estos costes, se añade un 70% por los retrasos secundarios que son inducidos por la llegada con retraso de aviones por causas primarias (lo que en el sector se

denomina *reactionary delays*). En conjunto, los costes directos se evalúan en 2.250 euros/hora. Debe tenerse en cuenta que en esta cifra no se incluyen los costes de oportunidad para las aerolíneas por la posible utilización de los aviones que emplean un tiempo extra en tierra, o los ingresos futuros no percibidos perdidos por la pérdida de clientes a favor de otras compañías.

En este capítulo, a la vista de la evidencia disponible sobre los costes directos e indirectos que estiman las compañías aéreas, se ha adoptado un valor promedio de referencia de 5.000 euros/hora, que correspondería a un tipo de avión de alrededor de ciento cincuenta asientos (modelos M87, Boeing 737, o Airbus 320, por ejemplo). Si se dispusiera de datos desagregados sobre los retrasos que experimentan los diferentes vuelos y los tipos de aviones empleados, la estimación del valor por hora para las compañías se podría ajustar de forma más precisa.

Existen dos definiciones alternativas habitualmente utilizadas por las organizaciones internacionales a la hora de medir la congestión en el transporte aéreo: retrasos de más de quince minutos o más de treinta minutos. En este capítulo, se emplea la definición de retrasos de más de quince minutos, por considerar que ese umbral es suficiente para causar una pérdida de utilidad para el pasajero.

Para corregir la posible subestimación de los verdaderos tiempos de retraso que pueda derivarse de la utilización de los datos de Eurocontrol, se ha introducido un factor de elevación a partir de la comparación entre los retrasos medios anuales estimados por Eurocontrol (basados en las estadísticas de control de tráfico aéreo) y los estimados por AEA (basados en las estadísticas de las aerolíneas).

6.3.3. Resultados

La estimación de los costes de congestión aérea en Europa se ha realizado para el período 1998-2002, para el cual existen datos disponibles de Eurocontrol a partir de los informes anuales que publica su departamento de estudios de retrasos (CODA, Central Office for Delay Analysis).¹

¹ El año 2002 es el último período para el cual ha sido posible conseguir los datos necesarios de vuelos totales y retrasados por aeropuertos (Eurocontrol 2002), ya que, en el informe correspondiente a 2003, Eurocontrol ha dejado de dar información desagregada sobre los retrasos.

Para el análisis, se ha utilizado una muestra con los principales aeropuertos de la Unión Europea, a los que se añaden los aeropuertos de Zúrich (Suiza) y Oslo (Noruega), por su relevancia en la región, pese a que pertenecen a países no incluidos en la Unión Europea. En total, la muestra está formada por los 25 aeropuertos internacionales más importantes de 16 países.

El cuadro 6.1 presenta el resumen de los resultados obtenidos, ordenando los aeropuertos incluidos en la muestra objeto de estudio de acuerdo con sus costes totales de congestión en el año 2002.

CUADRO 6.1: Costes totales de congestión por aeropuerto

(millones de euros; 1998)

Aeropuerto	1998	1999	2000	2001	2002
Amsterdam	674,2	506,1	575,3	542,2	648,9
Atenas	355,4	219,3	271,9	223,3	99,3
Barcelona	224,2	358,5	253,2	210,1	205,4
Bruselas	426,4	459,5	415,4	402,3	301,3
Copenhague	169,8	177,5	157	154,2	139
Dublín	83,2	91,7	130,7	152	257,9
Düsseldorf	284,8	337,2	315,9	335,6	262,5
Estocolmo	162,3	n. a.	110,3	113,3	112,9
Fráncfort	395,1	563,1	455,9	456,6	413,5
Helsinki	92,5	n. a.	67,9	67,9	61,3
Lisboa	104,3	144,3	119,7	97,6	86,7
Londres-Gatwick	257,8	289,5	334,7	346,3	450,5
Londres-Heathrow	353,4	349,9	469	479,6	624,6
Madrid	182,1	491	454	363,4	271,9
Manchester	184,7	206,7	251,4	272,7	345,7
Milán-Malpensa	157,3	585	498,7	349,5	249,1
Múnich	272,4	427,5	364	325,2	281,3
Niza	178,8	279,8	226,6	173,2	122,2
Oslo	55,5	n. a.	87,9	99,5	98,3
Palma de Mallorca	259,7	391,1	258,9	218	199,5
París-CDG	463,5	647,1	584,3	571	566,8
París-Orly	191,3	242,2	164,0	144,3	67,4
Roma	248,2	299,7	246,4	197,6	215,3
Viena	165,7	200,7	181,7	160,3	141,3
Zúrich	375,8	636,2	551	379,4	379,2
Total muestra	6.318,7	7.903,7	7.545,7	6.835,4	6.601,9

Los aeropuertos de Amsterdam, Londres-Heathrow, París-Charles de Gaulle (CDG), Londres-Gatwick y Fráncfort son los que tienen unos costes de congestión más elevados en Europa.

En el año 2002, los costes totales de gestión en los principales aeropuertos europeos se elevaron a *6.602 millones de euros* (en euros constantes de 1998). Pese a las simplificaciones y supuestos utilizados en los cálculos, consideramos que esta cifra constituye una buena aproximación a los verdaderos costes totales, y nos da una idea del orden de magnitud del problema de los retrasos aéreos en el sistema de transporte de

CUADRO 6.2: Costes medios de congestión por aeropuerto

(por movimiento de salida, miles de euros; 1998)

Aeropuerto	1998	1999	2000	2001	2002
Amsterdam	3,5	2,5	2,7	2,5	3,1
Atenas	5	2,6	2,9	3,2	1,3
Barcelona	2	3	2	1,5	1,5
Bruselas	2	3	2,6	2,7	2,4
Copenhague	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1
Dublín	1,1	1,2	1,5	1,7	3
Düsseldorf	3,1	3,5	3,3	3,5	2,8
Estocolmo	1,2	n. a.	0,8	0,8	0,9
Fráncfort	1,9	2,5	2	2	1,8
Helsinki	1,2	n. a.	0,8	0,8	0,8
Lisboa	2,1	2,6	2,1	1,7	1,5
Londres-Gatwick	2	2,3	2,6	2,7	3,7
Londres-Heathrow	1,6	1,5	2	2,1	2,7
Madrid	1,3	3,2	2,5	1,9	1,5
Manchester	2,1	2,3	2,6	2,8	3,6
Milán-Malpensa	4,1	5,2	4	2,9	2,3
Múnich	2	2,9	2,3	2	1,7
Niza	2,6	3,8	2,9	2,3	1,7
Oslo	0,8	n. a.	0,9	1	1,1
Palma de Mallorca	3,3	4,6	2,9	2,5	2,4
París-CDG	2,1	2,7	2,2	2,2	2,2
París-Orly	1,5	2	1,3	1,3	0,6
Roma	1,9	2,3	1,7	1,4	1,5
Viena	1,8	2,1	1,8	1,6	1,4
Zúrich	2,7	4,3	3,5	2,5	2,8
Total muestra	2,1	2,7	2,2	2	2

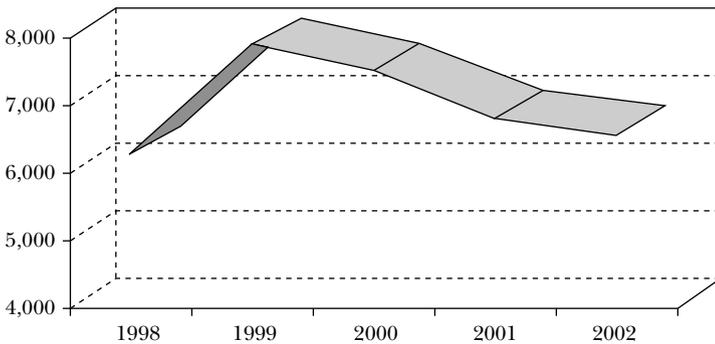
la Unión Europea. El reparto de los costes de congestión entre las aerolíneas y los pasajeros es de 63,4 y 36,6%, respectivamente.

Para evaluar la relevancia del problema de la congestión en términos relativos a la actividad de cada aeropuerto, puede calcularse un coste medio de congestión por cada movimiento de salida (v. cuadro 6.2). En términos del conjunto de la muestra de aeropuertos utilizada, cada vuelo de salida soporta un coste medio de congestión aproximadamente de dos mil euros.

Comparando los resultados de los cuadros 6.1 y 6.2, se observa que los aeropuertos con mayores costes totales de congestión, generalmente, también son los que tienen costes medios elevados, si bien existen algunas excepciones, como son los casos de Dublín, Düsseldorf y Palma de Mallorca, que son aeropuertos con costes medios superiores a la media, sin estar en el grupo de los aeropuertos con costes totales más altos.

Los costes de congestión, tanto en valores absolutos como en términos medios, tuvieron una fuerte subida en el año 1999 —cuando los costes totales llegaron a los 7.904 millones de euros, y los costes medios a 2.700 euros por vuelo de salida— para mostrar desde entonces una tendencia decreciente (v. gráfico 6.3).

GRÁFICO 6.3: Evolución de los costes de congestión aeroportuaria



Resulta interesante comprobar que la evolución de los costes de congestión que se observa para el conjunto de la muestra no se repite de forma uniforme en todos los aeropuertos incluidos en la misma. Los gráficos 6.4a-6.4c presentan información individualizada para cada aeropuerto sobre sus costes de congestión durante el período 1998-2002 y el número de salidas anuales realizadas.

Todos los aeropuertos incluidos en los gráficos 6.4a y 6.4b muestran una reducción de los costes de congestión entre los años 1999 y 2002, en algunos casos más acusados que en otros. No obstante, si se analizan los perfiles de sus vuelos de salida, se puede comprobar que existen diferentes subgrupos entre ellos:

- Aeropuertos con incremento de salidas: Fráncfort y Múnich, París-Charles de Gaulle, Viena, y los dos principales aeropuertos españoles, Barcelona y Madrid.
- Aeropuertos con volumen de salidas estable o ligeramente decreciente: Düsseldorf, Atenas, Lisboa, Milán-Malpensa, Roma, Helsinki y Zúrich.
- Aeropuertos con reducción de salidas: Bruselas, Copenhague, Palma de Mallorca, Niza y París-Orly.

A la vista de estos resultados, puede descartarse la existencia de una correlación directa entre congestión aérea y grado de actividad aeroportuaria, dado que existen aeropuertos que han incrementado su actividad y sin embargo han reducido los retrasos y los costes de congestión asociados.

Un segundo aspecto importante a destacar es la existencia de patrones similares en aquellos países que tienen más de un aeropuerto incluido en la muestra. Así, en el caso de España los perfiles de Madrid y Barcelona en cuanto a la evolución de la congestión entre 1999 y 2002 son similares, mientras que el caso de Palma de Mallorca se separa de ese patrón (probablemente, debido a su tráfico fundamentalmente turístico). Lo mismo sucede cuando se examina la evolución, en cuanto a tráfico y costes de congestión, de los aeropuertos alemanes entre sí (Fráncfort y Múnich con Düsseldorf, con ligeras diferencias); de los aeropuertos franceses de Niza y París-Orly (París-CDG se diferencia por presentar un ligero aumento de actividad), y los aeropuertos italianos de Roma y Milán, ambos con una mejora de la congestión y unos niveles de actividad estables.

Resulta sorprendente el patrón común que también muestran entre sí los aeropuertos británicos (Londres-Heathrow, Londres-Gatwick y Manchester, todos ellos con actividad estable y costes de congestión crecientes) y el aeropuerto irlandés de Dublín, en este último caso con aumento de la congestión pero también de la actividad.

GRÁFICO 6.4a: Costes de congestión y actividad por aeropuertos

(aeropuertos con reducción de costes)

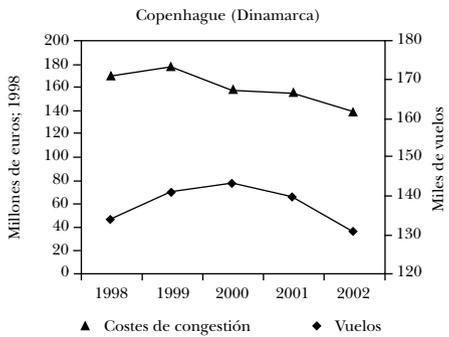
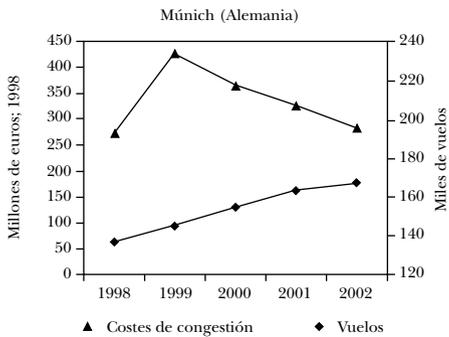
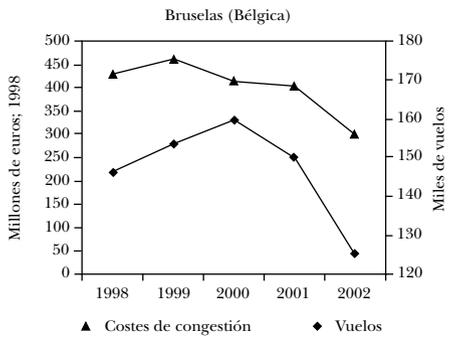
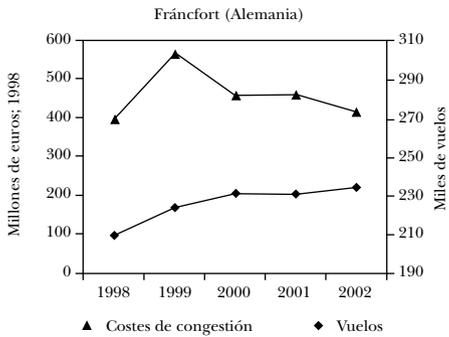
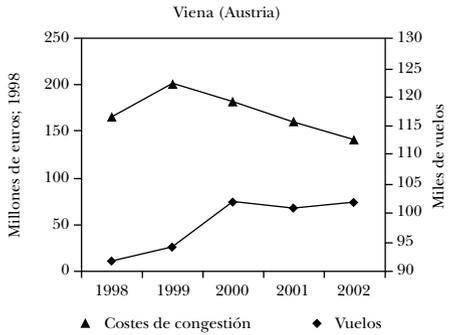
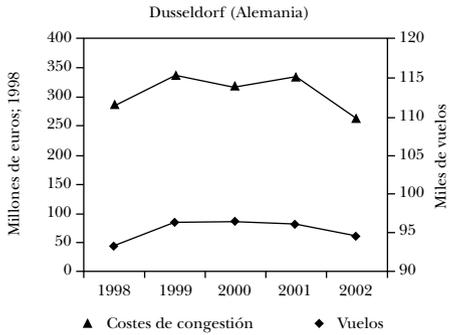


GRÁFICO 6.4a (cont.): Costes de congestión y actividad por aeropuertos
(aeropuertos con reducción de costes)

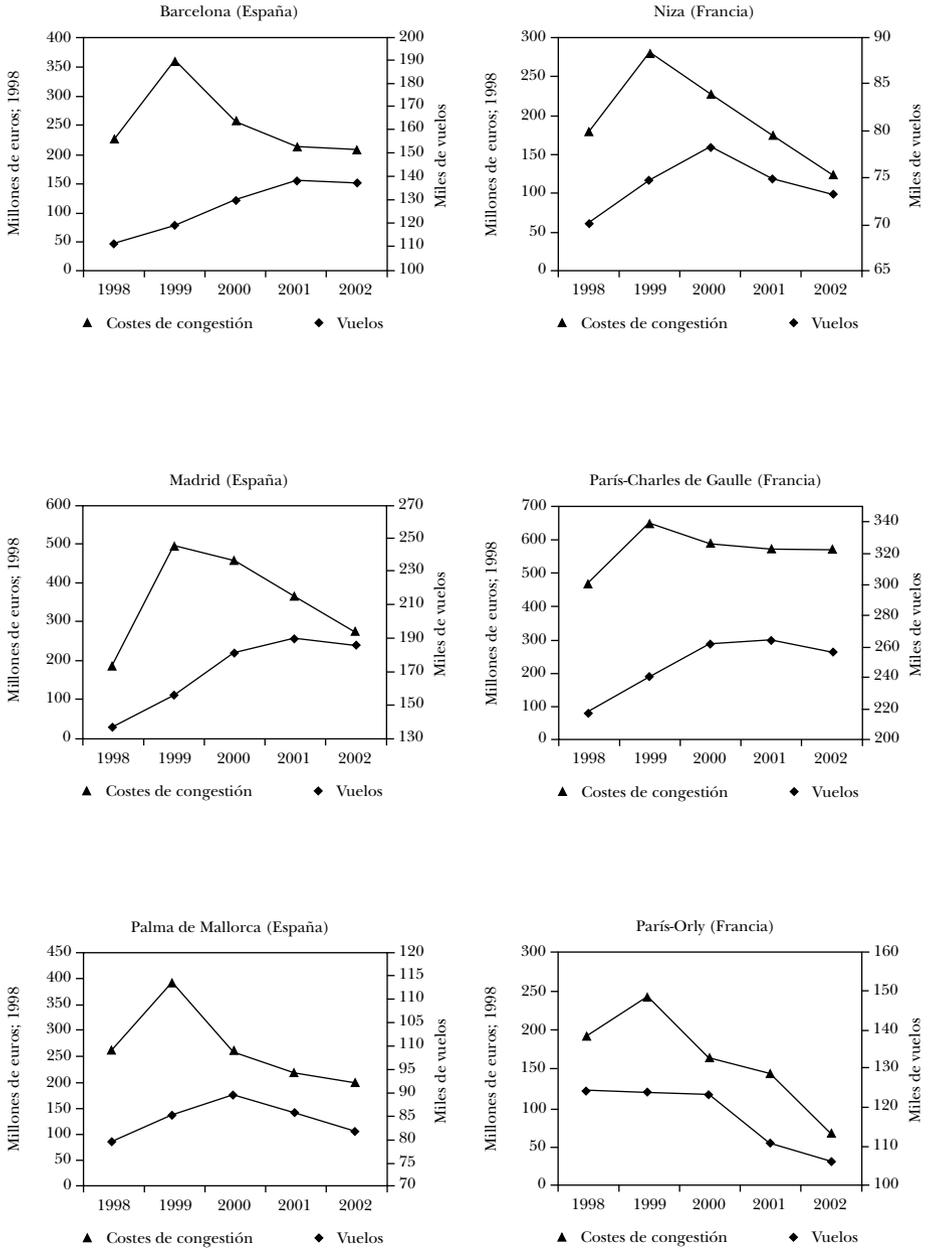
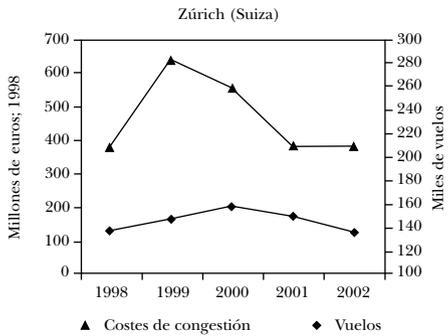
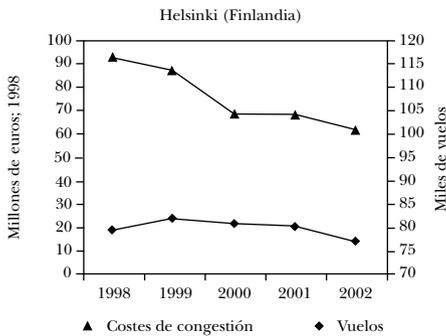
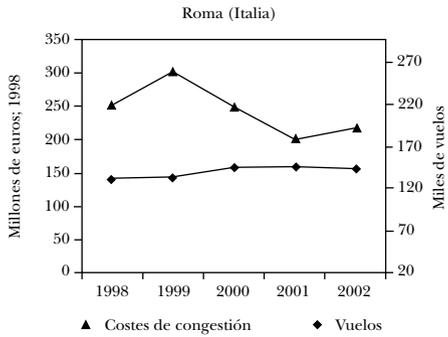
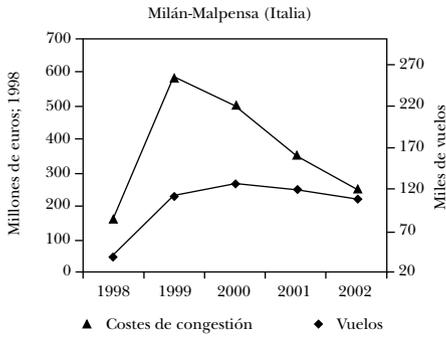
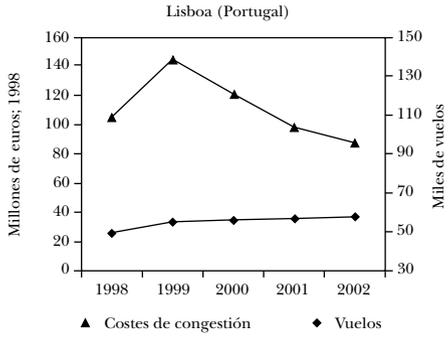
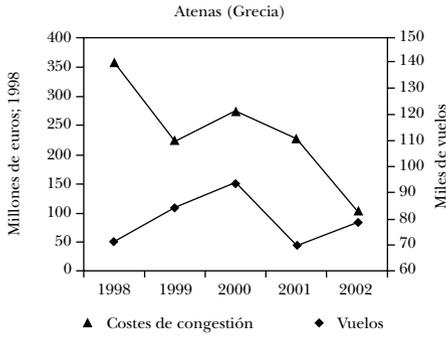


GRÁFICO 6.4b: Costes de congestión y actividad por aeropuertos

(aeropuertos con reducción de costes)



Los aeropuertos de Oslo, Estocolmo y Amsterdam forman, junto con los cuatro anteriores, el grupo de aeropuertos en los cuales se ha observado un patrón de crecimiento o estabilidad de los costes de congestión aeroportuaria, que se separa del conjunto de la media europea (v. gráfico 6.4c).

La conclusión general que puede extraerse de este ejercicio de análisis detallado por aeropuertos es que existen factores de influencia mutua entre los aeropuertos de un mismo país o región, como demuestra el hecho de encontrar grupos de países con tendencias comunes. La existencia de un elevado porcentaje de vuelos entre los aeropuertos de un país/región es la causa fundamental de la observación de patrones comunes en los resultados de los aeropuertos, a lo que pueden unirse también factores ligados al control del tráfico aéreo, como es la utilización de pasillos aéreos comunes por los aviones con origen/destino en aeropuertos de una misma zona.

