

Liberalización, efectos en los servicios ferroviarios: el caso del servicio de alta velocidad Madrid-Barcelona

Aurora E. Ruiz-Rua *

Resumen: Las Directivas Europeas, habilitan la competencia en un sector tradicionalmente organizado por monopolios nacionales. La liberalización de los servicios ferroviarios introduce la competencia entre operadores. En Europa, las formas y medidas establecidas para analizar la competencia entre operadores ferroviarios ha sido dispersa, en metodología e instrumentos. Los desarrollos basados en la Teoría de juegos y análisis de decisiones estratégicas, procedentes de la teoría económica de la organización han demostrado ser los más adecuados. En el artículo, se desarrolla, una mejora sobre estos modelos al introducir el análisis de competencia intermodal en la función de ingresos de los operadores. El modelo obtenido permite cuantificar los requisitos mínimos para que un nuevo operador no sea expulsado del mercado y pueda permanecer, la cuota mínima de mercado, en el caso del Madrid-Barcelona, se sitúa entre el 25 y 30%. Otros resultados analizados, precios de equilibrio, inversiones y beneficios de los operadores ferroviarios.

Palabras Clave: Ferrocarril, tren de Alta Velocidad, competencia, liberalización, Teoría de juegos.

JEL: L92, D4, G38, C7

* Profesora de la Universidad Camilo José Cela de Madrid, España. E-mail: aeruiz@ucjc.edu;; auroraruiiz.silaut@gmail.com

1. Introducción

El sistema Ferroviario Europeo aborda durante los años 90 una transformación fundamental que todavía no ha finalizado y que tiene como consecuencia principal la introducción de la competencia en la operación del servicio de transportes. El mayor o menor grado de competencia depende de los países y la transposición que hayan realizado de las Directivas Europeas. De esta forma, se ha reducido considerablemente la presencia de los antiguos monopolios estatales (en algunos países llega hasta la desaparición). El modelo adoptado, basado en una desagregación vertical es distinto al aplicado en otros países, tal es el caso de Australia, que presentan una desagregación geográfica pero con integración de las compañías de administración de infraestructuras y prestación de servicios ferroviarios. El modelo Europeo requiere una regulación que permita el desarrollo de la competencia en lo que se viene denominando en las economías de red como las empresas aguas abajo, que en este caso corresponden a los servicios ferroviarios de transporte.

El proceso comienza cuando la Comisión de la Unión Europea, ante la necesidad de afrontar fundamentalmente el problema económico y la paulatina pérdida de tráfico del sector ferroviario en Europa (principalmente en el transporte de mercancías), presentó en 1990 el documento, sin carácter legislativo, “Política Ferroviaria Comunitaria”. Documento base para diseñar el actual sistema ferroviario común, la separación económica, jurídica o empresarial de las áreas de infraestructura de las de operaciones, y el desarrollo de procesos de liberalización y apertura al mercado caracterizados por la incorporación de nuevos operadores.

Las propuestas de la mencionada comunicación han sido desarrolladas en varias Directivas², con carácter legislativo, que se agrupan en los denominados “Paquetes Ferroviarios”, ampliadas por otras normas y proposiciones, como por ejemplo el Libro Blanco de 2001 y los posteriores trabajos de revisión.

2 Las primeras directivas sobre el sector ferroviario: Directiva 91/440, Directivas 95/18 y 19. Primer paquete ferroviario: Directiva 2001/12, Directiva 2001/13, Directiva 2001/14. Segundo paquete ferroviario: Directiva 2004/49, Directiva 2004/50, Directiva 2004/51, Reglamento 881/2004, Directiva 2005/47. Tercer paquete Ferroviario (Octubre 2007): Directiva sobre licencias de conducción 2007/59, Directiva 2007/58 sobre los derechos de acceso a la infraestructura ferroviaria para la apertura del servicio de viajeros en 2010 (incluyendo cabotaje), Reglamento N° 1371/2007 sobre los derechos y obligaciones de los viajeros, Reglamento N°1370/2007 sobre servicios públicos de viajeros.

La incorporación y adaptación de la legislación comunitaria a la nacional compete exclusivamente a cada Estado. De esta forma, las Directivas se han ido incorporando a la legislación de los diferentes países comunitarios a un ritmo muy desigual, no respetándose en algunos casos las fechas de transposición previstas, e incluso cuando se ha producido, su aplicación no ha la esperada.

La aplicación de las Directivas Europeas ha producido principalmente dos modelos:

- Organizaciones independientes (Administrador de Infraestructura y operadores ferroviarios): Francia, Gran Bretaña, Portugal, Suecia, Dinamarca, Finlandia y Holanda, España, Etc.
- Holding que integra al administrador de infraestructuras y a la antigua empresa estatal de servicios de transportes ferroviarios de viajeros y mercancías: Alemania, Bélgica e Italia.

El principal análisis sobre los resultados de la liberalización ferroviaria llevados a cabo por la Comisión Europea se basa en la construcción de indicadores. El LIB_Index, que muestra el análisis relativo al grado de apertura del mercado del servicio de transporte de viajeros y mercancías (incluyendo a demás de los países europeos Noruega y Suiza).

El índice se compone además de otros indicadores, entre los que destaca el COM-Index mide el grado de competencia entendido este como la evolución de cuota de mercado respecto del resto de modos de transporte y la proporción de transporte ferroviario realizada por los nuevos operadores frente a las empresas establecidas. Este indicador establece un nivel óptimo de competencia a partir de los 500 puntos.