GRÁFICO 6.4c: Costes de congestión y actividad por aeropuertos

(aeropuertos con incremento de costes)

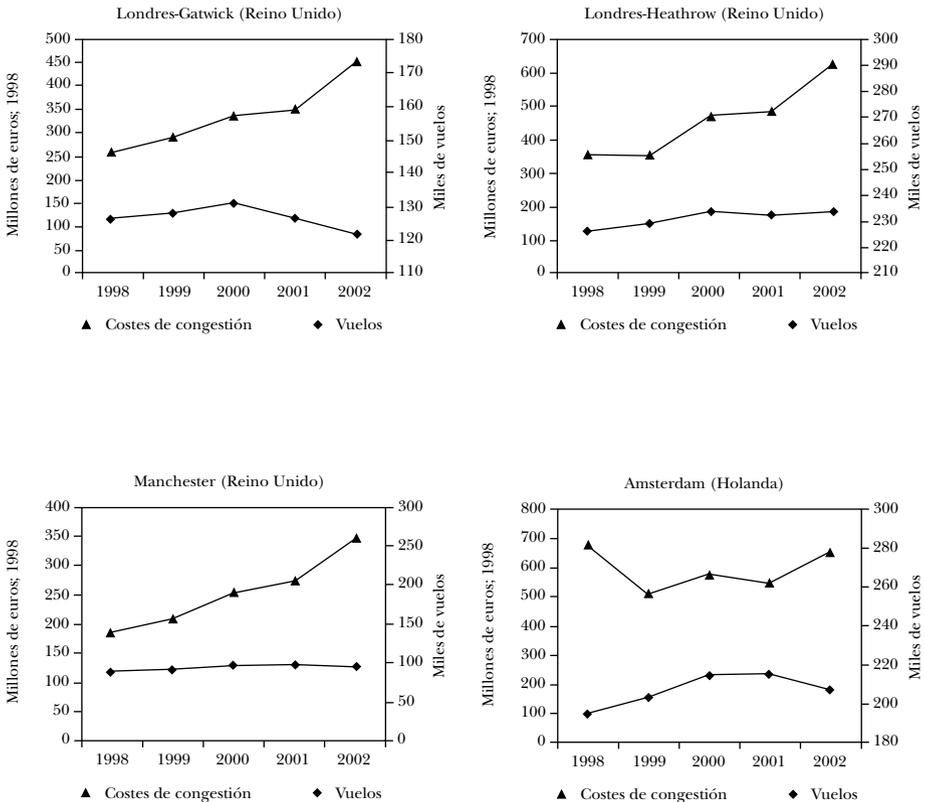
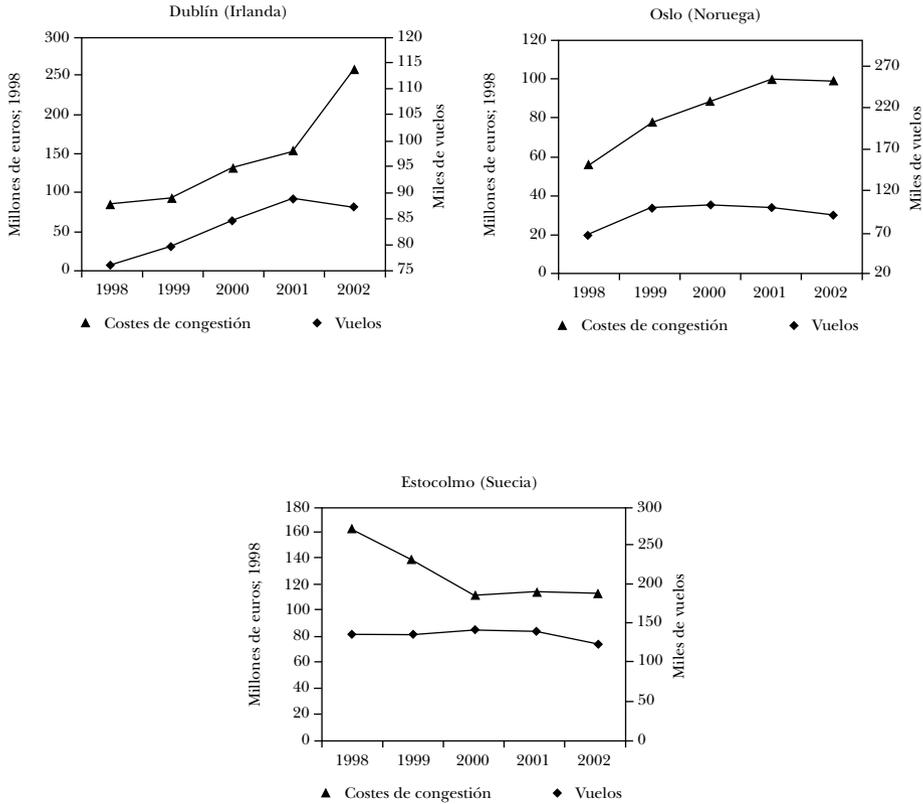


GRÁFICO 6.4c (cont.): Costes de congestión y actividad por aeropuertos
(aeropuertos con incremento de costes)



6.4. Análisis de retrasos aéreos con datos desagregados: el caso de Barajas

Para entender el proceso de generación de los retrasos aéreos y los efectos de transmisión entre diferentes vuelos que utilizan un mismo aeropuerto, resulta fundamental la utilización de datos desagregados. La información detallada de los minutos de retraso que sufre cada vuelo, el tipo de avión y número de pasajeros transportados, la ruta y la franja horaria del vuelo son datos básicos para poder realizar un análisis de los retrasos aéreos.

Debido a los problemas de confidencialidad de los datos, Eurocontrol no proporciona este tipo de datos a los investigadores, lo cual supone una seria limitación al estudio del problema de la congestión aérea en Europa.

Para el caso español, AENA dispone de un buen sistema de información de los retrasos que sufren los vuelos que utilizan sus aeropuertos. En particular, en el aeropuerto de Barajas se están desarrollando unas bases de datos con información muy precisa de los retrasos, incluyendo el detalle de los componentes del retraso de cada vuelo atribuibles a cada una de las causas (aeropuerto, compañías, rotación de vuelos, etc.). Esta información desagregada puede resultar muy útil en el futuro para la búsqueda de soluciones a los problemas de los retrasos aéreos.

Con objeto de completar nuestro proyecto de estudio de la congestión aérea en Europa, se solicitó a la dirección de Barajas el acceso a una muestra de los datos de retrasos disponibles. Los datos facilitados, que han servido de base para el análisis aquí presentado, corresponden a todos los vuelos de salidas y llegadas que utilizaron el aeropuerto de Barajas durante los meses de mayo de 2002 (32.171 vuelos) y mayo de 2003 (31.857 vuelos). Los datos utilizados son los tiempos de retraso totales experimentados por los vuelos, ya que la desagregación por causas no está disponible para todas las aerolíneas.

Los puntos que se estudian en este capítulo, a partir de los datos disponibles, son los siguientes:

- Actividad de Madrid-Barajas: patrón de actividad durante los días laborables, sábados y festivos; esquema de actividad por franjas horarias.
- Porcentaje de vuelos retrasados: diferencias entre días de la semana en cuanto a los retrasos de vuelos; análisis por franjas horarias.
- Tiempos medios de retraso: evolución a lo largo de las franjas horarias del día.
- Efectos cascada: impacto de los vuelos retrasados sobre el conjunto del sistema de vuelos.
- Estimación del coste marginal que supone cada vuelo retrasado sobre el conjunto del sistema.

Los resultados del análisis de los datos de Barajas permiten obtener un conocimiento detallado de cómo se producen los retrasos de vuelos en un gran aeropuerto europeo y algunos de ellos pueden ser extrapolables a otros países. La existencia de una aerolínea dominante, con un porcentaje sobre el total de operaciones superior al 50%, es una situación que se da tanto en España como en Alemania, Francia, Reino Unido, Holanda e Italia.

6.4.1. Actividad de Madrid-Barajas

El gráfico 6.5 presenta los datos del número total de vuelos que salieron y entraron en el aeropuerto de Barajas a lo largo de todos los días del mes de mayo de 2003. El perfil de actividad es similar para las salidas y las llegadas: en un día laborable se producen alrededor de quinientos cincuenta movimientos de salida de aeronaves (y otros tantos de llegada), los sábados la actividad baja a unos cuatrocientos movimientos, y los domingos se eleva un poco, alrededor de los cuatrocientos cincuenta.

En cuanto al perfil a lo largo de los días laborables de la semana, existen mínimas diferencias en cuanto a la actividad del aeropuerto. En el mes de mayo, la segunda semana tiene un perfil diferente al resto, por el hecho de que el día 15 hay una festividad local, que hace que la actividad de Barajas se reduzca en relación con otras semanas, pero con un efecto limitado.

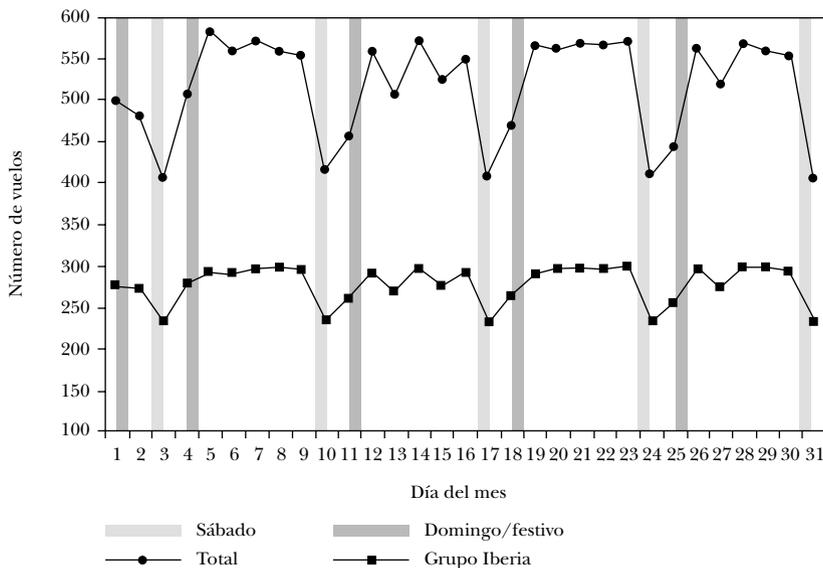
En el gráfico 6.5 se han representado, junto a los datos del total de vuelos de salidas y llegadas, los movimientos que realiza el Grupo Iberia, que incluye los vuelos nacionales e internacionales de Iberia y los vuelos regionales realizados por la compañía asociada Air Nostrum. Los vuelos del Grupo Iberia suponen aproximadamente el 54% de las salidas y las llegadas, y su patrón de actividad en cuanto a días laborables y festivos es similar al del conjunto del aeropuerto.

El gráfico 6.6 analiza la actividad de salidas y llegadas del aeropuerto por franjas horarias, utilizando intervalos de una hora. Se representan tanto el número medio total de movimientos, como su desglose entre el Grupo Iberia y el resto de aerolíneas.

La actividad de salidas de Barajas se inicia por las mañanas en la franja horaria de 5.00-6.00, cuando se realizan ya alrededor de

GRÁFICO 6.5: Actividad diaria del aeropuerto de Barajas

Vuelos salida (mayo de 2003)



Vuelos llegada (mayo de 2003)

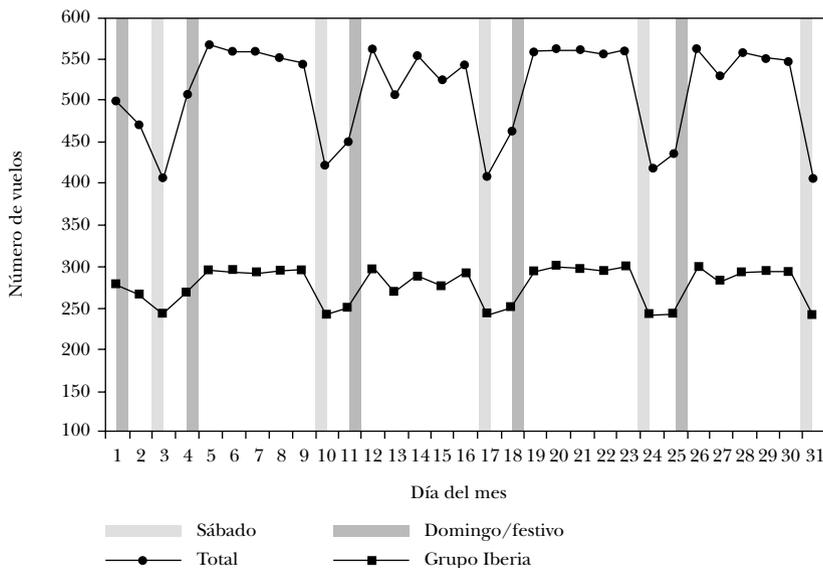
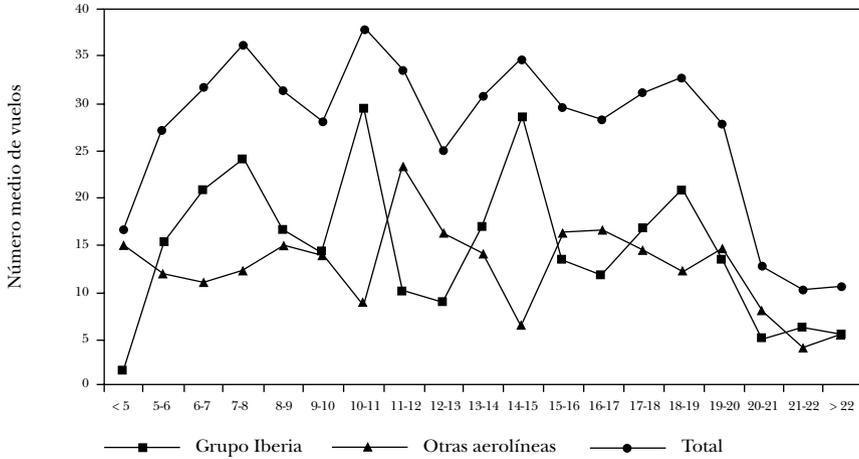


GRÁFICO 6.6: Actividad de salidas por franjas horarias.

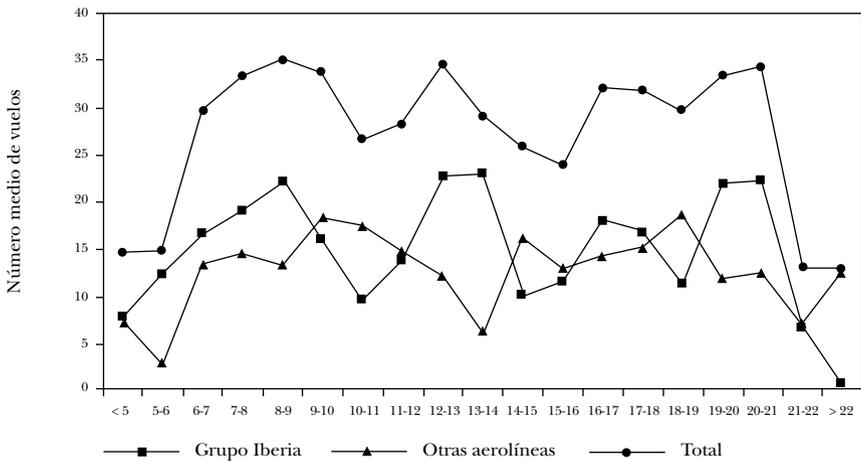
Vuelos operados por franjas horarias

(medias mensuales)

Salidas (mayo de 2003)



Llegadas (mayo de 2003)



veintiocho movimientos, y desciende de forma acusada a partir de las 20.00. A lo largo del día, las salidas evolucionan en forma de cuatro *olas*, cuyos picos se encuentran en las franjas de 7.00-8.00, 10.00-11.00, 14.00-15.00 y 18.00-19.00. Si se estudia la serie de salidas del Grupo Iberia, se detecta que el patrón medio del aeropuerto es el que marcan los vuelos de este grupo, ya que las horas puntas son exactamente las mismas.

En particular, en las puntas de 10.00-11.00 y 14.00-15.00 prácticamente el total de actividad del aeropuerto (alrededor de treinta y cinco salidas) es realizada por el Grupo Iberia (30 salidas).

La actividad del resto de aerolíneas desciende en las puntas de salidas del Grupo Iberia, de forma que el aeropuerto pueda acomodar el incremento de actividad de la aerolínea en sus períodos punta. De hecho, si se analiza la correlación existente entre las series de salidas del Grupo Iberia y el resto de compañías, se obtiene un valor negativo relativamente alto (-0,25).

En el caso de las llegadas, la actividad fuerte se inicia por las mañanas una hora más tarde que las salidas, alcanzando en la franja de 6.00-7.00 un total de 30 movimientos. De forma análoga, al final del día, también se prolonga una hora más el nivel de actividad, y no desciende hasta después de las 21.00.

La evolución de las llegadas a lo largo del día también reproduce un perfil con cuatro *olas* como en el caso de las salidas, si bien las puntas se hallan desplazadas en el tiempo, aproximadamente unas dos horas. Los períodos punta de llegadas en Barajas se producen en las franjas de 8.00-9.00, 12.00-13.00, 16.00-17.00 y 20.00-21.00.

En llegadas, el Grupo Iberia también tiene en sus vuelos un perfil horario que reproduce las olas del conjunto del aeropuerto, si bien en este caso el peso que suponen sus vuelos en las horas punta es menor. También se detecta una importante correlación negativa (-0,27) entre las series de movimientos de llegadas del Grupo Iberia y del resto de aerolíneas.

Las llegadas del Grupo Iberia se reducen prácticamente a 0 más allá de las 22.00; por ejemplo, en todo el mes de mayo de 2003 únicamente se registraron nueve vuelos.

6.4.2. Porcentaje de vuelos retrasados en Madrid-Barajas

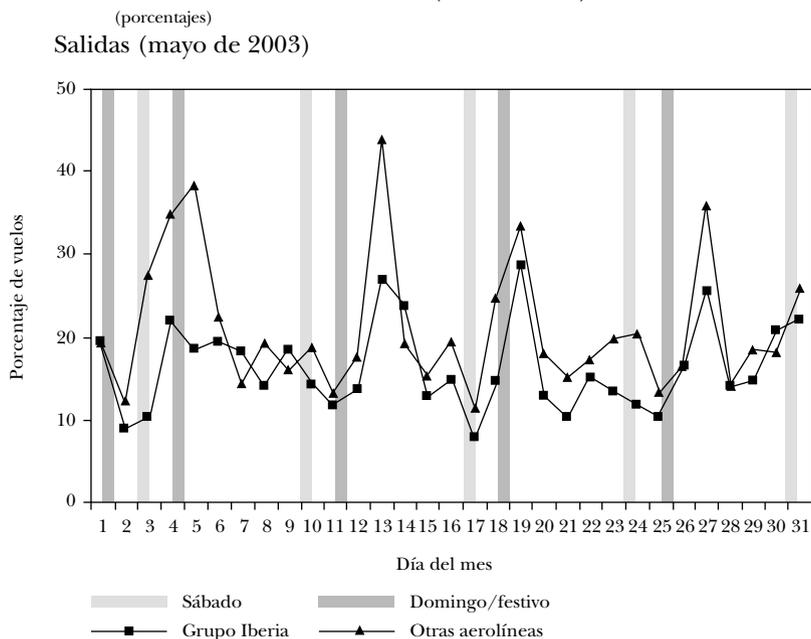
Los gráficos 6.7 y 6.8 presentan, respectivamente, los porcentajes de vuelos de salidas y llegadas retrasados más de quince minutos,² para cada uno de los días de mayo de 2003, distinguiendo los vuelos correspondientes al Grupo Iberia y los del resto de aerolíneas que utilizan el aeropuerto.

En el caso de las salidas, el porcentaje medio de retrasos se sitúa en el 18,7% del total de vuelos, y se detecta la existencia de pequeñas diferencias entre los vuelos del Grupo Iberia y los del resto de aerolíneas, siendo menor el porcentaje de retrasos para los primeros. En el caso de Iberia, el volumen total de actividad parece tener influencia sobre el porcentaje de retrasos. Los días laborables, en los cuales el número de vuelos es mayor, tienen un porcentaje más alto de retrasos (17,3%) que los sábados (13,2%) y los festivos (15,5%). Por el contrario, para el grupo de otras aerolíneas, el porcentaje de retrasos se sitúa alrededor del 21%, y es relativamente constante a lo largo de los días de la semana.

Para los vuelos de llegada, el porcentaje medio de vuelos retrasados es ligeramente más bajo que el de salidas, y se sitúa en un 14,5%. Al igual que sucede con las salidas, también los porcentajes de retraso del Grupo Iberia son menores a los de otras aerolíneas, y también se observa el patrón diario de una relativa mejora de los retrasos los sábados, cuando la actividad del aeropuerto desciende. No obstante, *no puede concluirse que el nivel de actividad de Barajas sea determinante para la existencia de retrasos*, ya que para los vuelos de llegada los porcentajes de retrasos tanto para el Grupo Iberia como para el resto de aerolíneas son mayores en días festivos que en días laborables, a pesar de que el número total de movimientos es sensiblemente más bajo en los festivos.

Un resultado destacado que resulta de la comparación de los gráficos 6.7 y 6.8 es la elevada correlación (0,90) que existe entre los porcentajes diarios de retrasos de salidas y llegadas, lo que significa que aquellos días en que los vuelos de salida presentan problemas de retrasos, la misma situación se da para los vuelos de llegadas. Puede comprobarse, por ejemplo, cómo los datos de mayo de 2003 muestran que hubo días con porcentajes de retrasos excepcionalmente

² El retraso es el que se produce antes de la retirada de calzos (*RET1* en esquema 6.1).

GRÁFICO 6.7: Retrasos en salidas de vuelos (> 15 minutos)**CUADRO 6.3: Vuelos retrasados**

(medias mensuales, porcentajes)
Salidas (mayo de 2003)

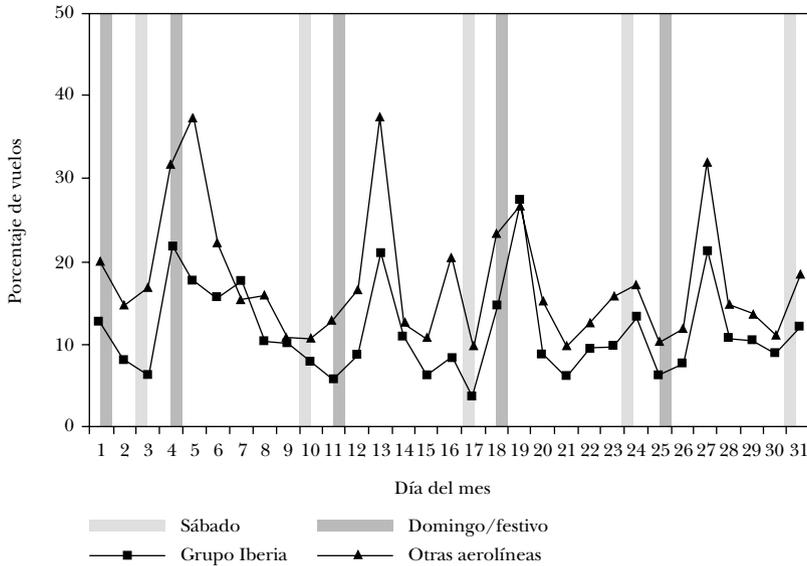
	Laborables	Sábados	Domingos/festivos
Grupo Iberia	17,3	13,2	15,5
Otras aerolíneas	21,3	20,9	21,1

altos, que coincidieron tanto para salidas como para llegadas (días 4, 5, 13, 19 y 27).

El motivo de esta elevada correlación hay que buscarlo en la fuerte interacción que existe entre los vuelos de salida y los de llegada que utilizan el aeropuerto de Barajas. Por un lado, las aeronaves deben utilizar de forma compartida una serie de espacios y servicios del aeropuerto (posiciones de aparcamiento, pasarelas y rampas de embarque, etc.), que hace que se trasladen los efectos de perturbación que suponen un retraso a otros vuelos, tanto de salida como de llegada. En segundo lugar, una gran parte de las aeronaves realiza a

GRÁFICO 6.8: Retrasos en llegadas de vuelos (> 15 minutos)
(porcentajes)

Llegadas (mayo de 2003)



CUADRO 6.4: Vuelos retrasados
(medias mensuales, porcentajes)

Llegadas (mayo de 2003)

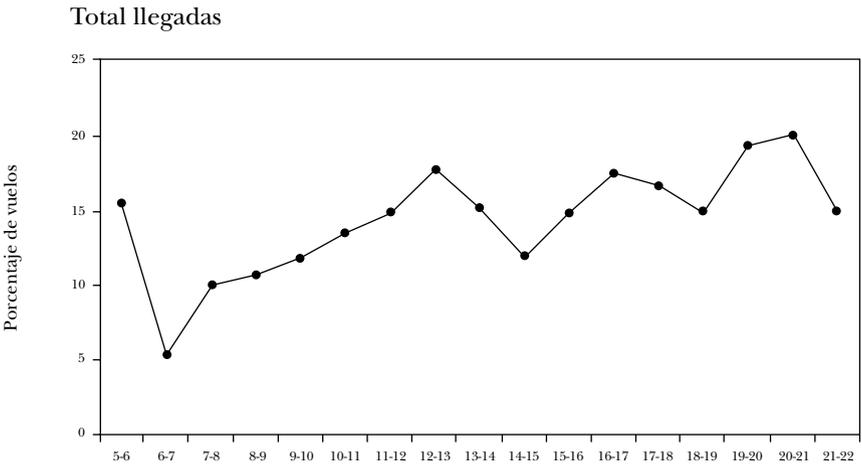
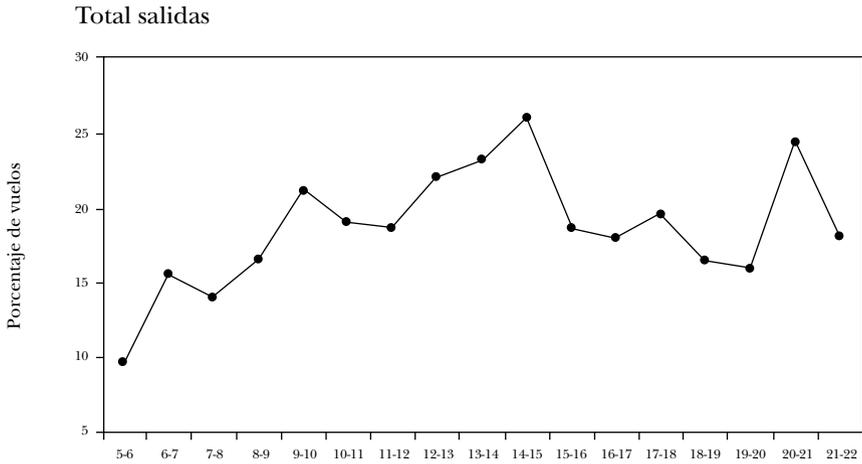
	Laborables	Sábados	Domingos/festivos
Grupo Iberia	12,1	8,6	12,2
Otras aerolíneas	18	14,6	19,7

lo largo del día varias operaciones de salida y llegada en el aeropuerto, por lo que la acumulación de tiempos de retraso de salida repercute a su vez en las siguientes llegadas que los aviones tengan que realizar en Barajas.

En el gráfico 6.9 se presentan los porcentajes de vuelos retrasados por franjas horarias, calculados como la media de todos los días del mes de mayo de 2003 en cada intervalo de una hora. Resulta destacable observar el *patrón de acumulación de los porcentajes de retrasos*, tanto para salidas como para llegadas. Los retrasos a primeras horas de la mañana afectan a menos de un 10% de los vuelos (en la serie de llegadas, el primer dato puede considerarse no representativo,

GRÁFICO 6.9: Retrasos por franjas horarias

(porcentajes)



dada la escasa actividad de llegadas del aeropuerto antes de las 5.00), para irse posteriormente incrementando hasta niveles del 25% para salidas (franja 14.00-15.00) y del 18% para llegadas (franja 12.00-13.00).

En el caso de los retrasos de salidas, la serie tiene a partir de su punto máximo una tendencia decreciente a lo largo de la tarde, para volver a tomar valores relativamente altos en las franjas horarias de 20.00-

21.00 y de 21.00-22.00. Para las llegadas, la tendencia creciente a la acumulación de retrasos es constante a todo lo largo del día, ya que a pesar de que en las horas 13.00-14.00 y 14.00-15.00 el porcentaje disminuye algo, a partir de las 15.00 los porcentajes de retrasos vuelven a aumentar y toman sus valores más altos al final del día (20% entre 20.00-21.00).

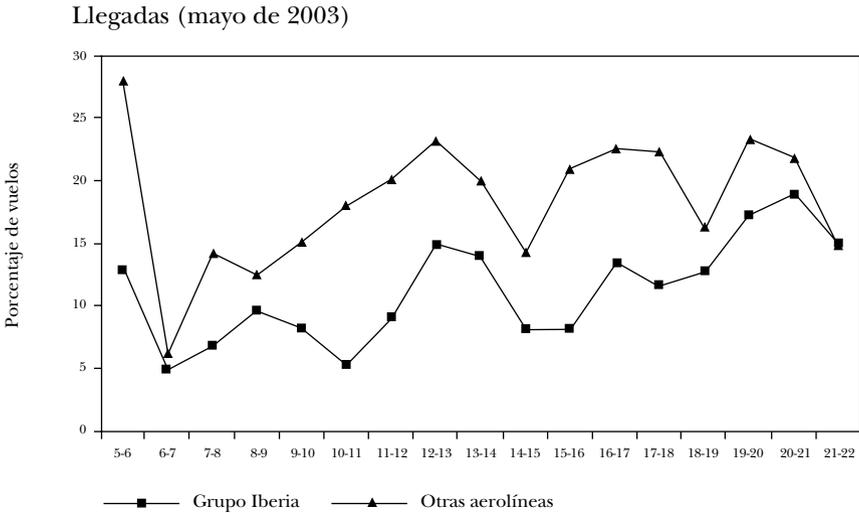
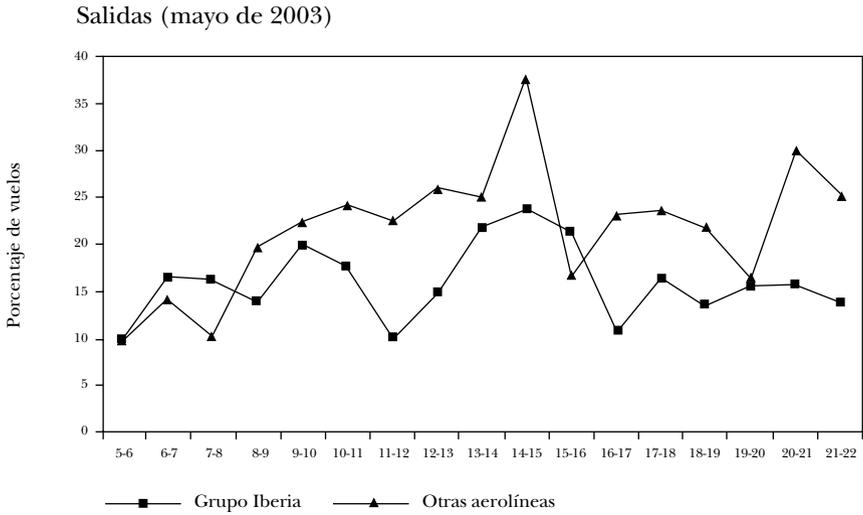
La razón de observar este proceso de acumulación de los porcentajes de retrasos en series de datos (que debemos recordar son altamente representativas, al tratarse de medias mensuales) es que cada vuelo retrasado causa una perturbación sobre la programación de los vuelos de las siguientes horas, de forma que una alteración en un momento dado tiene efectos que perduran durante varias horas. La existencia de horas-valle en las que la actividad desciende permite realizar reajustes en los vuelos, que explican los cambios en las tendencias que se observan en las series del gráfico 6.9. Resulta interesante comparar los porcentajes de retrasos con los de actividad del aeropuerto (v. gráfico 6.6), lo cual permite observar que el máximo de la serie de retrasos de salidas (14.00-15.00) coincide con un período en el que el aeropuerto está operando a máxima capacidad (35 vuelos/hora), e igualmente sucede con la serie de retrasos de llegadas, que tiene un máximo local entre 12.00-13.00, cuando el número de llegadas está también en 35 vuelos/hora.

En conclusión, los porcentajes de vuelos retrasados, tanto de salidas como de llegadas, muestran una clara tendencia a la acumulación a lo largo del día, por el *efecto cascada* que tienen los vuelos retrasados, que obligan a desplazar los vuelos de las horas siguientes de su programación original.

En el gráfico 6.10 se muestra la misma información de porcentajes de retrasos por franjas horarias, pero desglosados entre los vuelos del Grupo Iberia y los del resto de compañías. Dos resultados interesantes merecen ser destacados:

- Los porcentajes de vuelos retrasados del Grupo Iberia son generalmente inferiores a los de otras aerolíneas.
- El proceso de acumulación de los retrasos se observa en las series de otras aerolíneas, pero no en las del Grupo Iberia (con la excepción de los vuelos de llegadas en horario de tarde, a partir de las 17.00).

GRÁFICO 6.10: Retrasos Grupo Iberia y resto de aerolíneas
(por franjas horarias)



¿Qué interpretación se puede dar a estas observaciones? La hipótesis más plausible es que el Grupo Iberia, al realizar un gran número de los movimientos del aeropuerto de Barajas, es capaz de internalizar una parte de los *efectos cascada* de los vuelos retrasados,

logrando así un menor porcentaje de retrasos. Por ejemplo, si Iberia tiene que elegir entre retrasar diez minutos todos sus vuelos dentro de una franja horaria, o retrasar sesenta minutos un solo vuelo y lograr que el resto sean puntuales, estará en mejor posición para realizar estos reajustes que si se tratase de una aerolínea que sólo opera un número pequeño de vuelos dentro de esa franja horaria.

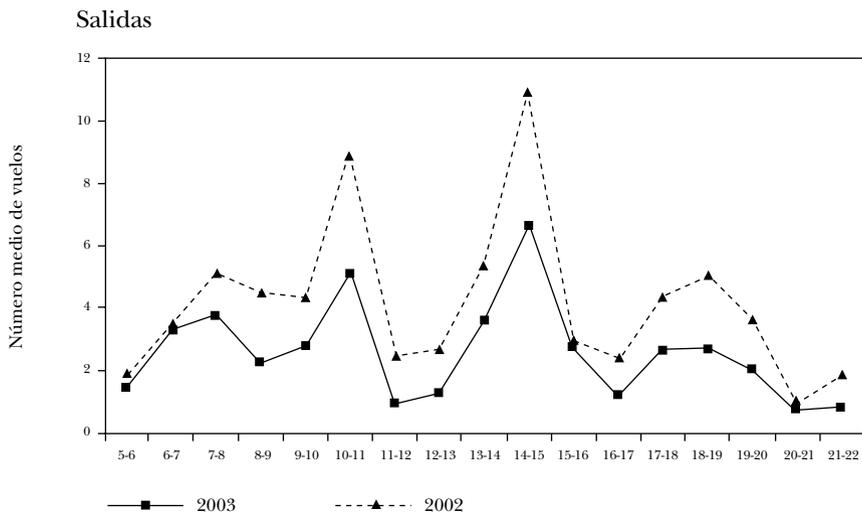
Los gráficos 6.11 y 6.12 aportan una evidencia concluyente para afirmar que los retrasos de vuelos en Barajas no se deben a efectos exógenos aleatorios, ni pueden atribuirse a problemas importados del resto del sistema de transporte aéreo europeo (dificultades atribuibles al control de tráfico aéreo). En lugar de utilizar porcentajes de retrasos, en estos gráficos se presenta el *número medio diario de vuelos retrasados*, durante todo el mes de mayo de 2003, por franjas horarias. Las series se han comparado con los mismos datos del mes de mayo de 2002, de forma individualizada para los vuelos de salidas y llegadas de Iberia, obteniéndose unas correlaciones entre los datos de ambos años de 0,96 y 0,94, respectivamente.

La correlación en el caso de las series de vuelos retrasados de salidas y llegadas de otras aerolíneas diferentes al Grupo Iberia que se presentan en el gráfico 6.12 es algo inferior, 0,84 y 0,54, respectivamente, pero, al igual que en el caso anterior, la comparación visual de las series permite afirmar con rotundidad que existe un patrón sistemático en los retrasos de los vuelos, que se ha repetido entre los años 2002 y 2003. Este hecho nos lleva a la conclusión de que las decisiones del aeropuerto de Barajas en cuanto al número de operaciones a realizar por franjas horarias, y *la organización de la programación de vuelos de las compañías, son las causas fundamentales de que se produzcan retrasos en Barajas*, descartándose que las perturbaciones exógenas tengan una influencia importante en la generación de dichos retrasos.

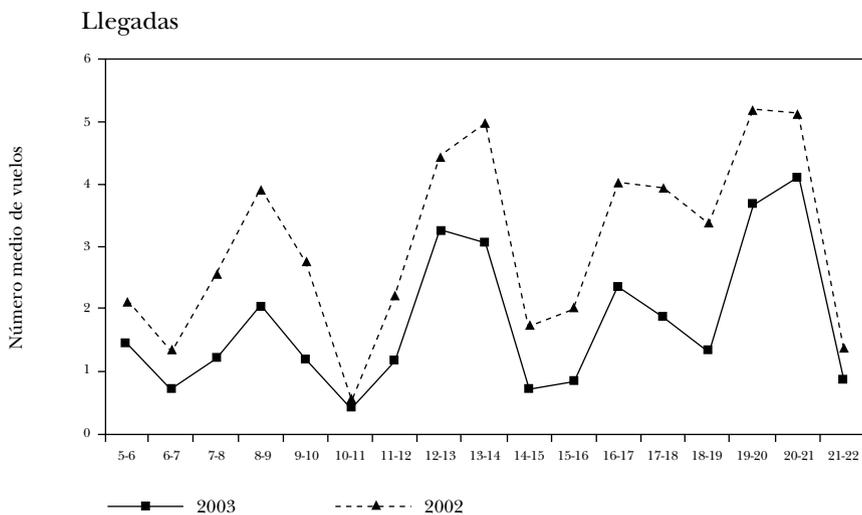
6.4.3. Tiempos medios de retraso

Para examinar el impacto que tienen los vuelos retrasados sobre el conjunto de la actividad del aeropuerto, resulta interesante calcular los tiempos medios de retraso sobre los horarios previstos que tienen todos los vuelos que utilizan el aeropuerto de Barajas. En este epígrafe, al hablar de tiempos de retraso no se utiliza como en las anteriores el criterio de considerar sólo vuelos retrasados que se desvían más de quince minutos de su horario, sino que se consideran

GRÁFICO 6.11: Retrasos del Grupo Iberia. Comparación mayo de 2002 y 2003.
Número de vuelos retrasados por franjas

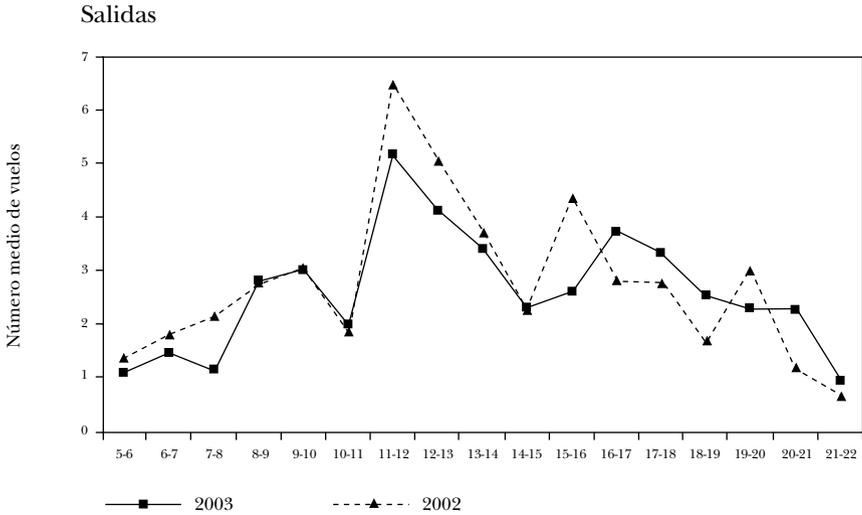


Correlación retrasos salidas Iberia (mayo-2002/mayo-2003) = 0,96

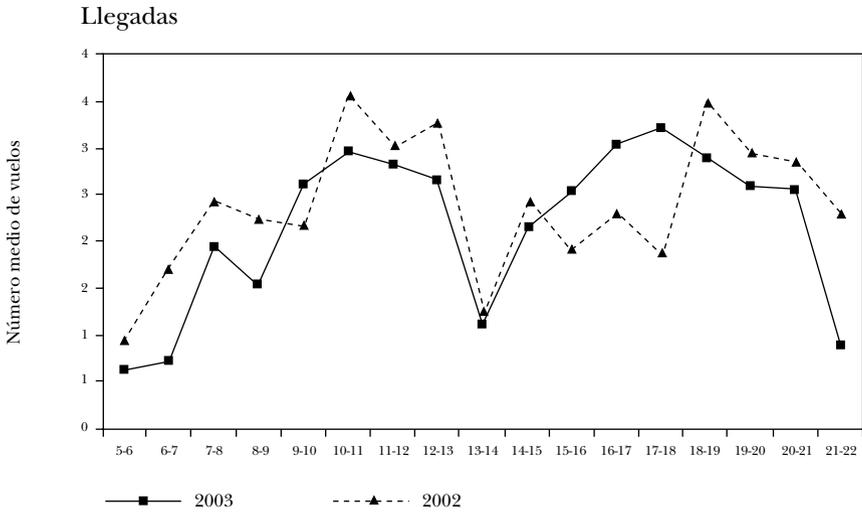


Correlación retrasos llegadas Iberia (mayo-2002/mayo-2003) = 0,94

GRÁFICO 6.12: Retrasos de otras aerolíneas. Comparación mayo de 2002 y 2003.
Número de vuelos retrasados por franjas



Correlación retrasos salidas otras aerolíneas (mayo-2002/mayo-2003) = 0,87



Correlación retrasos llegadas otras aerolíneas (mayo-2002/mayo-2003) = 0,54

todas las desviaciones de todos los vuelos con respecto a sus horarios, por pequeños que sean los retrasos. El objetivo es analizar las perturbaciones que los vuelos se causan entre sí, aunque sean de pocos minutos.

Los resultados obtenidos refuerzan las ideas derivadas del análisis realizado anteriormente con los porcentajes de vuelos retrasados. En primer lugar, los tiempos medios de retraso de salidas y llegadas muestran una tendencia creciente a lo largo del día, como resultado de la acumulación de tiempos de retraso que se produce por el *efecto cascada* que tiene un vuelo retrasado sobre los que le siguen (v. gráfico 6.13).

En la serie de salidas, existe un punto máximo local en la franja de 14.00-15.00, cuando la media de retrasos alcanza los catorce minutos, para mejorar posteriormente durante las horas siguientes, y volver a tener un repunte hasta los dieciséis minutos en la franja 20.00-21.00. El nivel de actividad de salidas del aeropuerto en esa hora, no obstante, ya ha descendido a menos de quince vuelos/hora (v. gráfico 6.6), por lo que esa media de retraso está asociada con una desviación típica mayor que las de las horas anteriores.

Para la serie de llegadas, el patrón creciente de tiempos medios de retraso se trunca en la franja 13.00-14.00, cuando casi alcanza un máximo de diez minutos. Posteriormente se mejora en las primeras horas de la tarde, para volver a retomar una tendencia creciente hasta un máximo de 11,5 minutos en la franja de 20.00-21.00 (en el caso de las llegadas, la actividad de esa hora es aún elevada, con 35 vuelos/hora).

El gráfico 6.14 presenta los datos de tiempos medios de retraso, separadamente para los vuelos del Grupo Iberia y de otras aerolíneas. Varios de los resultados obtenidos anteriormente al estudiar los porcentajes de vuelos retrasados se repiten de nuevo aquí:

- 1) *Los tiempos medios de retraso de los vuelos de Iberia son inferiores a los del grupo de otras aerolíneas, prácticamente en todas las franjas horarias, y tanto para salidas como para llegadas.*
- 2) En el grupo de otras aerolíneas hay una tendencia creciente en los tiempos medios de retraso de salidas, en las franjas horarias entre 5.00 y 15.00, e igualmente se da esa tendencia para llegadas, entre 6.00 y 14.00.

GRÁFICO 6.13: Tiempos medios de retraso por franjas horarias. Mayo de 2003

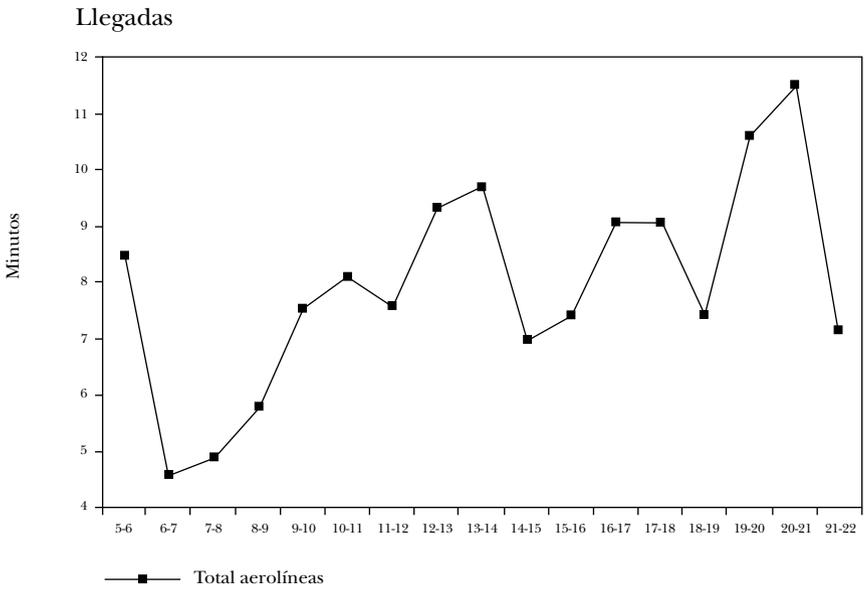
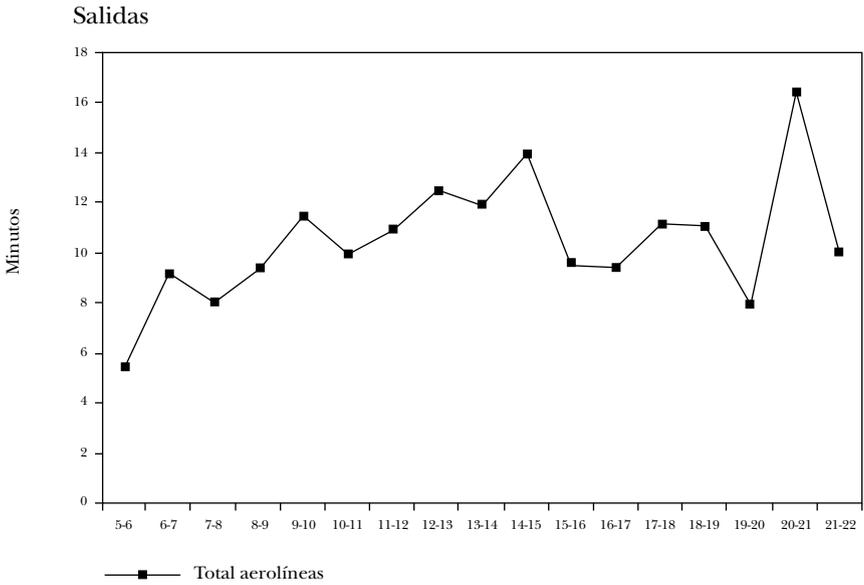
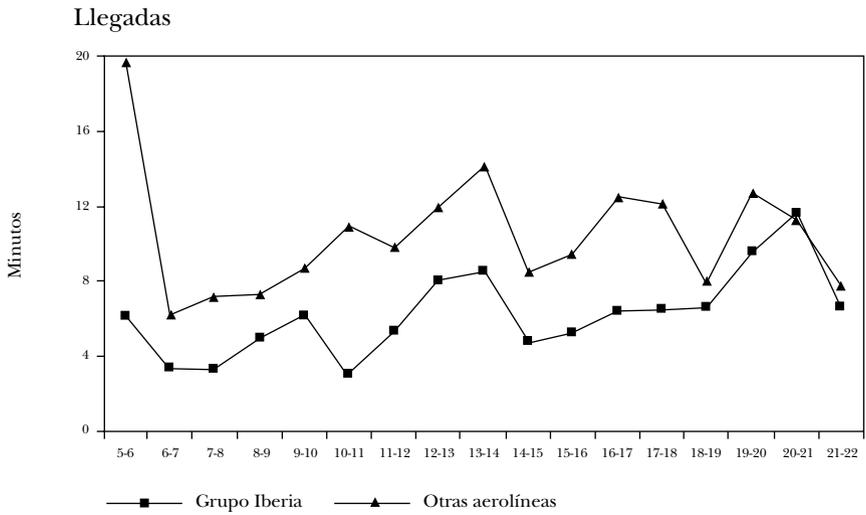
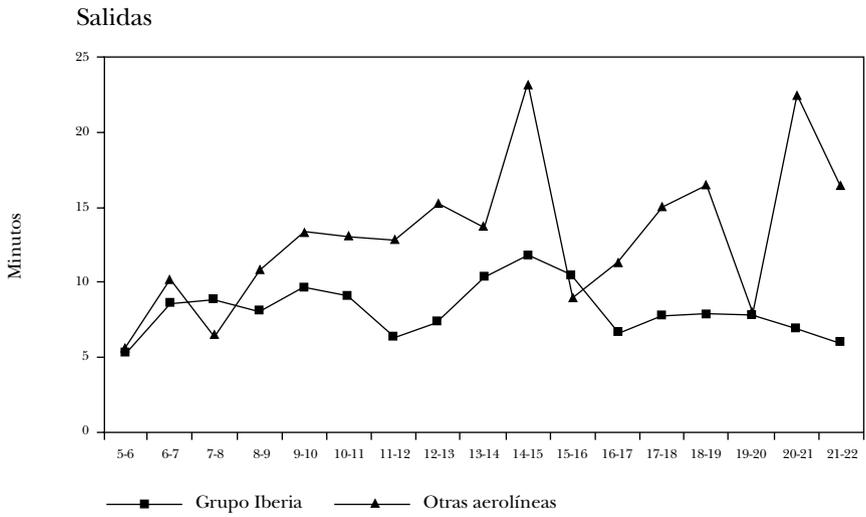


GRÁFICO 6.14: Grupo Iberia y otras aerolíneas. Mayo de 2003.