En la última actualización disponible, datos 2007, tan sólo cuatro países de 27 (incluyendo Suiza por sus acuerdos bilaterales con la UE en materia de transporte): Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda presentan un grado de liberalización “avanzado”, según el indicador LIB-Index 2007³. Tan sólo estos cuatro países han incorporado las directivas europeas a su legislación de forma completa y la competencia puede desarrollarse, los nuevos operadores ferroviarios encuentran pocas o ninguna barrera a la entrada.

3 El LIB Index se publica por primera vez en el 2002, posteriormente se ha publicado en 2004 y 2007. El indicador que nace con vocación de continuidad, tiene grandes problemas para establecer comparativas entre los distintos países europeos, por lo que ha sido modificado a lo largo de las tres versiones mencionadas. Todo ello a pesar de que el punto de partida es el mismo para todos los países europeos, las Directivas Europeas en materia de transporte ferroviario.

El incremento de la cuota de mercado del ferrocarril, que debe ser resultado de la liberalización impulsada por las Directivas Europeas no es una cuestión baladí, resulta prioritario en la consecución de las medidas especiales referentes al cambio climático, especialmente en lo que afecta a reducción de consumos energéticos y emisiones. El transporte por ferrocarril es el modo más sostenible para el transporte de viajeros y mercancías, es decir requiere un menor consumo energético y produce menos emisiones que otros modos de transporte, especialmente si la comparativa se establece con el transporte por carretera. Las emisiones medias de un tren de alta velocidad representan 45,28 toneladas de CO₂ por millón de pasajero-km (t CO₂/millón p-km), frente a las 127,54 t CO₂/millón p-km que alcanza el transporte privado (coche en ciclo interurbano).⁴ Para el transporte de mercancías el ferrocarril tiene unas emisiones de 51,35 t CO₂/millón toneladas-km, frente a los 120,17 t CO₂/millón toneladas-km del modo carretera (camión).

Existe por tanto, una necesidad clara de medir la evolución de la competencia en el sector ferroviario vinculado incluso al establecimiento de políticas y objetivos concretos relativos al cambio climático.

En el artículo que se presenta, se analiza el estudio de la competencia ferroviaria a través de los modelos que mas han aportado en los últimos años a dicho análisis (punto 2), en este punto se propone además una alternativa cuya potencialidad se basa en introducir el análisis de competencia intermodal en la función de ingresos de los operadores ferroviarios a través de una función logística o logit que muestra la cuota de mercado en cada uno de los operadores y en el resto de los modos de transporte del corredor. En el punto 3 se hace una introducción a las características específicas del caso español y en el punto 4 se lleva a cabo una aplicación al caso español en el corredor Madrid-Barcelona centrado en el servicio de alta velocidad. Los puntos 5 y 6 recogen respectivamente las conclusiones y la bibliografía.

2. Un Modelo para el Análisis de la Competencia entre Operadores Ferroviarios

La Comisión Europea presenta el análisis de la competencia ferroviaria a través de indicadores, debido a la facilidad de su uso y de sus ventajas a la

4 Datos IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

hora de establecer comparativas entre países. En su contra, el indicador que integra todo el análisis de competencia, el LIB-Index, ha sido ampliamente criticado, entre otros, por Knorr y Eichinger (2005, pag. 9) desde sus inicios.

En el análisis de la competencia de servicios ferroviarios, teniendo en cuenta que sólo se encuentra liberalizado el transporte de mercancías y los servicios de transporte de viajeros se prevén su liberalización completa para el año 2012⁵, parece necesitar técnicas de análisis o modelos que profundicen en las relaciones entre los agentes implicados: administrador de infraestructura, empresas operadoras de transporte ferroviario, empresas ya establecidas (compañías nacionales), regulador ferroviario, etc.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, la teoría de la organización industrial, utilizando como herramienta de análisis la teoría de juegos y teoría de la elección discreta, ha demostrado que permite plantear de forma sencilla un modelo de competencia entre operadores ferroviarios mejorando ampliamente los resultados y la información aportada por los indicadores.

Entre los modelos desarrollados en este ámbito cabe destacar dos grandes grupos según se basen en herramientas meramente econométricas o con contenido de análisis de estrategias-teoría de juegos:

1 - Los modelos que tienen como herramienta principal la resolución de un equilibrio parcial, perdiendo el análisis de estrategias y la interacción entre las decisiones de los distintos operadores. Entre estos modelos el análisis intramodal llevado a cabo por Ivaldi y Vibes (2008, pp. 225-262) y los modelos de estimación de las funciones de demanda, costes y simulación de diferentes formas de competencia (impacto de entrada) a través de la interacción de dichas funciones Preston, et al. (1999, pp. 77-94), Johnson y Whelan (2003), Glass (2003). En este grupo deben ser incluidos los primeros modelos desarrollados para el sector del transporte que estudian el comportamiento estratégico y las situaciones de equilibrio con bienes homogéneos Brander y Zhang (1990, pp. 567-583) y Oum, Zhang (1993, pp.171-192). Todos ellos presentan resultados por convergencia que permiten profundizar en las relaciones existentes entre los agentes pero con limitaciones en el análisis de situaciones futuras o suponen casos teóricos que sirven de punto de partida del análisis pero que necesitan ser completados a la hora de analizar los casos reales.