Tiempos medios de retraso por franjas horarias

(total vuelos)



- 3) Este fenómeno de acumulación generalizada de los tiempos de retraso no se da para los vuelos del Grupo Iberia. Para los vuelos de este grupo, hay períodos de acumulación más cortos (salidas entre 11.00 y 15.00; llegadas entre 10.00 y 12.00 y entre 18.00 y 21.00) y la diferencia en minutos entre los extremos de los períodos con tendencia es menor que para los vuelos del resto de aerolíneas.

La conclusión que puede extraerse de los resultados de los gráficos de tiempos medios de retraso para el conjunto del aeropuerto es la fuerte interacción que existe entre todos los movimientos de salidas y llegadas de Barajas. La perturbación que introducen algunos retrasos a primeras horas de la mañana hace que todo el esquema programado sufra una alteración —para algunos vuelos, sólo significa un reajuste de pocos minutos, para otros los retrasos son más largos— que se va acumulando a lo largo del día, hasta los períodos de máxima actividad de las horas centrales (entre 13.00 y 15.00). Las horas-valle del principio de la tarde permiten una mejora en los tiempos de retraso de todos los vuelos, para volver a tener fenómenos de acumulación de tiempos de retraso en las últimas horas de la tarde.

Los vuelos del Grupo Iberia tienen unos tiempos medios de retraso menores que los del resto de compañías, consideradas en su conjunto. Esto puede deberse a varios factores. En primer lugar, Iberia puede gestionar mejor las perturbaciones que sufren sus vuelos: dado el elevado número de operaciones que realiza, dispone de más opciones para recolocar vuelos en caso necesario, y tiene más recursos en el aeropuerto de Barajas (aviones de reserva, tripulaciones de refuerzo) que otras aerolíneas. En este sentido, se puede pensar que la compañía dominante *internaliza* parte del problema de la congestión del aeropuerto, y por eso sus resultados estadísticos de retrasos son mejores, en la línea de los modelos de Brueckner (2002a, 2002b).

En segundo lugar, las decisiones que toman los responsables del control de tráfico aéreo y de la organización del sistema en Barajas pueden dar preferencia a sus principales clientes, frente a otras aerolíneas que realizan un volumen de vuelos mucho más reducido, a la hora de recolocar vuelos en situaciones de retrasos importantes. En este sentido, los otros dos operadores más destacados —Spanair

y Air Europa— no presentan unos datos medios de retrasos sistemáticamente superiores a los del Grupo Iberia (v. gráfico 6.15).

El grupo que hemos denominado *otras aerolíneas* realiza un volumen muy importante de la actividad de Barajas (alrededor de 14.600 vuelos en mayo de 2003, salidas y llegadas). Se trata de un conjunto muy diverso de compañías, en el que los principales operadores son Spanair (27%) y Air Europa (15%), a los que hay que sumar otras 129 aerolíneas, que realizan un promedio de 32,9 vuelos al mes, es decir, poco más de un vuelo diario. En aquellas ocasiones en las que el aeropuerto de Barajas deba escoger entre varias alternativas para desplazar vuelos de su programación, parece lógico que utilice un criterio de preferencia por el volumen de operaciones, lo cual posiblemente afecte a las compañías operadoras más pequeñas.

6.4.4. Efectos cascada: impacto de los vuelos retrasados

La posibilidad de utilizar datos desagregados de retrasos para el aeropuerto de Barajas nos permite realizar un análisis de gran interés para entender la interacción entre los vuelos, y estudiar los impactos que los vuelos retrasados tienen sobre el conjunto de usuarios de la infraestructura aeroportuaria. El objetivo es estimar ecuaciones que nos permitan cuantificar en términos de tiempo los efectos de un vuelo retrasado sobre los demás vuelos.

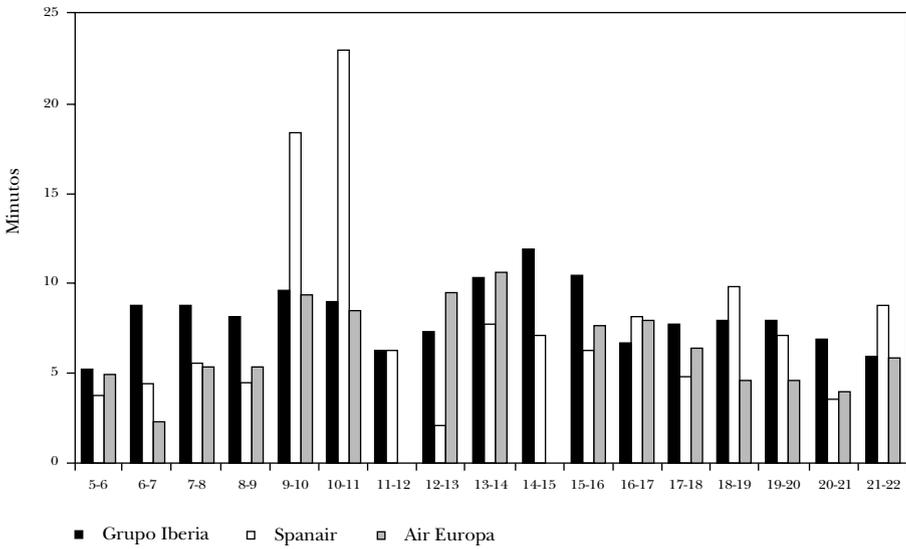
Dadas las diferencias detectadas entre el comportamiento de los vuelos del Grupo Iberia y los del grupo del resto de aerolíneas consideradas en su conjunto, se opta por estimar modelos en los que estos dos grupos se tratan separadamente. Se han estimado dos tipos de ecuaciones que sirven de base para el cálculo de los costes marginales:

- 1) Efectos sobre el *tiempo medio de desfase de todas las operaciones* de Barajas que tienen los vuelos retrasados de Iberia y otras compañías.
- 2) Efectos sobre el *tiempo medio de desfase de cada uno de los dos grupos* que tienen los vuelos retrasados de Iberia y otras compañías.

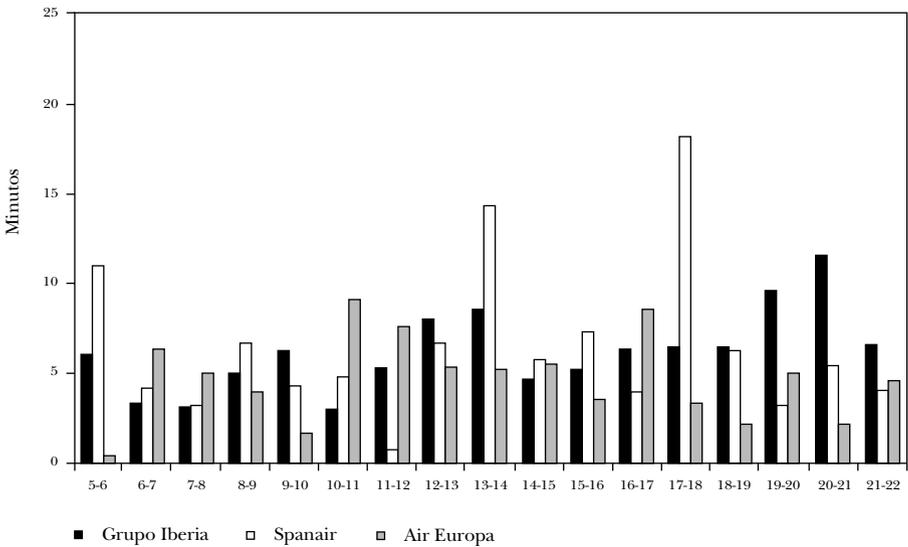
Al hablar de vuelos retrasados, se utiliza el criterio de incluir aquellos retrasos superiores a quince minutos, siguiendo una de las definiciones estándar de los trabajos de análisis de congestión aérea.

GRÁFICO 6.15: Grupo Iberia-Spanair-Air Europa. Mayo de 2003.
Comparación de tiempos medios de retraso

Salidas



Llegadas



Los tiempos medios de desfase son las desviaciones, por pequeñas que éstas sean, entre los horarios programados de las operaciones y los horarios efectivos. Se utiliza esta terminología de *desfase* para evitar la confusión con el término *retraso* dentro de esta sección. Un gran porcentaje de los vuelos de salidas y llegadas a Barajas tiene unos minutos de desfase con respecto a su programación, pero para las variables dependientes de las ecuaciones sólo se considerará un vuelo como retrasado si el desfase que sufre es superior a quince minutos.

La consideración por separado de los vuelos del Grupo Iberia frente a los del resto de compañías nos permite, además del cálculo de los costes marginales, estudiar los impactos diferenciales que tienen los retrasos de uno y otro grupo de compañías aéreas. Las ecuaciones se estiman con valores medios mensuales de los datos de cada franja horaria, y se han incluido retardos de las variables dependientes, para capturar el efecto de acumulación de los retrasos que se ha detectado en los gráficos de la sección anterior. Para evitar las distorsiones que suponen las horas de inicio y final del día —ya que al realizarse muchos menos vuelos, las desviaciones típicas son más altas— se eliminan estas franjas horarias para la estimación.³

Los resultados de las estimaciones de efectos sobre el tiempo medio total de operaciones de salida se presentan en el cuadro 6.5. Los vuelos retrasados de salidas, tanto del Grupo Iberia como del resto de compañías, tienen un efecto positivo y significativo sobre el tiempo medio de desfase de todos los vuelos dentro de la franja horaria donde se producen los retrasos.

Más destacado aún resulta el hecho de que también el número de vuelos retrasados en la franja horaria anterior ($T-1$) afectan al tiempo medio de desfase de los vuelos de la franja horaria T . Este resultado recoge el efecto de acumulación de los porcentajes de vuelos retrasados y de los tiempos medios de desfase que se había detectado anteriormente (véanse gráficos 6.9 y 6.13). En el caso de los vuelos del Grupo Iberia, el retardo del número de vuelos retrasados no es estadísticamente significativo, aunque también presenta un signo positivo.

³ Las ecuaciones de vuelos de salida han sido estimadas con los datos correspondientes a las franjas horarias entre 5.00 y 20.00, mientras que las de vuelos de llegadas con las franjas entre 6.00 y 22.00.

CUADRO 6.5: Retrasos en salidas

(efectos sobre tiempos medios)

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T (total de vuelos)	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de Iberia en T	1,0824**	0,1457	7,431
Vuelos retrasados de Iberia en T-1	0,4986	0,4566	1,092
Vuelos retrasados de otras en T	1,7116**	0,2532	6,759
Vuelos retrasados de otras en T-1	1,0325**	0,4292	2,406
Constante	2,1418**	0,7137	3,001

Número de observaciones = 15

F(4, 10) = 18.49

Prob. > F = 0,0001

R² = 0,8522

* Parámetros significativos al 10%

** Parámetros significativos al 5%

El impacto de los retrasos del Grupo Iberia es menor que el de otras compañías sobre el conjunto de la actividad de salidas del aeropuerto. De acuerdo con los parámetros estimados, cada vuelo de retraso de Iberia supone 1,08 minutos a todos los vuelos de salida dentro de la franja horaria donde se produce el retraso, y 0,50 minutos a los de la franja horaria siguiente (este último parámetro, no obstante, no es estadísticamente significativo). Estos mismos valores son de 1,71 y 1,03 minutos, respectivamente, en el caso de retrasos de otras aerolíneas. Estos resultados apoyan la hipótesis de la posible internalización de los retrasos que realiza el Grupo Iberia.

Para contrastar de forma más afinada esta hipótesis, se han estimado por separado ecuaciones similares a la presentada en el cuadro 6.5, para ver los efectos de los retrasos sobre los tiempos medios de desfase del Grupo Iberia y del resto de aerolíneas. Se consideran, por tanto, dos ecuaciones diferentes, pero al estar ambas afectadas por perturbaciones aleatorias que pueden tener elementos comunes (*shocks* exógenos que afecten a todos los movimientos de salida del aeropuerto), se han estimado conjuntamente como un modelo de ecuaciones aparentemente no relacionadas (SURE).

Los resultados se presentan en el cuadro 6.6. La ecuación de tiempos de desfase de vuelos del Grupo Iberia únicamente tiene como significativo el coeficiente correspondiente a los vuelos retrasados del propio grupo dentro de la franja horaria *T* (no obstante, el resto de parámetros tiene signos positivos). La interpretación de

CUADRO 6.6: Retrasos en salidas. Estimación SURE**Grupo Iberia**

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de Iberia en T	0,9719**	0,1952	4,978
Vuelos retrasados de Iberia en T-1	0,1891	0,1625	1,164
Vuelos retrasados de otras en T	0,2807	0,2749	1,021
Constante	4,2503**	1,1419	3,722

Número de observaciones = 15

R² = 0,7407

F(3, 11) = 10,42

* Parámetros significativos al 5%

Prob. > F = 0,0002

** Parámetros significativos al 10%

Otras aerolíneas

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de otras en T	2,6786**	0,6778	3,952
Vuelos retrasados de otras en T-1	1,0388*	0,5818	1,785
Vuelos retrasados de Iberia en T	2,3040**	0,4753	4,848
Constante	-4,9674	3,0248	-1,642

Número de observaciones = 15

R² = 0,7597

F(3, 11) = 11,63

* Parámetros significativos al 5%

Prob. > F = 0,0001

** Parámetros significativos al 10%

este resultado es que *Iberia logra evitar en buena parte el proceso de acumulación de los retrasos, y tienen poco efecto sobre sus tiempos de desfase los vuelos retrasados del resto de compañías.*

Por el contrario, en la ecuación de tiempos de desfase de las salidas de otras aerolíneas, los coeficientes de los vuelos retrasados son todos ellos significativos, y con un orden de magnitud superior a los resultados obtenidos anteriormente en el cuadro 6.5. Cada vuelo retrasado dentro de la hora *T* genera 2,68 minutos de retraso para los vuelos de esa franja y 1,04 minutos en la franja siguiente. Por su parte, los vuelos retrasados de Iberia en la franja horaria *T* tienen un impacto de 2,30 minutos sobre los vuelos de otras aerolíneas, en

contraposición a la falta de impacto que se observa en la relación recíproca.

En el cuadro 6.7 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación de tiempos medios de desfase para el conjunto de todos los vuelos de llegadas a Barajas en mayo de 2003. Las conclusiones que se extraen de los parámetros estimados son similares a las encontradas para el caso de los vuelos de salida:

CUADRO 6.7: Retrasos en llegadas
(efectos sobre tiempos medios)

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T (total de vuelos)	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de Iberia en T	0,8966**	0,1770	5,066
Vuelos retrasados de Iberia en T-1	0,5518**	0,1394	3,958
Vuelos retrasados de otras en T	0,9289**	0,2697	3,444
Vuelos retrasados de otras en T-1	0,6006**	0,2558	2,348
Constante	1,5786*	0,8127	1,942

Número de observaciones = 16

F(4, 11) = 51,91

Prob. > F = 0,0000

R² = 0,74882

* Parámetros significativos al 5%

** Parámetros significativos al 10%

- Cada vuelo retrasado tiene un impacto sobre el resto de vuelos en la franja horaria y también sobre los vuelos de la hora siguiente.
- Los efectos que provocan los vuelos retrasados de llegadas del Grupo Iberia son ligeramente menores que los del resto de aerolíneas, si bien, en el caso de las llegadas, las diferencias son mínimas.

La estimación SURE de las ecuaciones resultantes del desglose por tiempos de desfase de vuelos de llegada del Grupo Iberia y del resto de aerolíneas se presenta en el cuadro 6.8. Los aspectos más destacados de los resultados es que los vuelos retrasados de Iberia tienen un impacto importante sobre sus propios tiempos de desfase (1,56 minutos en el período T , 0,83 minutos en el período $T + 1$) y también sobre el resto de compañías (0,95 minutos en T).

CUADRO 6.8: Retrasos en salidas. Estimación SURE
Grupo Iberia

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de Iberia en T	1,5637**	0,1879	8,320
Vuelos retrasados de Iberia en T-1	0,8291**	0,1985	4,177
Vuelos retrasados de otras en T	0,5808*	0,2919	1,990
Constante	0,3123	0,9028	0,346

Número de observaciones = 16

R² = 0,9036

F(3, 12) = 37,98

* Parámetros significativos al 5%

Prob. > F = 0,0000

** Parámetros significativos al 10%

Otras aerolíneas

Variable dependiente: Tiempo medio de desfase en T	Parámetro	Error estándar (White)	t-ratio
Vuelos retrasados de otras en T	1,2144*	0,6256	1,941
Vuelos retrasados de otras en T-1	0,4346	0,6108	0,711
Vuelos retrasados de Iberia en T	0,9534**	0,3995	2,386
Constante	4,1913**	1,4930	2,807

Número de observaciones = 16

R² = 0,6223

F(3, 12) = 7,077

* Parámetros significativos al 5%

Prob. > F = 0,0014

** Parámetros significativos al 10%

En cuanto a los retrasos del resto de aerolíneas, el impacto sobre los tiempos de desfase del propio grupo es de 1,21 minutos en T , y no es estadísticamente significativo en $T + 1$ (a pesar de ello, también tiene signo positivo). El efecto sobre los tiempos de desfase de Iberia es de 0,58 minutos, un valor menor que en la relación recíproca.

Por tanto, como conclusión del análisis de los impactos de los vuelos de llegadas retrasados, se detectan efectos de interacción similares a los observados en salidas: Iberia afecta con sus retrasos al resto de compañías en mayor medida de lo que es afectada por los retrasos de otros. La internalización de la congestión que realiza Iberia en los vuelos de llegada es menor que en los vuelos de salida,

lo cual se aprecia en que los retrasos del período T siguen afectando en $T + 1$ y le influyen más los retrasos de otras aerolíneas.

Estas diferencias entre los resultados de llegadas y salidas no resultan sorprendentes, y refuerza el contraste de la hipótesis del posible grado de internalización que realiza una compañía dominante del problema de la congestión aérea. En los vuelos de llegada, Iberia dispone de un menor grado de control de los reajustes necesarios, dado que no tendrá ningún trato preferencial ante retrasos en otros aeropuertos de origen de la Unión Europea o del resto de sus rutas, y tiene una menor disponibilidad de aviones y tripulaciones de refuerzo en otros aeropuertos.

6.4.5. Estimación del coste marginal de cada vuelo retrasado

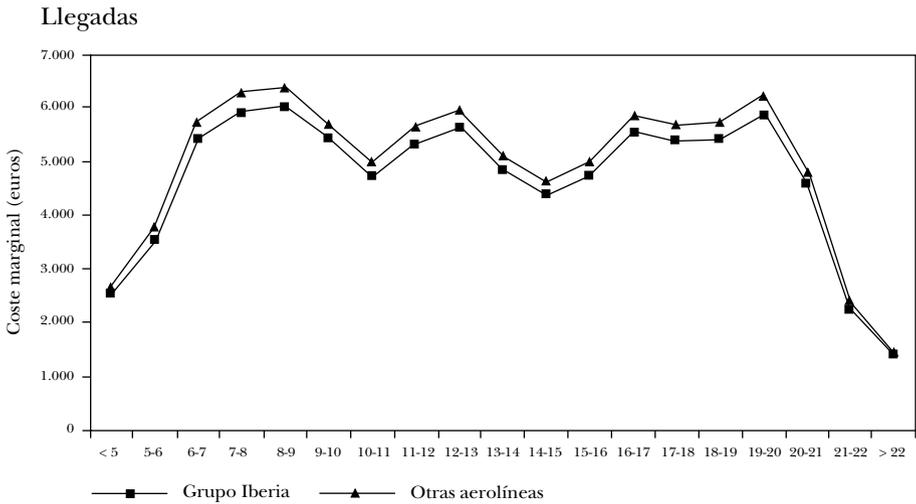
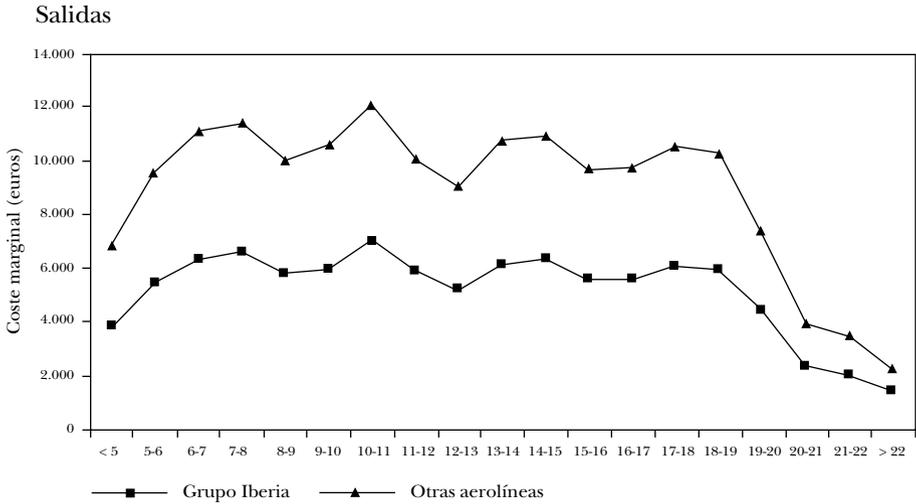
A partir de los resultados obtenidos con la estimación de las ecuaciones de los impactos de los vuelos retrasados sobre los tiempos de desfase de todos los demás vuelos, es posible realizar un cálculo muy interesante para el análisis de la congestión aérea, como es obtener el coste marginal que genera cada vuelo retrasado sobre el resto de operaciones.