⁵ Directiva 2007/58/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifican la Directiva 91/440/CEE del Consejo, sobre el desarrollo de los ferrocarriles comunitarios, y la Directiva 2001/14/CE, relativa a la adjudicación de la capacidad de infraestructura ferroviaria y la aplicación de cánones por su utilización.

2 - En un segundo grupo de posibles modelos que pueden aplicarse al análisis ferroviario, tenemos aquellos que desarrollan toda la potencialidad del análisis microeconómico basado en teoría de juegos como herramienta y la definición de estrategias basadas en la teoría de la organización. Muchos de ellos además están sometidos al diseño experimental en laboratorio, lo que da una aproximación o caso piloto sobre su comportamiento en los casos reales. Entre ellos, los que analizan el acceso a la red, cuestión fundamental en la liberalización de las denominadas economías de red y básica en su aplicación al Sector Ferroviario. El punto central e dichos modelos es la asignación de capacidades, analiza por tanto de forma detallada la relación entre el administrador de infraestructuras y los operadores ferroviarios. Este análisis se lleva a cabo a través de los modelos de asignación de capacidades basados en los sistemas de subastas desarrollados principalmente a través del diseño experimental. Cox, et al. (2002, pp. 709-736) analizan los casos de competencia por el mercado y en el mercado a través de un sistema de subastas para la asignación de capacidades. Brewer y Plott (1996, pp. 857-886) desarrollan un sistema de tarificación denominado BICAP para permitir asignar de forma eficiente el derecho de uso de la infraestructura (asignación de capacidades). Otros modelos estudian exclusivamente (aislan) la asignación de capacidad Nilsson (1999, pp. 1139-1162), Isacson y Nilson (2003, pp. 351-381). Por último, en este grupo tenemos también los modelos de elección entre frecuencias y tamaño del vehículo y sus implicaciones en los costes (Rietvel, et al. 2001).

A continuación se presenta un modelo de análisis de competencia con aplicación al caso español en el que se analiza las relaciones entre los operadores ferroviarios (operador establecido y operadores nuevos posibles entrantes tras la liberalización). Este modelo puede extenderse para incluir otros agentes del sector ferroviario tal y como es el caso del trabajo de Lang, et al. (2010, pp.1-27) que incluyen al gestor de la infraestructura y las decisiones el administrador público a la hora de establecer los valores del canon de infraestructuras (el precio del surco ferroviario)⁶. El problema de un modelo más amplio es que no permite analizar en profundidad las relaciones de competencia de los operadores ferroviarios, y estas relaciones

6 El canon de infraestructuras es el elemento base de la relación entre el gestor de infraestructuras ferroviarias y el operador ferroviario. Establece el precio que el administrador establece por los servicios que presta y la calidad de la infraestructura que utiliza el operador ferroviario para prestar sus servicios de transporte.

son consideradas una de las claves para el éxito de la liberalización.

El modelo que se presenta a continuación tiene en cuenta todos los modelos anteriores en lo que se refiere a las funciones de costes y de ingresos. De esta forma lo refleja las condiciones fundamentales de competencia, función de costes y competencia intermodal que se recogen en el modelo. El modelo aporta a todos los anteriores, una mejora basada en las técnicas de análisis de la demanda procedentes de los estudios de ingeniería en evaluación de inversiones. En análisis propuesto incluye los desarrollos realizados por Berry (1994, pp. 242-262) sobre la cuota de mercado. En la captación de la demanda se introduce la función de cuota de mercado a través de una función logística (también denominada logit). El fundamento teórico para esta técnica, ampliamente utilizada en los mencionados estudios, es que se considera como hipótesis de partida que las empresas, dando la reducción de costes por asumidas, deben concentrarse en incrementar los ingresos, en captar demanda.

Con el modelo presentado, a través de la cuota de mercado, ofrece un análisis claro de cómo se gestiona la demanda total de viajeros en el corredor, en todos los modos de transporte, y como las medidas que se introducen en el ámbito de la competencia (liberalización ferroviaria) afecta a la cuota de mercado total del ferrocarril, uno de los objetivos principales de la política europea en materia ferroviaria.

El modelo cumple todos los requisitos y condiciones matemáticas de optimización incluyendo las condiciones de Equilibrio de Nash y las funciones de reacción, instrumento que permite conocer la reacción de una empresa analizada ante las decisiones tomadas por el resto de empresas que intervienen en el sector.

El modelo presentado es un modelo de dos etapas, en una primera etapa, las empresas entrantes deciden, con la información disponible, si entran o no en el mercado. En una segunda, y una vez que esta decisión esta tomada, las empresas han asumido (sí su estado financiero así se lo permite) la entrada en el mercado, y compiten con la empresa establecida. La cuantificación de los costes fijos se incluye en el cálculo de rentabilidades y la competencia en precios será la que en definitiva marque la supervivencia de la empresa en el mercado, esta etapa, la segunda, se desarrolla a través del modelo de competencia en precios con variable específica que se desarrolla a continuación.

La obtención del punto de equilibrio se realiza por inducción hacia

atrás y las principales funciones que lo definen son las que se muestran a continuación.

2.1. Función de Beneficios, Costes y Demanda.

En esta sección se describe la función de beneficios de cada uno de los i operadores ferroviarios (eq.1) que compiten incluyendo la competencia intermodal. El modelo se plantea para un corredor ferroviario de alta velocidad. En la sección siguiente se plantea la resolución del mismo.