La naturaleza de los datos agregados de Eurocontrol, utilizados para la muestra de aeropuertos europeos de este capítulo, no permite realizar un cálculo similar para los aeropuertos de la Unión Europea, pero al menos se puede disponer de una estimación para el caso de Madrid-Barajas.

Los parámetros estimados en los cuadros 6.3 y 6.5, conjuntamente con los datos del número medio de vuelos que entran o salen de Barajas en cada una de las franjas horarias del día, nos permiten calcular cuál es el volumen total de tiempo de congestión que un vuelo retrasado introduce en el sistema. Para valorar ese tiempo en términos monetarios, utilizamos los cálculos realizados anteriormente en el epígrafe 6.3, combinando los costes de las aerolíneas y los pasajeros, con todos los supuestos que se detallaron en dicha sección. El valor resultante —válido sólo para España y no trasladable a otros países de la Unión Europea al estar ajustado por la renta— es de 121,14 euros/minuto.

Los resultados de las estimaciones del coste marginal se presentan en el gráfico 6.16, de forma separada para salidas y llegadas, desglosando los efectos que tienen los vuelos del Grupo Iberia y del resto de aerolíneas.

GRÁFICO 6.16: Estimación de costes marginales de congestión. Mayo de 2003



El coste marginal de congestión no es constante a lo largo de las distintas franjas del día, ya que los efectos que tiene un retraso dependen tanto del período T en el que se produce como del número de vuelos operados en la hora siguiente $T + 1$. Esta característica es la que explica las oscilaciones que exhiben las series presentadas

en el gráfico 6.16, que reflejan las olas de actividad de salidas y llegadas del aeropuerto de Barajas.

Por otra parte, los costes varían por grupo de compañías en el caso de salidas, y son prácticamente iguales para el caso de las llegadas. La explicación de este hecho es el diferente grado de internalización que realiza Iberia en sus vuelos de salidas y llegadas, anteriormente comentado, y que ha quedado capturado en los parámetros de las ecuaciones estimadas que sirven de base al cálculo de los costes marginales. Mientras que en el caso de las salidas los parámetros del Grupo Iberia son inferiores a los de otras compañías, para las llegadas dichos coeficientes son prácticamente iguales.

Si se excluyen los extremos de las series y se toman sólo las horas principales de actividad del aeropuerto (5.00 a 19.00 para salidas, 6.00 a 20.00 para llegadas), los valores medios de los costes marginales son los presentados en el cuadro 6.9:

CUADRO 6.9: Resumen costes marginales de congestión aérea

	Grupo Iberia	Otras aerolíneas
Salidas	5.982,4	10.384,5
Llegadas	5.338,6	5.638,3

Cada vuelo retrasado en salidas tiene un coste marginal cercano a los *6.000 euros*, si se trata de un vuelo del Grupo Iberia, y *10.400 euros* si es un vuelo de otra compañía, reflejando así la mayor externalidad que se genera en este último caso, ya que la principal aerolínea en Barajas ejerce un cierto grado de internalización de la externalidad que suponen los retrasos.

En el caso de llegadas, los costes marginales son de *5.300 euros* para Iberia y de *5.600 euros* para el resto de aerolíneas indicando, por un lado, que los impactos en llegadas son menores que en salidas y, por otro, que existe una mayor igualdad entre los dos grupos de compañías, por la menor internalización que se produce en los vuelos de llegada.

Hay unas franjas horarias cuyos costes marginales merecen un comentario especial y son las del principio y final del día, ya que en esos casos los costes marginales no están directamente influidos por

el nivel de actividad del aeropuerto. Por ejemplo, en salidas, en la franja horaria de 19.00-20.00 hay un promedio de 28 movimientos/hora, exactamente el mismo que se produce, por ejemplo, entre 16.00-17.00 (v. gráfico 6.6). Sin embargo, el coste marginal de un vuelo retrasado en la franja de 19.00-20.00 de salidas es de 7.354 euros (considerando el coste de una aerolínea distinta a Iberia), mientras que un retraso entre 16.00 y 17.00 tiene un coste mucho más alto de 9.696 euros.

La explicación de estas diferencias son los efectos de acumulación que se producen en los retrasos aéreos, que hacen que el coste marginal no dependa solamente de la actividad que hay en la franja horaria donde se produce un retraso, sino también, de forma muy importante, en la franja horaria siguiente. Esto hace que los retrasos a primera hora del día, y antes de un período punta, tengan un coste marginal mucho más alto que el correspondiente a su nivel de actividad, porque afectan a un número elevado de vuelos que los siguen. Por el contrario, en un período de mucha actividad del final de la tarde, la bajada en el número de vuelos de las horas siguientes hace que los costes marginales de congestión sean comparativamente menores.

Esta característica del fenómeno de congestión en aeropuertos es la que hace que no sean automáticamente trasladables al transporte aéreo las soluciones a problemas de congestión propuestas para otros modos como la carretera. Por ejemplo, a la hora de aplicar una política de diferenciación de tasas aeroportuarias para reducir la demanda en los períodos punta (*peak-pricing*), se debería tener muy en cuenta que tan importante es la demanda dentro de un período punta como en los períodos que lo preceden, de cara a la generación de problemas de congestión.

6.5. Políticas comunitarias ante el problema de la congestión

6.5.1. Marco institucional

El transporte aéreo dentro de la región europea está organizado de acuerdo con reglas de funcionamiento que, cumpliendo con las normas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI),

tienen características propias adaptadas a las peculiaridades de esta zona, como son el reducido tamaño de los Estados y la fragmentación del espacio aéreo.

Existen dos organismos encargados de la gestión y organización del transporte aéreo: la Conferencia Europea de Aviación Civil (ECAC) y Eurocontrol, siendo la primera la unidad de decisión política y la segunda la unidad técnica.

La ECAC se creó en 1955 y en la actualidad está integrada por 41 países. Se trata de un órgano consultivo y sus decisiones no son vinculantes para los Estados miembros, que deben trasladarlas a sus legislaciones nacionales y a las políticas que aplican. El principio de mantenimiento de la soberanía nacional de cada uno de los países en la organización de su espacio aéreo que ha mantenido la ECAC desde sus inicios es una de las causas principales de la fragmentación que tiene el transporte aéreo en Europa, y que aún hoy dificulta lograr un funcionamiento más eficiente.

La ECAC consta de varios niveles organizativos:

- Sesiones plenarias, que se celebran cada tres años.
- Reuniones de directores generales de Aviación Civil.
- Comité de coordinación.
- Comités permanentes (económicos y técnicos).

Eurocontrol es la unidad técnica encargada de la aplicación de las políticas que se aprueban en la ECAC. Este organismo fue creado a principios de los años sesenta, y en la actualidad tiene una plantilla cercana a los dos mil empleados. Sus funciones son:

- Coordinación internacional de la gestión del tráfico aéreo en Europa.
- Puesta en práctica de los programas europeos que diseña la ECAC.
- Optimización de la capacidad del espacio aéreo disponible en la región europea.
- Operación de un centro de control que gestiona el tráfico de los países del Benelux y noroeste de Alemania. Este centro es pionero en la introducción de nuevas tecnologías y sirve como modelo para otros centros en Europa.

El objetivo general de la actividad de Eurocontrol ha sido hasta la fecha la creación de un espacio aéreo único, fundamentalmente en lo referente a las rutas aéreas, pero sin incluir entre sus funciones la gestión del espacio alrededor de los aeropuertos y del tráfico local. No obstante, cada vez resulta más evidente que para lograr alcanzar un sistema de transporte aéreo eficiente es necesario integrar también estas partes dentro de la gestión global.

6.5.2. La situación del transporte aéreo europeo en los años noventa

Desde finales de los años ochenta, la combinación de un rápido incremento del tráfico aéreo y una inversión insuficiente en equipos y personal comenzó a provocar un rápido incremento de los tiempos de retraso de los vuelos en Europa. Esto llevó a la ECAC a lanzar una iniciativa estratégica para afrontar el problema, y se inició a principios de los noventa el programa EATCHIP (*European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Programme*). El objetivo de este programa fue estandarizar los sistemas de control de tráfico aéreo, en cuanto a sus aspectos técnicos, así como las normas de operación de los centros de control. Esta iniciativa fue el primer programa de integración del tráfico aéreo europeo, y logró algunos avances limitados, pero el incremento del volumen de vuelos que se experimentó durante la década de los noventa puso de manifiesto que era necesario reforzar el proceso de integración iniciado por el programa EATCHIP.

En 1997, los ministros de Transporte de la ECAC lanzaron una segunda iniciativa estratégica que se puso en marcha en el año 2000, y que se denominó *Gestión del Tráfico Aéreo para los años 2000 + (ATM Strategy for the Years 2000 +)*. Para Eurocontrol esta estrategia se tradujo en el desarrollo de un programa de mejora de la organización del tráfico aéreo (*EATMP, Performance Enhancement Programme for European Air Traffic Management*). Este programa consta de varias fases, con el objetivo final de alcanzar en 2015 un verdadero espacio aéreo único en Europa.

¿Qué cambio ha supuesto esta segunda estrategia básica sobre las iniciativas anteriores? Por su desarrollo histórico, la organización del tráfico aéreo se mantiene aún en Europa dividida en dos partes separadas: las zonas de aproximación cercanas a los aeropuertos,

que son gestionadas por cada país utilizando sus propias metodologías y sistemas, y las rutas que atraviesan el espacio aéreo, que es donde los programas de Eurocontrol han ido paulatinamente logrando una mayor coordinación entre las autoridades nacionales. A pesar de los avances logrados en las últimas décadas en esta línea, aún hoy en día persisten diferencias entre los sistemas de control de las aeronaves, y el paso de un avión entre fronteras nacionales implica el traspaso de información entre controladores y sistemas de diferentes países, que no siempre funcionan con la misma eficiencia.

Un avión que atravesase el espacio aéreo europeo se enfrenta en la actualidad a los siguientes problemas:

- El número de centros de control que tiene que sobrevolar es mucho más elevado que en otras regiones de mundo, por el reducido tamaño de los países.
- Los centros y torres de control operan en sus propios espacios aéreos nacionales, en los cuales hay reglas distintas, por ejemplo, para la relación entre los vuelos militares y los civiles.
- La altura de vuelo varía entre los países, debido a las zonas de exclusión reservadas para uso militar y a los diferentes tipos de equipos utilizados para el seguimiento de las aeronaves.

El programa EATMP que tiene en marcha actualmente Eurocontrol introduce un cambio importante en el concepto de la gestión del tráfico aéreo, ya que pretende integrar de forma efectiva todos los sistemas de control de las aeronaves, de forma que los *cruces de frontera* que realizan los aviones no sean percibidos por los pilotos. Pero, la diferencia principal es la iniciativa de ir paulatinamente armonizando e integrando también los sistemas de las zonas de aproximación a los aeropuertos, de forma que el control del tráfico aéreo se realice *de puerta a puerta*.

El documento que contiene la visión de la estrategia para los años 2000 y posteriores resalta esta idea de la necesidad de una mayor integración:

Un primer paso en la implementación de un nuevo sistema de gestión del tráfico aéreo es lograr que el control del tráfico funcione en un espacio aéreo continuo que incluya, además de los pasillos

aéreos (*en-route*), el espacio aéreo de los aeropuertos y sus zonas próximas... Deben lograrse mejoras adicionales en la coordinación y cooperación civil/militar para conseguir que se alcance este espacio aéreo continuo.

Los objetivos globales que ha fijado Eurocontrol para alcanzar esta integración efectiva del espacio aéreo europeo son los siguientes:

- Mejorar los niveles de seguridad.
- Aumentar la capacidad de los sistemas de control de tráfico aéreo, lo cual requiere inversiones en equipos y recursos humanos. *Los retrasos en la fase aérea de los vuelos no deben superar 1 minuto en el verano de 2006.*
- Mejorar la eficiencia económica y la orientación comercial de los servicios de control de tráfico aéreo. *Debe mantenerse la reducción de costes de estos servicios que se lleva consiguiendo en la última década (0,86 euros/km en 1994; 0,67 en 2000).*
- Incrementar la eficiencia medioambiental del control de tráfico aéreo.

La puesta en práctica de medidas para alcanzar estos objetivos se ha estructurado en los próximos años de la siguiente forma: *a)* existe una serie de objetivos *paneuropeos* para todos los países que integran la ECAC, que están fijados de forma cuantitativa y tienen fechas límite para su aplicación; *b)* hay programas multinacionales, que afectan a una serie de Estados de forma simultánea (generalmente se trata de procesos de integración entre países con fronteras comunes) y que también tienen fechas planificadas; *c)* existen unos objetivos de armonización para los que cada país escoge las fechas de aplicación a sus sistemas, pero, una vez iniciado el proceso, se deben seguir los criterios y reglas fijadas por la ECAC.

Para la integración del espacio aéreo de los aeropuertos dentro del conjunto del espacio aéreo continuo europeo, las medidas más destacadas que están dentro del programa actual se refieren a la unificación de los criterios de ampliación de las pistas de aterrizaje y las formas de evaluar la capacidad existente en los aeropuertos, mejoras en los procedimientos de aproximación de las aeronaves y movimientos en las pistas, e implantación de criterios de gestión medioambiental.

6.5.3. La falta de criterios económicos para la mejora del uso del espacio aéreo europeo

Los programas de Eurocontrol han contribuido sin duda a mejorar la organización del tráfico aéreo europeo, y las medidas para lograr un verdadero espacio aéreo europeo siguen líneas correctas para los objetivos que se persiguen. Las inversiones para aumentar y mejorar la capacidad de los sistemas de control de tráfico aéreo, tanto en lo referente a equipos como en personal, son indudablemente necesarias para lograr una mayor eficiencia. Asimismo, las inversiones para ampliaciones de capacidad en algunos de los principales aeropuertos de la red europea contribuirán a mejorar la situación de los retrasos aéreos.

A pesar de que estas medidas son correctas, en nuestra opinión sería necesario complementarlas con instrumentos de tipo económico que induzcan a una utilización más eficiente de los recursos. Las reglas de tarificación tanto de los sistemas de control de tráfico aéreo como del uso de las infraestructuras aeroportuarias no están generalmente diseñadas con criterios económicos —tratando de asignar el uso de la capacidad disponible a sus mejores alternativas—, sino que son el resultado de la evolución histórica de formas de tarificar diseñadas por cada uno de los países en épocas en las cuales el transporte aéreo era muy poco utilizado y la capacidad disponible excedía suficientemente la demanda.

Así, por ejemplo, las reglas de tarificación de los servicios de control de tráfico aéreo en las fases de vuelo (*en-route services*) son una solución de compromiso que se alcanzó entre los diferentes países para cubrir los costes de proveer dichos servicios. Para ver más detalles sobre las reglas de tarificación de los servicios de control de tráfico aéreo, véase Raffarin (2004). Una de las funciones que tiene Eurocontrol, a través de un departamento especialmente encargado de estas tareas (Central Route Charges Office), es realizar los cálculos de los pagos que los diferentes usuarios de los servicios de control de tráfico deben hacer a los países, unificar las facturas por dichos pagos y hacer efectivo el cobro de las mismas.

La regla para el cálculo de las tarifas por los servicios de control de tráfico aéreo se basa en una tasa unitaria por kilómetro (diferen-

ciada por países, en un rango que va desde aproximadamente 0,25 euros en Irlanda a 0,90 euros en Suiza y Bélgica/Luxemburgo), que se incrementa linealmente con el tipo de avión, definido a partir de su peso máximo.

Este criterio de utilizar el peso del avión parece estar basado en las reglas de la OACI, que persiguen diferenciar a los usuarios por la capacidad de pago. Para simplificar la fijación de precios, se ha utilizado históricamente el peso de las aeronaves como una *proxy* del valor de los servicios de transporte, de forma que los aviones más grandes (aquellos que realizan vuelos transatlánticos) deben pagar más por unos servicios de control de tráfico sobre los que causan unos costes iguales a los de las aeronaves de menor tamaño.

La misma situación se reproduce en las tasas aeroportuarias, las cuales están mínimamente diferenciadas por tipos de aeronaves, de nuevo con un criterio de tamaño, y por el número de pasajeros transportados. Algunos países utilizan tasas distintas por tipos de aeropuertos, y existen también diferencias por franjas horarias amplias (períodos diurnos y nocturnos).

La modernización del transporte aéreo europeo y la unificación del espacio aéreo deberían ir acompañadas también de reformas en los criterios económicos de fijación de precios, que persiguieran el objetivo de promover una utilización más racional de los recursos empleados en este modo de transporte.

En particular, en el tema de los retrasos aéreos que nos ocupa en este capítulo, las políticas de Eurocontrol no contemplan soluciones basadas en criterios económicos, sino que se apoyan únicamente en las herramientas de planificación de las inversiones y de modelización de la capacidad necesaria. Las previsiones de aumento del tráfico aéreo para las próximas décadas hacen que las inversiones en aumento de capacidad sean muy elevadas, lo cual debería llevar a las autoridades responsables a considerar que las soluciones inversoras tendrían que ser complementadas con sistemas de tarificación y tasas que introdujesen los incentivos correctos a los agentes que toman decisiones que afectan al conjunto del sistema de transporte aéreo europeo.

6.6. Las tasas de congestión: una solución al problema de los retrasos aéreos

El problema de la congestión aeroportuaria en la Unión Europea no ha sido hasta la fecha atacado en la práctica con soluciones económicas que introduzcan incentivos para que los agentes implicados modifiquen sus decisiones. Los esfuerzos de la Comisión Europea, a través de Eurocontrol, por lograr una armonización e integración de los sistemas de control de tráfico aéreo han logrado una mejoría en los últimos años, que se ha visto favorecida circunstancialmente por un descenso de la demanda de transporte aéreo tras los atentados de Nueva York del 11 de septiembre de 2001.

Los programas de ampliación de infraestructuras que se están acometiendo en varios de los principales aeropuertos europeos, y la utilización creciente de aeropuertos regionales por las compañías aéreas de bajo coste son también factores que contribuyen a mejorar la congestión aérea.

No obstante, es altamente probable que el transporte aéreo retome una senda creciente en las próximas décadas, y los graves problemas de congestión que se vivieron en Europa a finales de los años noventa puedan reaparecer a medio plazo.

Las autoridades comunitarias y nacionales encargadas del transporte aéreo deberían ir introduciendo mecanismos económicos para garantizar un mejor uso de las infraestructuras aeroportuarias existentes, en lugar de proponer continuas ampliaciones de las mismas, lo cual supone una política que no ataca a la raíz del problema de la congestión: las externalidades que suponen los retrasos aéreos.

A lo largo de este capítulo, se han examinado en detalle varias características especiales del problema de la congestión aérea que hacen que no sea factible trasladar de forma automática soluciones que funcionan en otros modos:

- Diferenciación de tarifas para reducir las puntas existentes en la demanda (*peak-pricing*): los viajeros de transporte aéreo no son tan flexibles en la elección de franjas horarias como los de otros modos de transporte. Gran parte de los ingresos de las

compañías se obtienen de los pasajeros de negocios, quienes tienen muy poca flexibilidad para trasladar su demanda de transporte a períodos-valle.

- Mercados de *slots*, donde las aerolíneas negocien la utilización de la infraestructura de un aeropuerto y se garantice un uso racional de la misma. No se puede olvidar la estructura oligopolística de los mercados de transporte aéreo y los posibles comportamientos estratégicos que pueden utilizar las compañías grandes para bloquear a los competidores pequeños.
- Tasas de congestión simples, calculadas a partir de estimaciones de un único valor del coste marginal externo.

En nuestra opinión, la solución al problema de la congestión aérea europea pasa por poner en práctica una serie de medidas que combinen estos tres tipos de políticas, pero diseñadas adecuadamente para el problema que se trata de resolver: *a)* diferenciación horaria de las tasas aeroportuarias; *b)* creación de mercados de *slots*, con las reservas de capacidad oportunas para nuevos entrantes y *c)* tasas de congestión, diseñadas correctamente para que se conviertan en penalizaciones monetarias efectivas que las compañías deban abonar por la parte de la congestión que causen, pero de las cuales también reciban ingresos por la parte de la congestión que sufren.

Para contribuir al diseño de una política comunitaria de tasas de congestión aeroportuaria, presentamos aquí un modelo teórico en el que se muestra cómo unas tasas adecuadamente diseñadas pueden contribuir de forma muy efectiva a la reducción de los retrasos aéreos. El modelo resulta útil para entender la interacción entre todos los agentes que causan y sufren el problema de los retrasos, y se trata de forma explícita un agente que es ignorado sistemáticamente en la búsqueda de soluciones para el problema de los retrasos aéreos: los responsables de la toma de decisión del uso de la capacidad de los aeropuertos.

6.6.1. Modelización teórica de un problema de congestión aeroportuaria

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de los retrasos para el caso del aeropuerto de Madrid-Barajas, y la evidencia empírica de la literatura sobre la congestión aérea, la raíz de este proble-

ma son los efectos externos que las compañías aéreas se causan entre sí. Sobre estos efectos externos tiene un papel crucial el grado de utilización de la infraestructura disponible: si un aeropuerto no trabaja a plena capacidad, la interacción entre los vuelos seguirá existiendo —el retraso de un vuelo afectará a los demás—, pero los reajustes podrán ser realizados con más facilidad que si la utilización del aeropuerto es intensiva.

Para reflejar esta conexión entre las decisiones de uso del aeropuerto con la actividad de las compañías, y de éstas entre sí, proponemos aquí un marco de análisis simplificado, en el que se considera un aeropuerto que es exclusivamente utilizado por dos compañías aéreas, que denominamos 1 y 2.

Supongamos que el aeropuerto tiene una capacidad limitada F (número máximo de movimientos por hora). Las dos aerolíneas 1 y 2 tienen unas cuotas de mercado respectivas α y $1 - \alpha$, con $0 < \alpha < 1$, constantes en todos los períodos horarios considerados.

La demanda de *slots* que realizan las compañías viene determinada por las demandas de viajes de los pasajeros, que pueden ser altas o bajas dependiendo de las franjas horarias consideradas. El número total de vuelos requeridos para atender la demanda de los pasajeros durante el período i es f_i y puede suceder que en algunas franjas horarias sea $f_i > F$. El número efectivo de vuelos operado en la franja horaria i se denota por n_i y vendrá marcado por una restricción de capacidad, $n_i < F$ y por una restricción de demanda, $n_i < f_i$. Únicamente una de las dos restricciones será vinculante en cada período.

La decisión sobre el total de *slots* n_i para operar vuelos la toma el aeropuerto, que suponemos es un agente que maximiza su beneficio, sujeto a una regulación sobre las tasas aeroportuarias. El precio del *slot* es P_A y es fijado por una autoridad regulatoria. El coste marginal del aeropuerto por vuelo se supone constante e igual a c_A .