Como es habitual en estos modelos supondremos unos costes proporcionales de tal modo que el coste marginal es constante.

$$\prod_i = I_i - C_i = p_i q_i - c_i q_i = q_i (p_i - c_i) \quad (1)$$

donde, $i = 1, 2$

\prod_i = Beneficio de la empresa i

I_i = Ingresos de la empresa i

C_i = Costes de la empresa i

p_i = Precios de la empresa i

$q_i = s_i * Q_i$ Demanda de la empresa i

s_i = Cuota de mercado la empresa i

Q_i = Demanda total del corredor.

En este entorno las empresas compiten en precios para obtener una cuota de mercado en línea con las definiciones de Berry (1994, pp. 242-262), la competencia intermodal se establece a través de r , que recoge el resto de operadores de transporte que no son operadores ferroviarios de alta velocidad, en el caso que nos ocupa representa los operadores aéreos de bajo coste, que por precio, son competencia de los servicios ferroviarios del corredor.

Además y como veremos a continuación las funciones de demanda y costes son simétricas.

La función de demanda (eq. 2) incluye los precios y las condiciones específicas de cada una de las compañías. En la función de demanda se incluye, respecto de otros estudios, una mejora en lo que se refiere a la toma

de decisiones por parte del consumidor que tiene que elegir entre los servicios ferroviarios ofertados (dependiendo del operador) y el resto de modos de transporte. Estas condiciones afectan a la competencia en tanto que afectan a la decisión del consumidor, por este motivo forman parte de la función logit (eq.3), que muestra la cuota de mercado obtenida por la empresa i y que refleja la elección del consumidor entre una de las opciones de transporte en el corredor.

$$d_i(p) = Q_t s_i \quad (2)$$

$$s_i = \frac{\exp(x_i)}{\exp(\beta_{01} + \beta p_1) + \exp(\beta_{02} + \beta p_2) + \exp(\beta p_r)} \quad (3)$$

$$i = 1, 2, r$$

β = valor de beta, negativo; coeficiente genérico que se puede fijar de esta forma para los distintos precios⁷

β_{01} = constante específica de la empresa 1 (empresa establecida)

β_{02} = constante específica de la empresa 2 (nueva empresa operadora)

p_1 = precios de la empresa 1

p_2 = precios de la empresa 2

p_r = precio medio del resto de modos de transporte.

La cantidad que venda una empresa dependerá inversamente de su precio p_1 y directamente de los precios de las demás empresas p_2, p_r .

Las dos empresas en competencia, en nuestro caso operadores ferroviarios, se denominarán Empresa 1 (E1) y Empresa 2 (E2). La Empresa 1 refleja el comportamiento previsible de una empresa establecida (empresas nacionales que actuaban en régimen de monopolio). La Empresa 2 representa la empresa operadora de nueva creación que desea competir con la empresa establecida. El subíndice r recoge el resto de operadores de transporte en lo que se refiere al precio p_r es un precio medio de todos ellos.

La única limitación explícita que presenta el modelo es que la cantidad

⁷ Esta generalización es comúnmente utilizada en los modelos de transporte de logit multinomial per mite simplificar el modelo y reduce el número de parámetros a estimar. (Ortúzar, Willumsem; 1994: pag. 213)

demandada total Q_t en servicios de transporte ferroviario y aéreo (servicios en competencia) se prefijada de forma anterior a la aplicación del modelo, la competencia en precio no incluye aquellos límites inferior o superior que pueden hacer ganar o perder posibles clientes procedentes de otros modos de transporte tales como el autobús o el vehículo privado. Tampoco se incluye la demanda inducida.

El modelo de competencia descrito con anterioridad ha sido seleccionado a partir de tres modelos⁸: competencia en precios, competencia en precios y frecuencia y competencia en precios con variable específica.

Desde el punto de vista económico esta constante específica β_{01} y β_{02} o constante característica recoge todos los efectos referidos a la competencia no relacionados con los precios (los efectos referidos a los precios ya están incluidos en el parámetro β que acompaña a los distintos precios de los distintos operadores y modos de transporte). Se refleja así, de forma mas adecuada, lo que se produce en este tipo de competencia. Es decir, recoge la clara ventaja real que normalmente tiene la empresa establecida, una reputación, respecto a la nueva empresa entrante. Ésta ventaja incluye el efecto de las frecuencias, el conocimiento de la declaración sobre la red y de las capacidades (condicionantes de la infraestructura), la disponibilidad actual de un material motor, la formación de sus operarios y maquinistas, etc. La ventaja, es la que por ejemplo intentan romper las nuevas empresas entrantes con los artículos que actualmente aparecen en prensa, para crearse una reputación (u opinión favorable) previa a la entrada en servicio de sus trenes. Esta etapa de generación de expectativas es lo que se denomina calentamiento del mercado previo a la liberalización del sector.

Respecto de la función de costes, incluye los costes exclusivamente los costes variables. Los costes fijos, ya se han tenido en cuenta en la primera etapa del modelo, al realizar una valoración en términos de rentabilidad de las distintas operadoras. Esto supone, que todos los operadores, los posibles y la empresa establecida ya han llevado a cabo este análisis en la toma de decisiones sobre entrar o no en el mercado teniendo en cuenta además sus necesidades de inversión.

A través del punto de equilibrio el modelo evalúa la competencia y su posible duración o estabilidad en el largo plazo.

8 Ver Ruiz (2006).

2.2. Análisis del punto de equilibrio

En esta sección, se resuelve la competencia entre dos operadores ferroviarios, con el sistema de funciones y restricciones definidas con anterioridad. El equilibrio se obtiene a través de un subjuego de equilibrio perfecto en el juego de dos etapas aplicando la inducción hacia atrás.

En la primera etapa: Los operadores ferroviarios, establecen sus inversiones y sus costes fijos y deciden si van a entrar o no a competir en el nuevo mercado.

En la segunda etapa: Las empresas compiten en precios por obtener la mayor cuota de mercado posible, esta cuota de mercado tiene al menos que asegurar la permanencia en el mercado de la empresa que compite.

El modelo se desarrolla para analizar la competencia entre dos operadores E1 (empresa establecida) y Empresa E2, nuevo operador ferroviario en el servicio de transporte de viajeros. Er representa el resto de operadores.

Las dos operadoras E1 y E2 actúan buscando la maximización de beneficios, producen servicios de transporte ferroviario sustitutos y compiten en precios tenemos que: La respuesta óptima de E1 a una acción cualquiera P_2 de E2 vendrá representada por su función de reacción $R_1(p_2)$ que se obtiene a través de la maximización de su función de beneficios.

De esta forma, si E2 establece una estrategia p_2 para su producto, la respuesta óptima de E1 se obtiene resolviendo:

$$\text{Máx } \Pi_1$$

$$p_1$$

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial p_1} = q_1 + (p_1 - c_1) \frac{\partial q_1}{\partial p_1} = 0$$

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial p_1} = s_1 Q_t + (p_1 - c_1) \frac{\partial s_1 Q_t}{\partial p_1} = 0$$

Donde:

$$\frac{\partial s_1 Q_t}{\partial p_1} = \frac{\beta \exp(\beta_{01} + \beta p_1) S - (\beta \exp(\beta_{01} + \beta p_1)) (\exp(\beta_{01} + \beta p_1)) Q_t}{S^2} =$$

$$= \left[\beta s - \frac{(\beta s_1) (\exp(\beta_{01} + \beta p_1))}{S} \right] Q_t = Q_t \beta s_1 (1 - s_1)$$

$$s_1 = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta p_1)}{\exp(\beta_{01} + \beta p_1) + \exp(\beta_{02} + \beta p_2) + \exp(\beta p_r)} = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta p_1)}{S}; S s_1 = \exp(\beta_{01} + \beta p_1)$$

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial P_1} = Q_t s_1 + (p_1 - c_1) \beta (1 - s_1) Q_t s_1 = 0$$

3. La Liberalización del Sector Ferroviario en España

En el caso español, la liberalización del sector ferroviario viene determinada por la aprobación de la Ley 39/2003, su entrada en vigor a partir del 1 de enero del 2005 y la apertura del transporte de mercancías en 2006. En este mercado los datos 2007 muestran que los nuevos operadores ferroviarios son principalmente compañías constructoras, que obtienen sinergias con la operación de contenedores en los puertos o con el transporte de materiales para las obras civiles que construyen y compañías que están a la espera de que se produzca la apertura del sector de viajeros y aprovechan este proceso para obtener el conocimiento necesario del sector.⁹ Como resultado de lo anterior, las mercancías que llegan a los puertos y son transportadas en ferrocarril han crecido en el último año un 50% lo que representa un importante incremento en este segmento de mercado y ofrece resultados inmediatos al proceso de liberalización que comenzó de forma efectiva en 2006. En el caso de España, además, el incremento de cuota de mercado por parte del ferrocarril debería acompañar las fuertes inversiones en infraestructuras, algunas de las cuales ya están siendo aplicadas.

La ley del sector ferroviario español (LSF) se desarrolla a través de los decretos leyes, lo que permite, siguiendo el proceso de modificación de leyes español, una mejor adaptación a una realidad que pudiera requerir

9 Las características de los nuevos operadores ferroviarios en el caso español son tratados con mayor profundidad en Martínez, T. y Ruiz, A. (2006) "Barreras de entrada en el Sector Ferroviario". Revista N° 104. Transportes y Comunicaciones. Ministerio de Fomento.

modificaciones por la novedad del proceso. En el sistema legislativo español, el proceso de modificación de un decreto ley es considerablemente mas sencillo y rápido que el de una ley.

La ley Española, reflejo de la normativa europea tiene cuatro fundamentos o pilares sobre los que se apoya la ordenación del sector ferroviario en “red” en su proceso de liberalización: 1. Separación de la infraestructura y explotación. Lo que supone la creación de RENFE Operadora y ADIF (Administrador de Infraestructura Ferroviaria) y la desaparición de RENFE y GIF (Gestor de Infraestructura Ferroviaria). 2. Gestión y administración de la infraestructura a través de una entidad pública empresarial (ADIF) dependiente del Ministerio de Fomento. 3. Establecimiento de un mercado ferroviario en libre competencia en igualdad de condiciones entre las empresas privadas y RENFE Operadora. Todo ello una vez que estas hayan obtenido la licencia y cumpliendo con los requisitos establecidos por la Ley (LSF) y su Reglamento. 4. Creación del Comité de Regulación Ferroviaria, órgano colegiado administrativo, con cierta dependencia del Ministerio de Fomento, cuyas funciones se centran en resolver los conflictos que puedan plantearse entre el ADIF y las empresas ferroviarias y adoptar las medidas necesarias para salvaguardar la libre competencia en relación con la pluralidad de ofertas y la política de precios de los operadores (otras funciones de este organismo hacen referencia a la inspección de servicios, instalaciones).