De acuerdo con nuestra hipótesis de cuotas de mercado constantes por horas, el número efectivo de vuelos n_i se reparte entre las dos aerolíneas con αn_i vuelos para la compañía 1, y $(1 - \alpha) n_i$ vuelos de la compañía 2. El coste marginal por vuelo de las aerolíneas es c_C para ambas, y obtienen un ingreso por vuelo igual a P_C . El supuesto implícito bajo esta hipótesis de precio constante es

que éste es un precio de equilibrio de oligopolio, de forma que $P_c > c_c$.

Los pasajeros tienen un nivel de utilidad de reserva \bar{U} , que viene dada en términos monetarios, y es suficientemente alta para todos ellos que deseen volar. En caso de que los vuelos tengan retrasos, los pasajeros sufren una desutilidad medida por vt , siendo v el valor del tiempo, y t la duración del retraso. El número de pasajeros por vuelos es constante e igual a D . La utilidad neta de un pasajero es, por tanto, función del retraso que sufre, y es igual a $U(t) = \bar{U} - (P_c/D) - vt$.

El marco de referencia que se utiliza en este modelo es intencionalmente simple, dado que no se pretende representar la competencia entre las aerolíneas, o las decisiones de viaje de los pasajeros. Por ello, se introducen las rigideces de considerar que las demandas están dadas, son constantes por hora, y que las compañías tienen cuotas de mercado fijas. El objetivo es centrar el interés del modelo en el problema de la congestión aeroportuaria.

6.6.1.1. Retrasos y costes de congestión

Los retrasos que sufren los vuelos en la práctica están generados por tres causas principales: la capacidad aeroportuaria y su utilización, los esfuerzos de las aerolíneas en puntualidad, y las interacciones entre vuelos. Por ello, consideramos aquí que todos los vuelos que opera la aerolínea 1 durante el período i tienen un retraso t_1 , que viene formado por tres componentes:

$$t_1 = t_A(n) + t_C(e_1) + \beta \bar{t} \quad (6.7)$$

siendo $t_A(n)$ el retraso debido a causas atribuibles al aeropuerto, $t_C(e_1)$ es el retraso que induce la propia compañía y $\beta \bar{t}$ representa la interacción entre un vuelo y el resto de operaciones que se realizan en el aeropuerto. La variable \bar{t} es la media ponderada de retrasos que se producen en el aeropuerto durante un período dado, $\bar{t} = \alpha t_1 + (1 - \alpha) t_2$.

El tiempo de retraso inducido por el aeropuerto, $t_A(n)$, es función del número efectivo de operaciones n que se realiza, y en particular de la cercanía entre n y la capacidad máxima por hora F . Si el número de operaciones es pequeño, el aeropuerto funcionará a

la perfección y entonces $t_A(n) = 0$. Pero a partir de un cierto umbral se tiene que $t_A'(n) > 0$, y también supondremos que $t_A''(n) > 0$, es decir, al ir incrementado el número de vuelos operados, los retrasos inducidos por causas de fallos de funcionamiento del aeropuerto van aumentando de forma rápida. El punto a partir del cual un aeropuerto puede empezar a tener problemas graves de congestión por causas propias puede situarse mucho antes de que la actividad alcance la capacidad y dependerá de su eficiencia organizativa.

La función $t_c(e_1)$ representa los retrasos por causas que induce la propia compañía en sus vuelos. El supuesto básico es que la empresa puede realizar un cierto nivel de esfuerzo e_1 para reducir dichos retrasos, de forma que $t_c'(e_1) < 0$. Los rendimientos de esos esfuerzos serán decrecientes, siendo por tanto $t_c''(e_1) > 0$. Así, por ejemplo, una aerolínea puede realizar inversiones para renovar frecuentemente su flota, de manera que los fallos mecánicos se minimicen, y puede mantener tripulaciones y aviones de refuerzo, para hacer frente a situaciones imprevistas. El esfuerzo en puntualidad e_1 supone un coste monetario a la aerolínea, dado por la función $g(e_1)$, con $g' > 0$ y $g'' > 0$.

Otro coste que debe asumir la aerolínea es el derivado de los retrasos de sus vuelos (que implica mayores gastos en tripulación, combustible, etc., así como costes de oportunidad de uso de las aeronaves, y pérdida potencial de clientes). Este coste es representado por $G(t_1) = \lambda t_1$, siendo λ el coste por minuto de retraso, que se supone constante.⁴

El término $\beta \bar{t}$ que se incluye en la ecuación (6.7) tiene como objetivo representar los efectos de interacción entre vuelos que se han detectado en el análisis empírico del caso de Barajas. Cuando un vuelo sufre un retraso, otros vuelos se ven forzados a salir de sus horarios programados para poder acomodarlo, y por ello la puntualidad de un vuelo determinado no es independiente de cuál es la puntualidad del resto de operaciones en el aeropuerto. El parámetro β mide la importancia de este efecto, de forma que valores pe-

⁴ Probablemente, sería más realista suponer que los costes de congestión que sufren las aerolíneas no son lineales, es decir, que la función de costes G debería ser creciente, con $G' > 0$ y $G'' > 0$, dado que los retrasos más largos pueden suponer un coste por minuto mayor que los retrasos cortos. Se ha escogido la forma simple $G(t) = \lambda t$ por simplicidad analítica, ya que se obtienen resultados similares que con el supuesto $G'' > 0$.

queños indican que hay pocas interacciones, mientras que lo contrario sucede si β es grande, todo ello dentro del rango $0 < \beta < 1$.

6.6.1.2. *Equilibrio en una sola franja horaria*

El modelo puede ser resuelto considerando un marco de referencia con múltiples períodos (franjas horarias), pero basta con calcular el equilibrio dentro de un solo período para obtener resultados interesantes.

Para encontrar dicho equilibrio, hay que encontrar valores de las tres variables endógenas del modelo: actividad del aeropuerto (n) y los esfuerzos en puntualidad de las dos compañías (e_1, e_2). Para ello, analizamos primero los problemas de maximización del aeropuerto y las aerolíneas, que son comparadas posteriormente con los valores socialmente óptimos (n^*, e_1^*, e_2^*).

El aeropuerto elige el número de *slots* que asignar a las compañías, con el objetivo de maximizar sus beneficios:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_n (P_A - c_A) n \\ \text{s.a. } & n \leq f \text{ (restricción de demanda)} \\ & n \leq F \text{ (restricción de capacidad)} \end{aligned} \tag{6.8}$$

La solución obvia al problema es fijar $n = F$, si $f \geq F$, y escoger $n = f$, en caso contrario. Dado el supuesto de que el aeropuerto obtiene un margen constante por cada vuelo operado, su objetivo es vender tantos *slots* como le sea posible.

La aerolínea 1 fijará su esfuerzo en puntualidad e_1 resolviendo el problema:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{e_1} [P_C - c_C - P_A - \lambda t_1] \alpha n - g(e_1) \\ \text{s.a. } & t_1 = t_A(n) + t_C(e_1) + \beta \bar{t} \\ & t_2 = t_A(n) + t_C(e_2) + \beta \bar{t} \\ & \bar{t} = \alpha t_1(n) + (1 - \alpha) t_2 \end{aligned} \tag{6.9}$$

La condición de primer orden de este problema define de forma implícita el esfuerzo de puntualidad que escoge la aerolínea:

$$-\left[\left(1 + \frac{\alpha\beta}{1-\beta} \right) t'_c(e_1) \right] \lambda (\alpha n) = g'(e_1) \quad (6.10)$$

La interpretación de la expresión (6.10) es la siguiente: el lado izquierdo de la ecuación representa el beneficio marginal que obtiene la aerolínea al incrementar de forma marginal su esfuerzo en puntualidad e_1 . El término entre corchetes es la reducción del retraso por vuelo que logra al aumentar el esfuerzo, $dt_1 / de_1 < 0$, que se transforma en unidades monetarias al ir afectado por el coste por minuto de retraso (λ), y todo ello va multiplicado por el número total de vuelos de la aerolínea (αn). El lado derecho de la ecuación es el coste marginal del esfuerzo adicional en puntualidad, y el nivel de esfuerzo óptimo se escoge en el punto en que beneficios y costes marginales se igualan.

La aerolínea 2 resuelve un problema semejante a (6.9) para elegir su nivel óptimo de esfuerzo en puntualidad e_2 . La solución viene dada también implícitamente por una condición de primer orden:

$$-\left[\left(1 + \frac{(1-\alpha)\beta}{1-\beta} \right) t'_c(e_2) \right] \lambda (1-\alpha)n = g'(e_2) \quad (6.11)$$

La solución que se deriva de (6.11) será habitualmente diferente a la de la otra aerolínea, de manera que normalmente se tienen valores distintos para e_1 y e_2 . Solamente, en el caso de aerolíneas simétricas, con $\alpha = 0,5$, se obtiene que $e_1 = e_2$.

De las dos soluciones implícitas al problema del esfuerzo en puntualidad se deriva un primer resultado interesante: la cuota de mercado α tiene un efecto positivo sobre el nivel de esfuerzo e_1 (de forma análoga, $1 - \alpha$ tiene un efecto positivo sobre e_2). Esto puede verse aplicando a (6.10) el teorema de la función implícita:

$$\frac{de_1}{d\alpha} = - \frac{n\lambda t'_c(e_1) \left(\frac{1+\alpha+\alpha\beta}{1-\beta} \right)}{g''(e_1) + \alpha n\lambda \left(\frac{1+\alpha\beta}{1-\beta} \right) t''_c(e_1)} > 0 \quad (6.12)$$

El signo positivo de la expresión (6.12) se deriva de la convexidad de la función $t_c(e_1)$, de la convexidad de su coste asociado $g(e_1)$,

y de que el esfuerzo en puntualidad consigue una reducción de los tiempos de retraso por causas de la compañía, $t_C'(e_1) < 0$.

La interpretación de este resultado es que, cuanto más grande es una aerolínea en términos del porcentaje de operaciones que realiza en un aeropuerto, le interesa realizar un mayor esfuerzo para lograr mejoras de puntualidad. Este resultado ha sido obtenido anteriormente por Daniel (1995) y Brueckner (2002a, 2002b), utilizando diferentes tipos de modelización, y explica la evidencia empírica observada anteriormente para el caso del aeropuerto de Barajas, en el que Iberia, como principal aerolínea, logra unos mejores resultados en términos de porcentajes de vuelos retrasados y tiempos de retraso que el resto de aerolíneas.

La explicación económica que subyace a este efecto es un problema clásico de externalidades. La aerolínea 1 sabe que aumentando su esfuerzo e_1 puede mejorar la puntualidad de sus vuelos, pero a la vez logra un efecto positivo de mejora para los vuelos de la aerolínea 2. Los costes de incrementar el esfuerzo en puntualidad deben ser asumidos por la compañía que los realiza, y no puede plantearse pedir a la aerolínea rival que pague parte de esos costes. Según va creciendo la cuota de mercado que tiene una compañía, los beneficios de la externalidad positiva se van internalizando en mayor medida, de forma que el esfuerzo máximo en puntualidad sería realizado por una aerolínea que actuase en exclusiva en el aeropuerto, lo cual correspondería a un caso con $\alpha = 1$.

6.6.1.3. Solución socialmente óptima

El paso siguiente es calcular cuál sería el óptimo social (n^* , e_1^* , e_2^*) de este modelo, para tener una referencia con la que comparar el equilibrio obtenido. Definamos una función de bienestar social como la suma no ponderada de los beneficios del aeropuerto y las aerolíneas, más la utilidad neta que obtiene el grupo de pasajeros:

$$\begin{aligned} W(n, e_1, e_2) &= \Pi_A + \Pi_1 + \Pi_2 + nDU(\bar{t}) = \\ &= n [D(\bar{U} - v\bar{t}) - c_A - c_C - \lambda\bar{t}] - g(e_1) - g(e_2) \end{aligned} \quad (6.13)$$

El óptimo social se calcula maximizando $W(n, e_1, e_2)$ con respecto a las tres variables endógenas. El número óptimo de operaciones se obtendría de la siguiente condición:

$$D(\bar{U} - v\bar{t}) = c_A + c_c - \lambda\bar{t} + n^* (Dv + \lambda) \frac{t'_A (n^*)}{1 - \beta} \quad (6.14)$$

La expresión (6.14) es la regla para determinar cuántas operaciones deberían idealmente ser realizadas en el aeropuerto, considerando la existencia de un cierto grado de congestión, dado en la expresión por el término \bar{t} , y los esfuerzos óptimos en puntualidad e_1^* y e_2^* .

El número de vuelos debería incrementarse hasta el punto en el que la última operación generase una ganancia social que resultase igual al coste marginal social que el vuelo supone. El lado izquierdo de la expresión (6.14) es la utilidad neta que los pasajeros de ese último vuelo obtienen, en la cual se tiene en cuenta el retraso medio \bar{t} que sufren, pero no se incluyen las tarifas pagadas. Dada la definición de función de bienestar social empleada, los pagos entre agentes no afectan al equilibrio, y sólo representan meras transferencias de valor entre ellos (obsérvese que ni el ingreso por vuelo P_c ni el precio del slot P_A afectan a las expresiones del equilibrio social).

El lado derecho de la expresión (6.14) muestra el coste marginal social de ese último vuelo que utiliza el aeropuerto. Dicho coste marginal incluye los costes marginales de la aerolínea (c_c) y del aeropuerto (c_A), el coste de congestión que soporta la aerolínea por ese vuelo, y un último término que refleja el coste externo que ese vuelo impone a todos los demás un retraso adicional por vuelo de $t'_A (1 - \beta)^{-1}$ minutos. Esto supone un coste total adicional de congestión de $n^* \lambda t'_A (1 - \beta)^{-1}$ para las aerolíneas y para los pasajeros de $n^* Dv t'_A (1 - \beta)^{-1}$.

Como el aeropuerto no está obligado a pagar compensaciones por los costes de congestión, el número de operaciones que se programa resulta generalmente alto en términos de bienestar social, en aquellos aeropuertos con un nivel de actividad cercano a su máxima capacidad. En aeropuertos con exceso de capacidad, la introducción de un vuelo adicional tendría efectos externos poco importantes, y sería socialmente deseable que dicho vuelo se realizase. No obstante, al ir aumentando la actividad del aeropuerto, llega un momento en el que es necesario estudiar si los vuelos adicionales aportan un beneficio social superior a las perturbaciones que introducen en el sistema, y que terminan afectando a todos los demás vuelos.

Las otras dos condiciones de primer orden que determinan el óptimo social son:

$$-\alpha n^* (Dv + \lambda) \frac{1}{1 - \beta} t'_C (e_1^*) = g' (e_1^*) \quad (6.15)$$

$$-(1 - \alpha) n^* (Dv + \lambda) \frac{1}{1 - \beta} t'_C (e_2^*) = g' (e_2^*) \quad (6.16)$$

Las expresiones (6.15) y (6.16) pueden compararse, respectivamente, con (6.10) y (6.11) (se discute aquí solamente el par de ecuaciones [6.10] y [6.11], ya que el otro resulta análogo). Puede demostrarse, dados los resultados $Dv + \lambda > \lambda (1 - \beta)^{-1} > 1 + \alpha\beta (1 - \beta)^{-1}$, y recordando que t'_C es una función decreciente en e_1 y g' una función creciente, que *el nivel óptimo social de esfuerzo en puntualidad e_1^* es mayor que la solución que escoge la aerolínea para maximizar sus beneficios*.

La conclusión principal que se deriva de la comparación del óptimo social con la solución privada es que los costes de congestión que existen en un aeropuerto se generan por dos causas: 1) las aerolíneas realizan unos esfuerzos en puntualidad más bajos de lo que sería deseable; y 2) el aeropuerto está interesado en maximizar el número de operaciones, en lugar de utilizar una regla para optimizar este número y reducir la congestión a un nivel óptimo.

Un resultado interesante de este modelo simplificado con un único período es que *los costes de congestión óptimos no son nulos, incluso desde una perspectiva social*. En el óptimo social obtenido, existirá un cierto grado de congestión que puede medirse por el retraso medio \bar{t} asociado a dicho equilibrio. La lógica económica que subyace tras este resultado es que los esfuerzos en puntualidad de las aerolíneas tienen un coste, que debe ser valorado a la hora de determinar hasta qué punto debe conseguir una reducción de los retrasos de los vuelos.

6.6.1.4. Internalización de los costes de congestión

La pregunta clave en el marco de este modelo es la posibilidad de alcanzar el óptimo social (n^* , e_1^* , e_2^*) como una solución descentralizada, es decir, con las aerolíneas y el aeropuerto tomando sus

decisiones de forma independiente. En otras palabras, ¿es posible internalizar los costes de congestión aérea?

Para tratar de lograr esa internalización, calculamos en primer lugar los costes externos que cada agente está imponiendo sobre los demás, de forma que esos cálculos sean la base de unas tasas de congestión que se introduzcan para tratar de lograr la internalización. Los costes externos generados serían pagos que cada agente debería posteriormente realizar a los demás, pero también se recibirían compensaciones por las externalidades negativas recibidas.

La evaluación de los costes externos generados y soportados nos da los siguientes resultados:

CUADRO 6.10: Evaluación de los costes externos

Agente	Tasa de congestión a pagar	Compensación a recibir por costes de congestión soportados
Aeropuerto	$n(Dv - \lambda) \left(\frac{t_A(n)}{1 - \beta} \right)$	—
Aerolínea 1	$\alpha n[(1 - \alpha)\beta\lambda - Dv] \left(\frac{t_C(e_1)}{1 - \beta} \right)$	$\alpha n\lambda \left(\frac{t_A(n) + (1 - \alpha)\beta t_C(e_2)}{1 - \beta} \right)$
Aerolínea 2	$(1 - \alpha) n [\alpha\beta\lambda + Dv] \left(\frac{t_C(e_2)}{1 - \beta} \right)$	$(1 - \alpha) n\lambda \left(\frac{t_A(n) + \alpha\beta t_C(e_1)}{1 - \beta} \right)$
Pasajeros	—	$n Dv \left(\frac{t_A(n) + \alpha t_C(e_1) + (1 - \alpha) t_C(e_2)}{1 - \beta} \right)$

El aeropuerto no recibe en este modelo ninguna compensación, ya que la congestión no afecta a sus costes, e igualmente los pasajeros no deben pagar ningún tipo de tasa de congestión, ya que ellos no generan problemas de retrasos y sí reciben una compensación por el total de costes de congestión que soportan, ($n D v \bar{t}$).

Dado este sistema de tasas de congestión positivas y negativas, reescribimos el problema de la decisión de la aerolínea 1 sobre su esfuerzo en puntualidad:

$$\begin{aligned}
 &Max_{e_1} \left[P_C - c_C - P_A - \lambda \left(1 + \frac{\alpha\beta}{1-\beta} t_C(e_1) \right) \right] \\
 &\alpha n - g(e_1) - \alpha n [(1-\alpha)\beta\lambda + Dv] \left(\frac{t_C(e_1)}{1-\beta} \right) \quad (6.17)
 \end{aligned}$$

La condición de primer orden de este problema es exactamente la misma obtenida anteriormente en la expresión (6.15). Por tanto, podemos concluir que este mecanismo de tasas de congestión logra que se alcance el óptimo social, en términos de los esfuerzos de puntualidad óptimos e_1^* y e_2^* por parte de las aerolíneas. Desde un punto de vista teórico, este resultado no es sorprendente, ya que el sistema de tasas lo que está logrando es que las aerolíneas al tomar su decisión resuelvan el mismo problema que se planteaba un planificador social. La clave está en que, con el mecanismo de tasas de congestión, las aerolíneas deben tener en cuenta los costes completos de sus decisiones.

Para el aeropuerto, el problema de maximización de beneficios se transforma ahora en:

$$\begin{aligned}
 &Max_n (P_A - c_A) n - n (Dv + \lambda) \left(\frac{t_A(n)}{1-\beta} \right) \quad (6.18) \\
 &s.a. n \leq f \\
 &\quad n \leq f
 \end{aligned}$$

que tiene como condición de primer orden:

$$P_A - c_A = (Dv + \lambda) \frac{t_A(n)}{1-\beta} + n (Dv + \lambda) \frac{t_A'(n)}{1-\beta} \quad (6.19)$$

La solución que alcanza el aeropuerto, de nuevo, es una regla que compara costes y beneficios marginales. Al vender un *slot* adicional, el aeropuerto logra un aumento de beneficios igual al precio del *slot* menos su coste marginal (lado izquierdo de la expresión [6.19]). En caso de que no tenga que satisfacer ninguna restricción, el responsable del aeropuerto tratará de vender el mayor número posible de *slots*.

Si se le obliga al aeropuerto a pagar unas tasas por la parte de los retrasos originados por causas atribuibles a problemas en su funcionamiento, un vuelo adicional le supondrá un coste que será igual a

la suma del pago por el retraso de ese vuelo (primer término del lado derecho de la expresión [6.19]), más el incremento en los costes de congestión del resto de vuelos (segundo término del lado derecho). Dado que su coste marginal ahora no es nulo, el número de *slots* que venderá el aeropuerto será menor que en la situación en la que el aeropuerto no tiene que realizar ningún pago por los retrasos que experimentan los vuelos.

A pesar de la mejora que supone este resultado, resulta a priori sorprendente comprobar que el aeropuerto no fijará necesariamente el número socialmente óptimo de *slots* n^* . Esto puede comprobarse comparando las expresiones (6.19) y (6.14). Aunque las tasas por congestión hacen que el aeropuerto deba asumir los costes de congestión generados y se mueva en la dirección correcta, la solución alcanzada es normalmente diferente a la del óptimo social.

La explicación a este resultado hay que buscarla en la regulación de precios a la que está sometido el aeropuerto. Debido a que el precio regulado del *slot* está determinado exógenamente en este modelo (P_A), la internalización de los costes de congestión no garantiza que un aeropuerto maximizador del beneficio fije el mismo número de operaciones que escogería un planificador social. El motivo es que el aeropuerto toma sus decisiones de acuerdo con un margen ($P_A - c_A$) por vuelo, y este margen no resulta necesariamente óptimo.

Este resultado del modelo señala que un sistema de tasas por congestión aplicadas a las aerolíneas y los aeropuertos lograría que las aerolíneas realizaran los esfuerzos socialmente óptimos en puntualidad, pero el número de operaciones no sería óptimo a menos que la regulación de precios se realizara tomando en consideración los problemas de congestión del aeropuerto.

La expresión (6.14), correspondiente a la solución del óptimo social, puede reescribirse para que sea más fácilmente comparable con (6.19), que define el número de *slots* a vender con un mecanismo de tasas por congestión:

$$D\bar{U} - (Dv + \lambda) \left(\bar{t} - \frac{t_A(n)}{1 - \beta} \right) - c_A - c_c = (Dv + \lambda) \frac{t_A(n)}{1 - \beta} + n (Dv + \lambda) \frac{t_A'(n)}{1 - \beta} \quad (6.20)$$

Combinando (6.19) y (6.20) se puede obtener una regla de regulación óptima:

$$P_A = D\bar{U} - c_c - (Dv + \lambda) \left(\bar{t} - \frac{t_A(n)}{1 - \beta} \right) \quad (6.21)$$

La interpretación de la ecuación (6.21) es que para que el aeropuerto escoja el número socialmente óptimo de *slots* es necesario que el precio regulado del *slot* refleje adecuadamente el valor social del uso de la infraestructura. Ese valor social es igual a la utilidad que obtienen los pasajeros que viajan en un avión ($D\bar{U}$), restándole los costes operativos de la aerolínea (c_c) y la parte de los costes de congestión que soportan los pasajeros y las aerolíneas, y por los cuales no son compensados por el aeropuerto. De esta forma, la regulación óptima a la hora de fijar el precio del *slot* debería tener en cuenta el grado de congestión aceptado como nivel normal en el aeropuerto.