De esta forma, tres son los requisitos que según la ley tiene que cumplir una entidad u organismo para poder prestar servicios de transporte ferroviario de mercancías (en la actualidad) y de viajeros (en el futuro) si no se modifica los reglamentos actuales:

- Ser empresa ferroviaria, que según la LSF es aquella entidad, titular de una licencia de empresa ferroviaria, cuya actividad principal consiste en prestar servicios de transporte de viajeros o de mercancías por ferrocarril. Los tipos de empresa ferroviaria que la ley permite son los siguientes: 1. Las que realizan el servicio de transporte por ferrocarril, aportando la tracción. 2. Las que sólo aportan la tracción.

- Estar en posesión de licencia de empresa ferroviaria que es única e intransmisible y especifica las actividades que puede realizar la empresa. En este sentido, las licencias otorgadas por los demás estados de la UE producirán también sus efectos en España. Los requisitos para obtener la licencia son:

Revestir la forma de una sociedad anónima, tener capacidad financiera para hacer frente a sus obligaciones, garantizar la competencia profesional de su personal, tener cubiertas las responsabilidades civiles.

- Tener asignados surcos (unidades de uso de la infraestructura ferroviaria, establecidos en tiempo y espacio) para la realización de los servicios ferroviarios, previamente debe solicitarse la capacidad de infraestructura. Para poderla solicitar deben cumplirse los siguientes requisitos: ser empresas con licencia ferroviaria, agrupaciones empresariales internacionales constituidas por las empresas con licencia, Administraciones Públicas con competencias en materia de transporte, agentes de transporte, los cargadores y los operadores de transporte combinado que, sin tener la consideración de empresas ferroviarias, están interesados en la explotación de un servicio ferroviario, para lo cual necesitarán de una habilitación o título habilitante de candidato.

Por último, señalar que previamente a la prestación de los servicios, las empresas ferroviarias deberán obtener los correspondientes certificados de seguridad, y para ello deberán presentar el sistema de control, circulación y seguridad ferroviaria necesarios, los conocimientos y requisitos exigidos al personal de conducción y material rodante.

A continuación se incluye el detalle de las principales empresas ferroviarias que actualmente cuentan con licencia para España, otras empresas que han solicitado y obtenido la licencia ferroviaria son, EWSI Limited English Welsh & Scottish Railway Internacional (EWSI) - Euro Cargo Rail Spain, Logitren Ferroviaria (grupo Torrecámara) y FERSUR, Ferrocarriles del Suroeste, S.A.

Más recientemente la operadora de servicios de transporte de viajeros por autobús ALSA, que participa también en la británica National Express ha presentado y obtenido licencia ferroviaria en Marzo de 2011.

4. Resultados del Modelo: aplicación al Corredor Español Madrid-Barcelona

La aplicación del modelo se realiza sobre un corredor de Alta Velocidad Europeo, en un periodo anterior a la apertura del mismo. El corredor Madrid-Barcelona el que cumple todos los requisitos, siendo además el corredor Europeo con un mayor número de viajeros de toda Europa.

La elección de este corredor y del servicio ferroviario de alta velocidad contiene además otra característica de interés, es el servicio que actualmente y antes de la liberalización de viajeros, alcanza el mayor margen de beneficios y por tanto puede considerarse uno de los corredores de mayor interés para los posibles nuevos operadores ferroviarios.

Además, siguiendo las definiciones De Rus, Campos, Nombela (2003: pp. 250, pp. 281-284, pp.pp. 409-411) que sugieren que la competencia en el modo ferroviario será a lo sumo en condiciones de duopolio (competidores: la empresa establecida y un nuevo operador entrante) y que sólo los corredores de alta densidad (como los corredores de alta velocidad) podrán soportar esta competencia.

El tren de alta Velocidad en España, comienza su singladura en los años 1980 con la propuesta de la primera línea de alta velocidad entre Madrid y Sevilla, integrada en el proyecto de Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA). La segunda línea de alta velocidad es la que une Madrid con la frontera francesa, cuya primera fase, Madrid-Zaragoza-Lleida se culmina en octubre de 2003, y se ha prolongado hasta Tarragona el 18 de diciembre de 2006. El objetivo del Gobierno español, para 2020 es que todas las capitales de provincia en España estén comunicadas por Alta Velocidad, con un 90 por ciento de la población y más de diez mil kilómetros de vía. De esta forma, en el año 2012 España superará en km de vía de alta velocidad a países como Japón o Francia.

En la aplicación del modelo desarrollado en el punto 2 al caso de Madrid-Barcelona distinguimos dos operadores E1 (empresa establecida, la actual Renfe Operadora) y Empresa E2, nuevo operador ferroviario en el servicio de transporte de viajeros. E2 representa el resto de operadores que en el caso que nos ocupa hace referencia principalmente a las compañías de bajo coste.

4.1. Precios de equilibrio

Los datos de la tabla 1 muestran que la mayor competencia (producida por la posibilidad de que la operadora 2 reduzca sus costes) tiene como resultado unos precios de equilibrio menores. La reducción de costes permite a la operadora 2 reducir su diferencia en precios respecto de la operadora 1, lo que le permite captar mayor cuota de mercado a igualdad de calidad en el servicio.

De esta forma, una reducción por parte del operador 2 en los costes operativos del 25% le permite establecer unos precios de equilibrio menores en un 15,4% (10,6% si la constante específica es de 0,5), pero además consigue reducir el efecto de la constante específica entorno al 20% (21,7% si la variable específica tiene un valor de 0,5).

4.2. Cuotas de mercado

Al aplicar la función logística obtenemos las cuotas de mercado para los tres operadores competidores E1, E2 y Er.

$$s_1 = \frac{\exp(\beta p_1 + \beta_{01})}{\exp(\beta p_1 + \beta_{01}) + \exp(\beta p_2 + \beta_{02}) + \exp(\beta p_r)}$$

$$s_2 = \frac{\exp(\beta p_2 + \beta_{02})}{\exp(\beta p_1 + \beta_{01}) + \exp(\beta p_2 + \beta_{02}) + \exp(\beta p_r)}$$

$$s_r = \frac{\exp(\beta p_r)}{\exp(\beta p_1 + \beta_{01}) + \exp(\beta p_2 + \beta_{02}) + \exp(\beta p_r)}$$

β_{01} , representa la constante específica para E1 y toma alternativamente los valores de 0, 0,5 y 1. β_{02} , representa la constante específica para E₂ y toma siempre el valor 0.

Tabla 1. Resultados del modelo. Cuotas de mercado

Valor cte. específica	Costes	Precios		Cuotas de mercado		
		P_1	P_2	s1	s2	Sr
0	igual coste	59	59	42,7%	42,7%	14,7%
	menor coste	58	54	37,1%	52,0%	10,9%
0,5	igual coste	61	58	48,4%	39,3%	12,3%
	menor coste	59	53	42,6%	48,6%	8,8%
1	igual coste	63	58	53,7%	36,0%	10,3%
	menor coste	61	52	47,9%	45,0%	7,2%

Fuente: Elaboración propia. Resultados de la aplicación del modelo.

Como hemos mencionado en la presentación del modelo (punto 2), la constante específica recoge el efecto arrastre o reputación del operador establecido frente a los nuevos operadores, no existen datos previos para este parámetro, por lo que la estimación de modelo se lleva a cabo con tres valores

que representan los tres posibles casos que pueden producirse en la realidad: reputación sin efecto, un efecto medio (el operador establecido consta de una cierta confianza entre sus clientes y esto le asegura una cierta ventaja) y un efecto fuerte (el operador establecido tiene toda la confianza de sus clientes y esto le asegura una ventaja competitiva clara frente a sus competidores, los nuevos operadores ferroviarios).

La reducción de costes por parte del operador 2 es realmente efectiva, y le permite, trasladando esta reducción de costes a los precios, captar cuota de mercado de la empresa establecida y del operador competidor r (resto de modos de transporte, en el caso que nos ocupa recoge principalmente la demanda de las compañías aéreas de bajo coste). Una reducción en el precio en torno al 10%, permite al operador 2 obtener una mayor cuota de mercado, cercano a 9 puntos porcentuales.

El peso de la constante específica reduce esta ventaja competitiva aunque sólo lo hace en un 1%, lo que indica que cuanto mayor peso tienen los condicionantes históricos mayor esfuerzo debe realizar el operador 2 para reducir los costes y mantener así su ventaja competitiva.

Respecto a la competencia intermodal, la reducción en precios llevada a cabo por los operadores ferroviarios 1 y 2 y produce una reducción constante en la cuota de mercado del operador r. Los precios de equilibrio siempre se sitúan por debajo del precio del operador r (70 €), lo que justifica que a igual servicio la demanda desplace desde este modo hacia el modo ferroviario.

La reducción del coste que puede obtener una nueva empresa operadora se estima en un 25%, esta reducción se basa en una mayor flexibilidad en la gestión y unos menores costes de estructura. Así, los 15,116 €/Km de coste que se estima para la empresa establecida la empresa entrante podría reducir sus costes hasta los 12,07 €/Km.

4.3. Otros resultados obtenidos: Beneficios de los operadores y cálculo de rentabilidades.

El modelo permite obtener de forma directa precios de equilibrio y cuotas de mercado, pero de la aplicación de la función de beneficios derivada del modelo se puede estimar su cuantía.

Tabla 2. Beneficios de los operadores

Valor cte. específica	Costes	Viajeros			Número de Trenes año			Beneficios (€)	
		E1	E2	Er	E1	E2	Total	E1	E2
0	igual coste	1.493.368	1.493.368	513.264	6.484	6.484	12.969	26.048.059	26.048.059
	menor coste	1.296.788	1.821.737	381.475	5.631	7.910	13.541	20.601.407	37.990.126
0,5	igual coste	1.694.761	1.375.878	429.361	7.359	5.974	13.333	32.865.643	22.670.325
	menor coste	1.490.024	1.700.449	309.528	6.470	7.384	13.854	25.937.573	33.076.591
1	igual coste	1.880.196	1.259.073	360.731	8.164	5.467	13.631	40.635.716	19.669.860
	menor coste	1.674.856	1.573.382	251.762	7.272	6.832	14.104	32.111.166	28.576.842

Fuente: Elaboración propia. Resultados de la aplicación del modelo.

Esta conclusión se mantiene mientras que el operador entrante mantenga un grado de ocupación igual al de la empresa establecida y su material móvil debe ser de gran capacidad o al menos contar con un material como el ya utilizado en otros trayectos de al menos 329 asientos.

Finalmente, poco o nada se ha mencionado sobre las condiciones de entrada de este nuevo operador, este es el análisis que se lleva a cabo a través del análisis de los costes fijos y del cálculo de rentabilidades.