6.6.2. Posible aplicación práctica de un mecanismo de tasas por congestión

Desde un punto de vista teórico, parece indudable que el mecanismo anteriormente descrito supondría una mejora notable sobre la situación actual del transporte aéreo, en cuanto a la toma de decisiones sobre los niveles de actividad de los aeropuertos, y los esfuerzos en mejora de puntualidad por parte de las compañías aéreas.

¿Resultaría factible plantear una política comunitaria que siguiera las líneas de esta propuesta? Los argumentos que en un debate sobre este tema pondrían sobre la mesa las aerolíneas y los aeropuertos serían probablemente los siguientes:

- Dificultades de medición de las causas de los retrasos. Para que un mecanismo de tasas por congestión funcione, se deberían delimitar de forma precisa las causas de los retrasos, de forma que se pudiera conocer para cada vuelo quiénes han sido los responsables de un retraso y qué parte han causado.
- Dificultades de evaluación de los costes que suponen los retrasos, por la diversidad de costes que las compañías consi-

deran en sus estudios de gastos adicionales directos y efectos indirectos que les suponen los retrasos. El valor del tiempo para los pasajeros tampoco puede medirse de forma exacta.

- Los aeropuertos son gestionados por autoridades de diferentes países e incluso algunos han sido privatizados, por lo que existen múltiples sistemas de tarificación por el uso de la infraestructura aeroportuaria.
- Los retrasos no se pueden atribuir en exclusiva a un solo aeropuerto, por los complejos efectos de red de un sistema de transporte aéreo.

Todas estas dificultades serían fácilmente salvables si existiera voluntad real de búsqueda de soluciones, y se diera un impulso político a nivel comunitario para llevarlas adelante. La medición de las causas de los retrasos actualmente puede realizarse de forma muy precisa, con sistemas informáticos que podrían generar automáticamente bases de datos de retrasos con detalles de causas para todos los vuelos en Europa.

Los problemas de evaluación de los costes serían salvables a partir de estudios y de acuerdos sobre aquellos aspectos en los que existen grados de subjetividad. Y en cuanto al hecho de que los retrasos son un fenómeno complejo, en el cual interaccionan todos los aeropuertos de un sistema, y éstos son gestionados por autoridades distintas, bastaría con trasladar la gestión nacional de estas infraestructuras a una entidad supranacional, a la cual se le diera el mandato de lograr un funcionamiento eficiente del sistema. La existencia de un Banco Central Europeo, encargado de una materia mucho más sensible en cuanto a soberanía nacional, como es el caso de la moneda, es un ejemplo de que podría crearse una institución para la gestión integrada de los aeropuertos y así mejorar notablemente la situación presente en Europa.

Las verdaderas barreras para introducir racionalidad económica en el uso de las infraestructuras aeroportuarias se derivan del hecho de que quienes actualmente toman las decisiones acerca de dicho uso son partes interesadas.

En la actualidad, aeropuertos y aerolíneas se reúnen para decidir el grado de utilización de las infraestructuras, pero en estas reunio-

nes no se encuentran representados los intereses de los usuarios finales, que son los pasajeros. Pese a que en este proceso de decisión hay un cierto grado de control público de los aeropuertos, los equilibrios que se alcanzan no siempre maximizan el bienestar de los usuarios, sino que maximizan los niveles de actividad de los aeropuertos.

Cuando un pasajero se retrasa excesivamente, sufre generalmente la penalización de perder la tarifa que ha abonado a la compañía. Sin embargo, cuando aerolíneas y aeropuertos imponen sobre los pasajeros unos elevados tiempos de retraso sobre los horarios previstos, no se realizan compensaciones por el valor de esos tiempos, salvo en aquellos casos de retrasos extremos o pérdidas de vuelos de conexión.

La política comunitaria sobre el uso de las infraestructuras aeroportuarias debería ser valiente a la hora de proponer medidas con racionalidad económica y que fuesen dirigidas a la raíz del problema de la congestión aérea, para lograr una búsqueda efectiva de soluciones. La carta de derechos del pasajero es un avance para que los pasajeros sean compensados por los retrasos, pero esto debería ser una práctica reglada y sistemática en todos los vuelos, compensando tanto aquellos retrasos cortos como los retrasos largos.

La extensión de la idea de que los costes externos deben ser pagados, llevada al ámbito de las aerolíneas que deberían asumir dichos costes (pero también recibir compensaciones por los daños recibidos) y también de los aeropuertos que actualmente son agentes pasivos ante este problema (pero también son responsables), resultaría crucial para dotar de mejores incentivos a los agentes para aliviar los problemas de congestión aeroportuaria.

6.7. Conclusiones

La congestión aeroportuaria impone unos costes muy elevados a la economía en cuanto a equipos, instalaciones y personal, y del tiempo perdido por los usuarios que sufren los retrasos. En este capítulo hemos estimado el coste total de la congestión aeroportuaria en Europa y los costes marginales de los retrasos en el aeropuerto de Madrid. La cuestión relevante desde un punto de vista económico

es determinar la naturaleza de dicha congestión, por qué se produce; y si puede, y debe, hacerse algo por reducirla.

La primera característica de la congestión aeroportuaria es su diferencia con la congestión en la carretera. Los usuarios (aerolíneas) no entran libremente en el sistema como ocurre con las carreteras; al contrario, deben tener asignada una franja horaria (*slot*) para poder hacer uso de las pistas, edificios terminales y servicios a aeronaves y pasajeros. La capacidad disponible la asigna una autoridad central y a priori el número de vuelos no puede exceder de la capacidad disponible.

Los resultados de este capítulo muestran que no hay correlación entre congestión aérea y grado de actividad aeroportuaria, dado que existen aeropuertos que han incrementado su actividad y sin embargo han reducido los retrasos y los costes de congestión asociados. Más aún, en el caso de Madrid, aeropuerto estudiado con mayor profundidad en este capítulo, el porcentaje de vuelos retrasados aumenta en días festivos a pesar de la notable reducción en el número de vuelos.

También se observa que los retrasos siguen un patrón sistemático concluyéndose que los factores exógenos juegan un papel secundario y que son las decisiones de la autoridad aeroportuaria y de las propias compañías aéreas las que explican por qué se producen retrasos.

Exceptuando los debidos a causas estrictamente exógenas, la mayoría de los retrasos en los aeropuertos se producen porque los agentes que los provocan no internalizan el coste total. Por ejemplo, una compañía aérea puede reducir costes dejando una mínima holgura entre su cuadro de servicios y el número de aviones y personal disponible, de manera que una simple perturbación produce retrasos cuyos costes no sólo sufre el agente que inicialmente los originó. Del mismo modo, el propio aeropuerto puede obviar actuaciones que reducen la probabilidad de que se produzcan retrasos si los daños derivados de dichos retrasos recaen principalmente sobre terceros.

El análisis del aeropuerto de Madrid-Barajas ha permitido detectar un efecto acumulativo sobre franjas horarias sucesivas que demuestra que el coste marginal de retrasar un vuelo en una franja horaria determinada depende de la actividad que hay en la franja

horaria donde se produce el retraso, y de la actividad de la franja siguiente. Esto modifica la visión convencional de la tarificación óptima con congestión en aeropuertos que básicamente suponen precios más altos en horas punta.

La modelización teórica y el análisis de los datos permite concluir que la congestión aeroportuaria es una externalidad negativa generada principalmente por las compañías aéreas y aeropuertos que lleva a un número y duración de retrasos superior al socialmente óptimo, ya que las aerolíneas no realizan el esfuerzo en puntualidad deseable y el aeropuerto destina más capacidad de la óptima a nuevas operaciones descuidando la reducción de la congestión.

La conclusión fundamental es que existen incentivos para aumentar la congestión aeroportuaria en Europa por encima de un nivel aceptable. La razón es que los agentes que los provocan no se están internalizando (o lo hacen parcialmente) los costes de los retrasos. La solución no está en la tarificación diferencial en horas punta y valle, sino en estimar los costes marginales de la congestión y anunciar su cobro. Los agentes que provocan los retrasos, aerolíneas y aeropuertos, tendrían en cuenta el coste social de la congestión al tomar sus decisiones internas de inversión, de organización de la producción y de asignación de capacidad.

Bibliografía

- ADLER, N. «Barriers and Implementation Paths to Marginal cost Based Pricing: Rail, Air, and Water Transport». 3.º MC-ICAM seminario, 2002 [Mimeo].
- ATAG (Air Transport Action Group). «The Economic Benefits of Air Transport», 2000. www.atag.org [Mimeo].
- BRUECKNER, J. K. «Airport Congestion when Carriers Have Market Power». *American Economic Review* 92, 5, 2002a: 1357-1375.
- . «Internalization of Airport Congestion». *Journal of Air Transport Management* 8, 2002b: 141-147.
- . «Internalization of Airport Congestion: a Network Analysis». Institute of Government and Public Affairs. University of Illinois at Urbana-Champaign, 2003 [Mimeo].
- CARLIN, A., y R. E. PARK. «Marginal Cost Pricing of Airport Runway Capacity». *American Economic Review* 60, 1970: 310-319.
- DANIEL, J. I. «Congestion Pricing and Capacity of Large Hub airports: a Bottleneck Model with Stochastic Queues». *Econometrica* 63, 1995: 327-370.

- DANIEL, J. I. «Distributional Consequences of Airport Congestion Pricing». *Journal of Urban Economics* 50, 2001: 230-258.
- DANIEL, J. I. y M. PAWHA. «Comparison of three Empirical Models of Airport Congestion». *Journal of Urban Economics* 47, 2000: 1-38.
- EUROCONTROL. «Special Performance Review Report on Delays». *Performance Review Commission*. PRR2, Bruselas (noviembre 1999).
- . «Delays to Air Transport in Europe. Annual Report». *Central Office for Delay Analysis (CODA)*. Bruselas, 2002.
- FISHER, J. B. «Managing Demand to Reduce Airport Congestion and Delays». *Transportation Research Record* 1218, 1989: 1-10.
- HANSEN, M. «Micro-level Analysis of Airport Delay Externalities Using Deterministic Queuing Models: a Case Study». *Journal of Air Transport Management* 8, 2002: 73-87.
- JANIC, M., y R. SLOUGH. «Congestion Charging at Airports: Dealing with and Inherent Complexity». *ERSA-STELLA*, 2003 [Mimeo].
- LEVINE, M. E. «Landing Fees and the Airport Congestion Problem». *Journal of Law and Economics* 12, 1969: 79-108.
- MOHRING, H. y M. HARWITZ. *Highway benefits: an analytical framework*. Northwestern University Press, 1962.
- MORRISON, S. A. «Estimation of Long-run Prices and Investment levels for Airport Runways». *Research in Transportation Economics* 1, 1983: 103-130.
- . «The Equity and Efficiency of runway Pricing». *Journal of Public Economics* 34, 1987: 45-60.
- . y C. WINSTON. «Enhancing the Performance of the Deregulated air transportation System». *Brookings Papers on Economic Affairs, Microeconomics* 1, 1989: 61-123.
- NASH, C., y T. SAMSON. «Calculating Transport Congestion and Scarcity Costs». *Final Report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging*. Bruselas: European Commission, 1999.
- NEWELL, G. F. «Airport Capacity and Delays». *Transportation Science* 13, 3, 1979: 201-241.
- OUM, T. H., y Y. ZHANG. «Airport Pricing: Congestion Tolls, Lumpy Investment and Cost Recovery». *Journal of Public Economics* 43, 1990: 353-374.
- PELS, E. y E. T. VERHOEF. «The Economics of Airport Congestion Pricing». Discussion Paper TI 2003-083/3. Amsterdam: Tinbergen Institute, 2003.
- QUINET, E. «Full Social Cost of Transportation in Europe». En D. L. Greene, D. W. Jones y M. A. Delucchi, eds. *The Full Costs and Benefits of Transportation*. Londres: Springer, 1997.
- RAFFARIN, M. «Congestion in European Airspace: a Pricing Solution?». *Journal of Transport Economics and Policy* 38, 2004: 109-126.
- REYNOLDS-FEIGHAN, A. y K. J. BUTTON. «An Assessment of the Capacity and Congestion Levels at European Airports». *Journal of Air Transport Management* 5, 1999: 113-134.
- STARKIE, D. «Allocating Airport Slots: A role for the Market?». *Journal of Air Transport Management* 4, 1998: 111-116.
- STIGLITZ, J. E. «The Private Uses of Public interests: Incentives and Institutions». *Journal of Economic Perspectives* 12, 1998: 3-22.
- STROTZ, R. «Urban Transportation Parables». En J. Margolis, ed. *The public economy of urban communities, resources for the future*. Washington DC, 1965.
- VICKREY W. «Pricing in Urban and Suburban Transportation». *American Economic Review (Papers and Proceedings)* 53, 1963: 452-465.
- WALTERS, A. «The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion». *Econometrica* 29, 1961: 676-699.
- WOLF, H. «Airport Regulation: Tackling Congestion and Environmental Problems». *Documento de Trabajo*. Núm. 876. Kiel: Institut für Weltwirtschaft, 1998.

7. Conclusiones

A lo largo de los últimos años el análisis económico de las infraestructuras y servicios de transporte ha ido ganando importancia de manera gradual en el diseño y la aplicación de la política de transporte en Europa. Este cambio ha estado motivado por la concurrencia de varios factores: mayor sensibilización de la opinión pública con respecto a situaciones de posición dominante en algunas actividades de transporte, creciente dificultad por parte de los gobiernos nacionales y locales para hacer frente a los déficit de explotación de numerosas empresas públicas en este sector, e incluso una mayor preocupación sobre la repercusión sobre el bienestar social de externalidades como los accidentes, la contaminación o la congestión. Frente a una visión estrictamente técnica de estos problemas, la política de transporte europea ha ido incorporando otro tipo de aproximación en la que el análisis económico proporciona criterios de actuación pública sobre problemas de asignación de recursos que han demostrado su utilidad en otras actividades económicas.

Idealmente, las autoridades europeas en materia de transporte deberían guiarse por los principios económicos de defensa de la competencia, internalización de las externalidades y expansión de la capacidad con criterios de eficiencia, aplicándolos con equidad, pero procurando una mínima interferencia en las decisiones de usuarios y empresas. Frente a esta referencia, podemos comprobar cómo en la actualidad la política comunitaria se debate entre la aplicación de estos principios —intentando que cada modo de transporte pague por las externalidades que ocasiona al conjunto de la sociedad y cofinanciando los proyectos cuyos beneficios netos esperados son positivos— y una visión más apriorística e influida por la inercia de años anteriores, en la que la *revitalización* del ferrocarril y el apoyo del transporte marítimo frente a la carretera ocupan el lugar central.

Esta tensión permite augurar que el contenido de la política de transporte europea en los próximos años no dependerá exclusivamente de lo que la buena práctica económica aconseja. Otros elementos serán tan decisivos o más; entre ellos, la búsqueda de mayor equidad, el peso de los intereses nacionales y de los grupos de interés organizados; e indudablemente, la aceptabilidad política de las medidas aplicables. Todos estos factores influirán en la configuración final de la nueva normativa comunitaria, pero sin duda alguna el análisis económico de los problemas y de las soluciones posibles ocupará también un lugar destacado en el diseño de la regulación en materia de transporte de la Comisión Europea.

Los trabajos de investigación que contiene este libro comparten la motivación de analizar la política de transporte europea desde una perspectiva económica y de sugerir líneas de actuación que podrían contribuir a una mejora en la asignación de los recursos. Se trata básicamente de aplicaciones del análisis económico a diferentes industrias de transporte o a problemas específicos con efectos significativos sobre el nivel de vida de los ciudadanos. Algunas conclusiones generales de los mismos son las siguientes:

- La política de transporte comunitaria ha cambiado su énfasis, pasando de una preocupación inicial por la liberalización de los mercados a una búsqueda de mecanismos para reducir los efectos negativos del transporte, como la congestión, accidentes y contaminación. Las últimas iniciativas parecen orientarse hacia una potenciación del ferrocarril y el transporte marítimo en detrimento de la carretera, y al mismo tiempo tratar de hacer compatible esta política con el principio de libertad de elección del usuario.
- Mantener la libertad de elección del usuario y la competencia intermodal e intramodal, la internalización de las externalidades y el que cada modo de transporte pague sus costes es un reto al que la Comisión Europea tendrá que hacer frente en el futuro inmediato. Si las restricciones institucionales y la falta de consenso entre los Estados miembros impiden a la Comisión avanzar en esta línea, la alternativa de forzar la redistribución de tráfico a favor del ferrocarril o del transporte marítimo mediante inversiones públicas y decisiones políticas hará

que el coste del transporte se eleve sin que existan garantías de conseguir un cambio significativo en la distribución de los tráfico.

- A pesar de que los problemas de desajuste entre oferta y demanda han creado severos problemas de congestión y que las externalidades, en general, ocupan un lugar central en la discusión de la política de transporte en el presente, la defensa de la competencia y su estímulo en los mercados comunitarios debe seguir siendo un ingrediente esencial de dicha política, especialmente en un contexto en el que la reorganización de la industria con fusiones y aumento de la participación privada en las infraestructuras incrementa el riesgo de monopolización.
- La industria de transporte aéreo está atravesando un proceso de consolidación cuyos resultados y dirección definitivos son todavía inciertos, aunque apuntan hacia la creación de unas pocas empresas de gran tamaño que dominen la mayoría de las rutas principales. La existencia de rendimientos a escala justifica estas fusiones, ya que las compañías europeas podrían situarse en mejor posición en los mercados internacionales y los usuarios europeos beneficiarse de tarifas más bajas, mayores frecuencias y redes más densas; no obstante, las autoridades comunitarias deberán intensificar la defensa de la competencia y de los derechos de los usuarios ante el riesgo de abuso de posición dominante.
- Los puertos han estado casi ausentes de la política de transporte europea a pesar de que un examen de las actividades que en ellos se desarrollan muestra que, bajo el nombre genérico de *puerto*, coexisten actividades diversas que no tienen por qué ser tratadas de manera diferente a otras industrias que operan en mercados competitivos. La provisión de capacidad portuaria y su explotación seguirán sometidas a diferentes combinaciones de control público y participación privada en los próximos años. Por ello es interesante medir cuál es el grado de eficiencia con el que trabajan los puertos comunitarios y, aunque los datos disponibles actualmente dificultan obtener conclusiones definitivas, en este libro se ha mostrado la metodología para realizar la comparación entre puertos con la información de un grupo de autoridades portuarias.

- Finalmente, también se ha analizado el problema de la congestión aeroportuaria, tipificando el comportamiento de los retrasos y modelizando la congestión aérea. La congestión en los aeropuertos difiere de la que se produce en las carreteras y su tratamiento no puede asimilarse a las propuestas que existen para esta última. El coste marginal de retrasar un vuelo depende de la actividad que hay en la franja horaria donde se produce el retraso y de la actividad de la franja horaria siguiente, lo que no coincide con el problema convencional de tarificación óptima con congestión en horas punta. El análisis económico de la congestión aérea y la aplicación empírica al caso del aeropuerto de Madrid-Barajas permite proponer la introducción de tasas de congestión no asociadas a las horas punta, sino al agente que produce la congestión, incluido el propio aeropuerto. Se trata de tasas para internalizar el coste externo que el aeropuerto o la compañía aérea impone a las demás compañías y a los usuarios con sus acciones. En resumen, el sistema actual incentiva un comportamiento de reducción de costes propios que no tiene en cuenta los costes de congestión que se imponen a los demás agentes. La solución consiste en estimar los costes marginales de la congestión y que los agentes que provocan los retrasos sepan que han de pagar dichos costes. La congestión se reduciría hasta el nivel socialmente óptimo.

Índice de cuadros

CUADRO 2.1.	Líneas generales de actuación de la política de transporte comunitaria	34
CUADRO 2.2.	Instrumentos para la aplicación de precios eficientes	43
CUADRO 3.1.	Contenido de las medidas desreguladoras	57
CUADRO 3.2.	Contenido de los tres paquetes de medidas desreguladoras	58
CUADRO 3.3.	Estimación de funciones de costes flexibles en la industria aérea	71
CUADRO 3.4.	Características de la producción de las empresas seleccionadas (1998)	78
CUADRO 3.5.	Composición de las alianzas principales	82
CUADRO 3.6.	Resultados de la estimación de la función de coste variable translog	88
CUADRO 3.7.	Economías de escala, de densidad y complementariedad de productos	91
CUADRO 3.8.	Ineficiencia relativa entre empresas	92
CUADRO 3.9.	Características de las operaciones de Southwest	102
CUADRO 3.10.	Costes medios de EasyJet y British Midland (1998)	104
CUADRO 3.11.	Costes e ingresos medios de las líneas aéreas de 2000	108
CUADRO 4.1.	Competencia en rutas directas en Europa (julio de 2000)	129
CUADRO 4.2.	Índices de concentración tradicionales	131
CUADRO 4.A.1.	Evolución de la concentración agregada analizada sobre la ruta	155
CUADRO 4.A.2.	Evolución del permanente de las matrices origen-destino por compañía y año	156
CUADRO 4.A.3.	Norma de Frobenius de las matrices origen-destino por compañía y año	157
CUADRO 4.A.4.	Evolución de la concentración de la red	158
CUADRO 4.A.5.	Evolución de la concentración de la red	158

CUADRO 4.A.6.	Evolución de la concentración de la red	159
CUADRO 5.1.	Servicios portuarios	167
CUADRO 5.2.	Política europea de puertos	171
CUADRO 5.3.	Medidas de fomento del transporte marítimo de corta distancia	182
CUADRO 5.4.	Evolución del tráfico de contenedores. Principales puertos europeos	192
CUADRO 5.5.	Mercancías transportadas. Reparto modal. Unión Europea	194
CUADRO 5.6.	Mercancías transportadas. Cambio medio anual. Unión Europea	195
CUADRO 5.7.	Inversión total en infraestructuras TEN-T de la UE-15. Período 1998-2001	196
CUADRO 5.8.	Valor de los bienes transportados. Tráfico cabotaje. Unión Europea	196
CUADRO 5.9.	Estadística descriptiva de las variables de la muestra. Puertos europeos	214
CUADRO 5.10.	Parámetros estimados. Función de distancia. Puertos europeos	215
CUADRO 5.11.	Participación de los puertos de la muestra en el total español. Tipos de tráfico (2002)	218
CUADRO 5.12.	Parámetros estimados. Función de distancia. Puertos españoles	222
CUADRO 5.13.	Cambio técnico. Puertos españoles	223
CUADRO 5.14.	Evolución de la eficiencia técnica por períodos. Puertos españoles (1990-2002)	224
CUADRO 6.1.	Costes totales de congestión por aeropuerto	254
CUADRO 6.2.	Costes medios de congestión por aeropuerto	255
CUADRO 6.3.	Vuelos retrasados	269
CUADRO 6.4.	Vuelos retrasados	270
CUADRO 6.5.	Retrasos en salidas	284
CUADRO 6.6.	Retrasos en salidas. Estimación SURE	285
CUADRO 6.7.	Retrasos en llegadas	286
CUADRO 6.8.	Retrasos en salidas. Estimación SURE	287
CUADRO 6.9.	Resumen costes marginales de congestión aérea	290
CUADRO 6.10.	Evaluación de los costes externos	308

Índice de esquemas y gráficos

ESQUEMA 4.1.	Aproximación entre ciudades de la medición de concentración	133
ESQUEMA 4.2.	Aproximación por compañía aérea para medir el nivel de concentración	138
ESQUEMA 6.1.	Esquema de retrasos de vuelos	245
GRÁFICO 3.1.	Producción 10.000 pasajeros-kilómetro	79
GRÁFICO 3.2.	Media coste variable medio pasajeros-kilómetro	79
GRÁFICO 3.3.	Media coste medio personal	80
GRÁFICO 3.4.	Media productividad por empleado	81
GRÁFICO 3.5.	Productividad de aviones	82
GRÁFICO 3.6.	Número de pasajeros transportados en 2002	98
GRÁFICO 5.1.	Función de distancia orientada al <i>output</i>	203
GRÁFICO 6.1.	Congestión y escasez en aeropuertos	240
GRÁFICO 6.2.	Diferencias entre estadísticas de retrasos	247
GRÁFICO 6.3.	Evolución de los costes de congestión aeroportuaria	256
GRÁFICO 6.4.a.	Costes de congestión y actividad por aeropuertos	258
GRÁFICO 6.4.b.	Costes de congestión y actividad por aeropuertos	260
GRÁFICO 6.4.c.	Costes de congestión y actividad por aeropuertos	261
GRÁFICO 6.5.	Actividad diaria en el aeropuerto de Barajas	265
GRÁFICO 6.6.	Actividad de salidas por franjas horarias. Vuelos operados por franjas horarias	266
GRÁFICO 6.7.	Retrasos en salidas de vuelos (>15 minutos)	269
GRÁFICO 6.8.	Retrasos en llegadas de vuelos (>15 minutos)	270
GRÁFICO 6.9.	Retrasos por franjas horarias	271
GRÁFICO 6.10.	Retrasos Grupo Iberia y resto de aerolíneas	273
GRÁFICO 6.11.	Retrasos del Grupo Iberia. Comparación mayo de 2002 y 2003. Número de vuelos retrasados por franjas	275

GRÁFICO 6.12.	Retrasos de otras aerolíneas. Comparación mayo de 2002 y 2003. Número de vuelos retrasados por franjas	276
GRÁFICO 6.13.	Tiempos medios de retraso por franjas horarias. Mayo de 2003	278
GRÁFICO 6.14.	Grupo Iberia y otras aerolíneas. Mayo de 2003. Tiempos medios de retraso por franjas horarias	279
GRÁFICO 6.15.	Grupo Iberia-Spanair-Air Europa. Mayo de 2003. Comparación de tiempos medios de retraso	282
GRÁFICO 6.16.	Estimación de costes marginales de congestión. Mayo de 2003	289

Índice analítico

- actividad portuaria, 200, 213, 217, 218, 220
acuerdos bilaterales, 121, 145
adquisiciones, 90, 105
AEA, 70, 246, 247, 253
aerolíneas, 40, 56, 83, 101, 121, 122, 123, 124,
128, 129, 136, 151, 231, 234, 236, 237, 239,
241, 242, 246, 248, 249, 250, 253, 256, 263,
264, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274,
276, 277, 278, 279, 280, 281, 284, 285, 286,
287, 288, 289, 290, 299, 300, 301, 302, 303,
304, 305, 306, 307, 309, 310, 311, 313, 314,
315, 323, 324
Aeromexico, 82
Air Canada, 82, 108
— France, 59, 78, 82, 83, 101, 108, 123, 126, 143,
147, 148, 149, 150, 156, 158, 159, 2360
— Lingus, 105
— New Zealand, 82
alianzas, 38, 53, 81, 82, 83, 94, 101, 111, 116, 117,
123, 126, 150, 151, 238, 321
Alitalia, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 88, 92, 143, 148,
152, 156, 157, 158, 159, 236
American Airlines, 82, 236
Amsterdam, 61, 98, 99, 143, 147, 171, 210, 212,
254, 255, 261
ANA, 82
análisis coste-beneficio, 35, 44, 63
Asian Airlines, 82
asistencia en tierra, 67
ATC, 234, 243
ATENCO, 188
Austrian, 82
autoasistencia, 175, 177
autofinanciación, 188, 190
autopistas del mar, 174, 176, 177, 179, 182, 183,
184, 185, 197, 226
autoridades portuarias, 10, 18, 165, 166, 168, 175,
177, 188, 189, 190, 198, 199, 200, 201, 204,
205, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216,
217, 219, 220, 221, 224, 225, 226, 227, 319
avituallamiento, 213, 219
barreras a la entrada, 15
— legales, 16
Basiq Air, 95, 97
BMI, 82
Bmibaby, 95, 97, 98, 105
British Airways, 59, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 88, 92,
105, 107, 108, 115, 143, 147, 148, 149, 156,
157, 158, 159, 236, 252
— Midland, 77, 78, 79, 80, 81, 92, 104, 105, 106,
107, 321
Buzz, 98, 105
cabotaje, 56, 57, 58, 60, 78, 121, 169, 171, 172,
176, 177, 179, 181, 182, 183, 184, 191, 193,
194, 195, 196, 197, 221, 322
calidad, 24, 34, 48, 49, 56, 110, 112, 124, 133, 135,
136, 188, 249, 250
cambio estructural, 57, 96, 174
cambio técnico, 211, 221, 223, 322
cambio tecnológico, 216, 211
capacidad, 29, 31, 39, 41, 46, 49, 56, 58, 59, 60, 66,
69, 85, 86, 92, 97, 100, 108, 109, 111, 116, 121,
143, 150, 180, 188, 192, 201, 205, 211, 232,
233, 235, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244,
272, 292, 295, 296, 297, 299, 300, 301, 302,
303, 306, 314, 315, 317, 319
Cathay Pacific, 82, 108
centro de distribución, 212
centro-radial, 31, 54, 94, 95, 100, 101, 110, 127,
128
cielo único europeo, 8, 61, 62
Cobb-Douglas, 69, 211, 214
códigos compartidos, 83
comercialización, 167

Comisión Europea, 16, 18, 23, 31, 32, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 46, 48, 50, 51, 60, 61, 93, 121, 122, 123, 128, 129, 165, 166, 169, 173, 176, 179, 183, 188, 192, 193, 198, 232, 233, 251, 298, 318

Compañías aéreas, 28, 48, 53, 57, 59, 61, 77, 85, 94, 99, 103, 114, 124, 125, 129, 133, 135, 136, 137, 140, 142, 143, 144, 145, 147, 154, 231, 238, 244, 248, 252, 253, 283, 300, 311, 314, 315

— de bajo coste, 8, 17, 54, 55, 93, 99, 101, 105, 298

— tradicionales, 8, 100, 129

— chárter, 15 98

compañías de bandera, 47 59 94 111, 114 123, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 236,

competencia intermodal, 15, 45, 318

— leal, 33,34,175

complementariedad de costes, 53, 90, 115

concesiones, 15, 38, 49, 177, 186,190, 191, 205

conexiones, 31, 44, 54, 59, 60, 95, 99, 102, 105, 106, 126, 139, 181, 184

congestión, 10, 11, 13, 16, 18, 24, 29, 41, 42, 43, 44, 45, 150, 169, 172, 176, 177, 183, 184, 193, 194, 195, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 248, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 280, 281, 287, 288, 289, 290 ,291, 298, 299, 301, 302, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 313, 314, 315, 317, 318, 320, 322, 323, 324

consignatarios, 199

contenedores, 28, 163, 164, 180, 181, 192, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 221, 227, 322

Continental, 82, 108, 178, 220

controladores, 294

corto plazo, 42, 43, 46, 55, 63, 65, 66, 71, 74, 124, 128, 239

coste de oportunidad, 36, 46, 251

coste generalizado de viaje, 249

— marginal, 10, 29, 42, 45, 46, 50, 70, 90, 241, 249, 263, 288, 289, 290, 291, 299, 300, 304, 306, 309, 310, 314, 320

— marginal social, 29, 30, 40, 42, 47, 306

— total, 65, 71, 73, 74, 84, 306, 313, 314

— variable, 8, 17, 55, 65, 66, 71, 74, 75, 79, 80, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 115, 321, 323

costes de congestión, 10, 11, 231, 239, 240, 248, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 261, 262, 301, 306, 307, 308, 310, 311, 314, 320, 323

— directos, 107, 231, 248, 252, 253

— de escasez, 239

— hundidos, 39, 109

— indirectos, 231, 248, 252

— marginales, 30,42,46, 74, 90, 237, 281, 283, 289, 290, 291, 304, 306, 313, 315, 320, 322, 324

— de oportunidad, 231, 239, 248, 252, 253, 302

— de transacción, 41

— de transporte, 31, 32, 69

crecimiento económico, 16, 24, 26, 31

CSA airlines, 82

cuenta de escala, 200

Debonair, 105

Delta Airlines, 78, 82, 103, 108, 236

densidad, 8, 17, 45, 53, 55, 70, 72, 75, 76, 90, 91, 100, 102, 106, 115, 126, 127, 128, 137, 143, 144, 321

desarrollo tecnológico, 163, 182

desregulación, 18, 23, 26, 34, 35, 36, 37, 55, 56, 94, 121, 122, 123, 124, 165, 168

Directiva Europea sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios, 171

— portuaria, 9 173

dumping, 58

duopolio, 113,129

EasyJet, 97, 98, 99, 104, 105, 106, 107, 108, 144, 147, 148, 151, 156, 157, 158, 159, 321

EATCHIP, 293

EATMP, 293, 294

ECAC, 292, 293, 295

economías de alcance, 197, 198

— de densidad, 8, 75, 76, 91, 100, 196

— de escala, 8, 17, 21, 31, 32, 53, 55, 66, 70, 72, 73, 79, 90, 91, 94, 115, 126, 127, 141, 321

efectos de red, 7, 27, 30, 31, 37, 43, 44, 132, 312

— externos, 22, 242, 300, 306

— medioambientales, 8, 61

— temporales, 220, 221

eficacia, 26, 183

eficiencia técnica, 202, 208, 211, 215, 216, 224, 322

elasticidad, 69, 70, 73, 75, 76, 77, 87

energía, 39, 64, 82, 85, 167, 188, 193

equidad, 15, 36, 48, 50, 317, 318
 escasez, 10, 239, 240, 242, 323
 espacio aéreo, 11, 56, 59, 62, 63, 145, 150, 234, 235, 244, 245, 247, 292, 293, 294, 295, 296, 297
 — Económico Europeo, 128
 ESPO (European Sea Ports Organisation), 169, 186, 194
 Estados Unidos, 18, 23, 38, 53, 55, 58, 94, 101, 103, 116, 122, 188, 231, 235, 236, 237, 238
 estrategias competitivas, 18, 123, 124, 143, 150
 estructura centro-radial, 54, 95, 128
 Eurocontrol, 231, 233, 246, 247, 251, 252, 253, 263, 288, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298
 Eurostat, 29, 143, 212
 exceso de demanda, 240, 241, 242
 externalidades, 7, 16, 17, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 37, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 61, 128, 233, 234, 298, 305, 308, 317, 318, 319
 fiabilidad, 34, 36, 163, 195, 198, 231, 249, 250, 251, 252
 financiación, 35, 47, 50, 168, 174, 175, 176, 178, 179, 185, 186, 187, 188, 190, 226,
 Finnair, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 88, 92, 148, 156, 157, 158, 159
 fondo de compensación, 190
 forma funcional, 8, 55, 63, 64, 69, 70, 71, 205, 214
 forma funcional flexible, 69, 70
 franjas horarias, 61, 239, 263, 264, 266, 270, 271, 272, 273, 274, 277, 278, 279, 283, 288, 290, 297, 298, 300, 303, 314, 323, 324
 frontera tecnológica, 203
 fronteras estocásticas, 214
 función de bienestar social, 305, 306
 — de costes, 8, 29, 55, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 84, 85, 86, 89, 302
 — Cobb-Douglas, 211, 214
 — cuadrática, 70
 — de distancia, 10, 18, 166, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 212, 214, 215, 221, 222, 223, 226, 322, 323
 — translogarítmica, 69, 73, 84, 211
 funciones hedónicas, 68, 75
 fusiones, 16, 34, 83, 90, 91, 101, 105, 111, 116, 123, 126, 150, 151, 319
 Germanwings, 95, 98
 gestión portuaria, 164, 168
 Go, 97, 98, 105, 117
 grandfather rights, 136, 239
 granel líquido, 213, 217, 218, 219, 220, 222
 — sólido, 213, 217, 219
 Grupo Iberia, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274, 275, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 287, 288, 289, 290, 323, 324
 handling, 54, 95, 104, 107, 123, 126
 Happag Loyd, 95
 heteroscedasticidad, 87
 hinterland, 163,
 hub-and-spoke, 31, 115, 116, 127, 128, 138, 139, 141, 147, 151, 156,
 Hubs, 28, 31, 127, 129, 141, 149, 236, 237
 IATA, 77, 96
 Iberia, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 88, 92, 143, 147, 148, 149, 156, 157, 158, 159, 236, 264, 268, 274, 275, 277, 280, 281, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 290, 291, 305
 ICAO, 142
 índice de contenerización, 200, 212, 213, 214
 — de entropía, 131, 135, 146
 — de Gini, 9, 140, 141, 144, 148, 158, 159
 — de Herfindalh, 134
 índices de concentración, 9, 18, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 145, 146, 321
 industria multiproducto, 126
 ineficiencia, 92, 201, 207, 216, 321
 Informe Kapteyn, 170
 — Seefeld, 170
 — Seifriz, 170
 infraestructuras, 7, 13, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 100, 164, 165, 166, 168, 172, 173, 174, 175, 185, 186, 187, 189, 195, 196, 208, 226, 232, 234, 236, 238, 242, 296, 298, 312, 313, 317, 319, 322
 input, 26, 202, 203
 instalaciones portuarias, 163, 164, 189, 190
 intermodalidad, 165, 174, 177, 181, 183
 Internalización, 11, 48, 284, 287, 288, 290, 307, 308, 310, 317, 318
 KLM, 59, 82, 83, 101, 105, 107, 108, 123, 126, 143, 147, 148, 149, 150, 156, 157, 158, 159, 236
 Korean air, 82

- Lan Chile, 82
- largo plazo, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 61, 63, 65, 66, 71, 73, 74, 112, 115, 121, 124, 150
- Lema de Shephard, 70, 84, 87
- Leontieff, 69
- liberalización, 16, 17, 21, 22, 23, 37, 41, 46, 48, 55, 59, 94, 115, 121, 122, 123, 126, 128, 129, 149, 150, 151, 165, 167, 168, 169, 174, 186, 191, 221, 226, 318
- Libro Blanco, 23, 32, 33, 42, 171, 172, 174, 176, 183
- — sobre el futuro desarrollo de la Política Común de Transporte, 170
- Libro Verde, 35, 41, 171, 174, 226
- — sobre los puertos y las infraestructuras marítimas, 171, 173, 226
- líneas de alta velocidad, 31
- Lite, 95, 98
- Lufthansa, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 88, 92, 107, 108, 123, 126, 143, 147, 148, 149, 156, 157, 158, 159, 236, 252
- mantenimiento, 39, 67, 104, 107, 292
- Marco Polo, 182, 183, 184, 197, 226
- marketing, 83, 114, 116
- matriz origen-destino, 9, 137, 138, 144, 146
- mercado pugnable, 23
- Único, 23, 32, 33, 34, 44, 48, 50, 172
- mercados domésticos, 54, 114, 136
- mercancía general, 213, 217, 219
- Mexicana, 82
- monopolio, 21, 22, 23, 37, 49, 55, 113, 129, 167, 169, 237
- multimodalidad, 179, 180, 226
- multiproducción, 55
- MyTravel, 95, 98
- Norma de Frobenius, 139, 147, 154, 157, 321
- Northwest, 82, 108
- OACI, 62, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 106, 291, 297
- Oneworld, 81, 82, 83
- panel de datos, 84, 208, 211, 217
- paquetes liberalizadores, 144, 146, 152
- paramétricas, 84
- Parlamento Europeo, 22, 62, 63, 170, 171, 173, 174, 175, 177, 179, 184, 190
- pasajeros-kilómetro, 67, 79, 83, 85, 323
- peak-pricing, 291, 298
- Pigou, 29, 233
- Política Común de Transportes, 22, 170
- — Comunitaria, 7, 23, 32, 37, 232, 299, 311, 313, 317
- — Europea, 7, 36, 55, 170, 171
- — de Puertos, 170, 171, 322
- — portuaria, 9, 18, 165, 166, 178, 190, 191
- — común, 166, 169, 170, 172, 176, 179, 226
- practicaje, 167, 172, 174, 199
- precio de equilibrio, 241, 242, 301
- privatización, 40, 94, 115, 165, 167, 168, 236
- proceso productivo, 64, 68, 89, 103
- procesos multiproductivos, 204
- producción conjunta, 127
- productividad, 80, 81, 82, 84, 103, 104, 114, 115, 180, 200, 201, 323
- programas de viajero frecuente, 54, 95
- progreso tecnológico, 221, 224
- puertos, 9, 10, 27, 28, 31, 44, 45, 49, 163, 164, 165, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 205, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 226, 227, 319, 322
- del Estado, 189, 190, 191, 216
- de interés general, 189, 190, 210
- Qantas, 82
- Quinta libertad, 58
- railtrack, 40
- red multimodal, 174, 176, 226
- Transeuropea de Transporte, 171, 173, 174, 184, 197
- refinerías, 218, 220, 224
- regulación portuaria, 166, 216
- de precios, 310
- rendimientos crecientes a escala, 73, 126
- a escala, 70, 73, 111, 117, 319
- restricciones a la entrada, 21
- riesgo, 43, 47, 50, 61, 319
- Ryanair, 97, 98, 99, 100, 104, 105, 108
- Sabena, 61, 143, 152, 156, 157, 158, 159
- SAS, 77, 78, 79, 80, 82, 88, 92, 143, 156, 157, 158, 159

second best, 46, 50
 seguridad, 23, 33, 34, 35, 41, 48, 60, 62, 163, 171, 172, 180, 188, 189, 193, 195, 199, 249, 295
 — marítima, 179, 186, 188
 separación vertical, 28, 387, 39
 servicios portuarios, 9, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 186, 188, 191, 197, 199, 205, 225, 226, 322
 Singapore Airlines, 82
 sistema portuario, 9, 10, 165, 166, 179, 189, 190, 191, 197, 198, 204, 208, 209, 210, 211, 216
 Skyteam, 81, 82
 slot, 240, 243, 245, 300, 306, 309, 310, 311, 314
 slots, 54, 56, 61, 82, 116, 129, 136, 150, 232, 239, 240, 299, 300, 303, 309, 310
 sociedades estatales de estiba y desestiba, 190
 Southwest, 94, 102, 103, 104, 105, 108, 329
 Spanair, 82, 83, 143, 147, 148, 156, 157, 158, 159, 280, 281, 282, 324
 Stansted, 98
 Star, 81, 82, 83
 stock de capital, 85, 86, 88
 subsidios cruzados, 129, 225
 subvenciones, 167, 168, 187, 190, 225
 — cruzadas, 15
 superestructura, 168, 191
 superficie terrestre, 219
 SURE, 84, 284, 285, 286, 287, 322
 tarifas de aterrizaje, 235, 237
 tarificación, 16, 23, 24, 34, 35, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 50, 175, 179, 187, 188, 226, 234, 236, 237, 241, 296, 297, 312, 315, 320
 tasas por congestión, 11, 237, 310, 311
 TEN-T, 44, 45, 170, 171, 174, 176, 180, 196, 197, 226, 322
 terminales, 28, 126, 164, 165, 167, 243, 314
 terminales portuarias, 200
 tráfico aéreo, 28, 62, 63, 96, 231, 232, 234, 235, 237, 238, 243, 244, 246, 253, 261, 274, 280, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298
 — de cabotaje, 171, 176, 177, 179, 181, 182, 183, 184, 196
 — de contenedores, 163, 192, 216, 217, 221, 227, 322
 — local, 219, 293
 — marítimo, 163, 180, 189, 194, 197
 — — marítimo de corta distancia, 176, 179, 181, 193, 226
 translog, 69, 86, 88, 89, 90, 205, 321
 transporte aéreo, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 21, 23, 26, 27, 30, 31, 38, 40, 49, 53, 55, 56, 57, 61, 63, 64, 66, 67, 70, 84, 94, 95, 96, 99, 101, 109, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 130, 132, 133, 135, 136, 142, 146, 149, 150, 151, 152, 220, 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 243, 253, 274, 291, 292, 293, 296, 297, 298, 299, 311, 312, 319
 Tratado de Maastricht, 23, 32, 44, 171, 172, 173
 Tratado de Roma, 22, 32, 33, 34, 36, 169, 170, 171, 172, 225
 United Airlines, 236
 valor del tiempo, 248, 249, 250, 252, 301, 312

Nota sobre los autores

JAVIER CAMPOS MÉNDEZ es doctor en Economía y profesor titular de Economía Industrial en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Se ha formado en la London School of Economics y en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros. Ha trabajado como consultor para el Banco Mundial en proyectos de desregulación ferroviaria en Perú, México, Argentina, Bolivia y Brasil. Ha realizado varios trabajos similares para la Comisión Europea y el Ministerio de Fomento.

GINÉS DE RUS MENDOZA, doctor en Economía por la Universidad de Leeds (Reino Unido) es catedrático de Economía Aplicada de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y director del grupo de investigación en Economía de las Infraestructuras y el Transporte (EIT). Actualmente es profesor de Análisis Coste-Beneficio en el Máster de Economía Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid, donde ha sido director del Máster en Economía del Transporte. Ha trabajado como consultor, entre otros organismos, para la Comisión Europea, el Banco Europeo de Inversiones, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo. En la actualidad, es miembro del consejo editorial de *Journal of Transport Economics and Policy* y *Journal of Air Transport Management*.

MARÍA MANUELA GONZÁLEZ SERRANO es doctora en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ha actuado como asesora del Banco Mundial y diversos organismos y administraciones públicas en España. Sus líneas de investigación incluyen teoría de costes y producción: eficiencia y productividad, regulación y desregulación de infraestructuras. Recientemente ha publicado artículos en la revista *World Development*.

JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ es licenciado y doctor en Economía por la Universidad de Alicante y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, respectivamente. Sus áreas de investigación son la econometría, economía del transporte y la macroeconomía.

GUSTAVO NOMBELA MERCHÁN es doctor en Economía por la London School of Economics. En la actualidad, es profesor de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, investigador del EIT y miembro del consejo editorial de la *Revista de Economía Aplicada*. Ha trabajado como consultor para el Banco Mundial y en varios proyectos de investigación de la Comisión Europea. Sus áreas de trabajo son la economía del transporte, la regulación y la privatización de empresas públicas.

MANUEL ROMERO HERNÁNDEZ es doctor en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y profesor titular en el Departamento de Análisis Económico Aplicado de dicha universidad. Máster en Economía del Transporte por la Universidad Carlos III de Madrid. Ha sido profesor visitante en la Universidad de California-Berkeley. Sus líneas de investigación se centran en la organización industrial y economía del transporte, evaluación económica, análisis de eficiencia y estimación de funciones de producción y costes.

BEATRIZ TOVAR DE LA FE es doctora en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y MSc In International Economy por el Instituto de Economía Mundial de Kiel (Alemania). Sus principales líneas de investigación son: economía industrial aplicada, regulación-desregulación de infraestructuras y teoría de costes y producción: eficiencia y productividad.

LOURDES TRUJILLO CASTELLANO es doctora en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ha sido consultora en organismos de la administración española, la Comisión Europea, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y el Banco Mundial. Sus áreas de investigación son: teoría de precios, medidas de eficiencia, predicción de demanda y diseño de contratos de regulación. Ha publicado en *Transportation*, *World Development*, *Transport Policy* y *Utility Policy*.