Para conocer los costes fijos que soporta el nuevo operador ferroviario 2 se averigua en primer lugar las necesidades de inversiones que tiene, en concreto se calcula el número de trenes que son necesarios producir para cubrir la cuota de mercado obtenida en la competencia en precios.

El siguiente análisis que debe realizarse es la de la capacidad, o posible restricción de capacidad del trayecto Madrid-Barcelona. En este sentido, y según los datos obtenidos del “Manual de Capacidades” de ADIF la capacidad máxima prevista se encuentra muy alejada de los datos obtenidos del modelo.

El operador entrante tendría una producción anual media de trenes anuales de 6.500 lo que representa unos 22 trenes diarios con unas necesidades de material mínimo de entre 4 y 6 composiciones. En la tabla siguiente sobre cálculo de rentabilidad aparece detallada para cada uno de los casos posibles las distintas necesidades de material móvil.

Teniendo en cuenta que los valores de inversión en trenes de alta

velocidad ronda una media de 22 millones de euros cada composición y un mantenimiento de 18,76 millones de euros la inversión inicial que el nuevo operador entrante necesitaría ascendería a 203,8 millones de euros.

Para el cálculo de las rentabilidades se aplica la fórmula clásica del Valor Actual Neto.¹⁰ Los costes de inversión asociados a la compra de material motor (la “A” de la fórmula anterior) se añaden a los costes operativos que incluyen una aproximación del valor del cánón calculado según establece la orden ministerial ORDEN FOM/898/2005/). De esta forma se obtiene Q como saldo neto entre los Beneficios y estos costes anuales del canon.

Aplicando una tasa de descuento k del 5% y, se obtienen los resultados de rentabilidad que se recogen en la página siguiente.

Tabla 3. Rentabilidades

Valor cte. Específica	Costes	Precios		Beneficios (€)		Necesidades medias de Inversión en trenes	Valor Actual Neto (mill. de €)
		P_1	P_2	E1	E2		
0	igual coste	59	59	26.048.059	26.048.059	8	13,7
	menor coste	58	54	20.601.407	37.990.126	9	113,6
0,5	igual coste	61	58	32.865.643	22.670.325	7	-9,4
	menor coste	59	53	25.937.573	33.076.591	9	69,6
1	igual coste	63	58	40.635.716	19.669.860	6	-27,4
	menor coste	61	52	32.111.166	28.576.842	8	32,7

Fuente: Elaboración propia. Resultados parciales de la aplicación del modelo.

El cálculo del coste fijo considera exclusivamente el material móvil, sin considerar otras opciones que podrían mejorar la situación financiera del operador entrante. De esta forma y a modo de conclusión final el operador 2 entrará en el mercado de servicios de transporte ferroviario de alta velocidad, en el trayecto Madrid-Barcelona siempre y cuando pueda hacer valer su ventaja competitiva en costes. La empresa E1 mantendrá su posición dominante en

¹⁰
$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{(1+k)^j}$$

el Mercado siempre que pueda defender los condicionantes que la permiten obtener una cierta ventaja de su posición de empresa establecida.

Una vez determinado el coste fijo de inmovilizado y anualizado para los años de vida útil el modelo permite establecer la cuota mínima por la que está luchando, o mejor dicho la cuota mínima por la que entraría en el mercado que en el caso analizado es entre el 25 y el 30%.

5. Conclusiones

El análisis sobre la evolución de la competencia ferroviaria resulta fundamental en un momento en el que se introduce la liberalización del sector en Europa. Los objetivos de esta liberalización son diversos, desde financieros, hasta un uso más eficiente de las infraestructuras o incremento de la cuota de mercado. Algunos de estos objetivos se vinculan incluso a la consecución de los aspectos de sostenibilidad ampliamente aceptados por la Unión Europea.

La Comisión Europea ha propuesto medidas de esta competencia basada en la construcción de indicadores. Estos indicadores frente a la capacidad de síntesis y comparativa de información que siempre aportan no permiten avanzar en el conocimiento de la relación causa-efecto de la toma de decisiones de las compañías operadores de servicios de transporte. La apertura a la competencia se realiza en la operación de servicios de transporte ferroviario y son por tanto, estas compañías las que deben permitir y soportar la competencia.

Por todo ello en el artículo se analiza brevemente los modelos que facilitan dicho análisis y se propone un modelo concreto que permite analizar las decisiones estratégicas que toman las compañías operadoras de servicios ferroviarios.

El modelo aportado supone además una mejora y una mayor complejidad respecto de los anteriores, al incluir en la función de ingresos de los operadores una función logística que nos muestra la captación de demanda que las decisiones del operador en cuestión producen (con interacción del resto de operadores tanto del mismo modo como del resto de modos en competencia). La aplicación del modelo y el análisis de resultados se realizan sobre el corredor español de alta velocidad Madrid-Barcelona en un momento en el que la competencia en el segmento de viajeros (no así en el de mercancías

que ya existe liberalización de servicios) no ha implantado todavía la apertura al mercado, es decir, la entrada de competencia.

Con el modelo presentado, a través de la cuota de mercado, ofrece un análisis claro de cómo se gestiona la demanda total de viajeros en el corredor, en todos los modos de transporte, y como las medidas que se introducen en el ámbito de la competencia (liberalización ferroviaria) afecta a la cuota de mercado total del ferrocarril, uno de los objetivos principales de la política europea en materia ferroviaria.

El modelo no está limitado a una determinada relación Origen-Destino específica, de esta forma su formulación matemática no aparece restringida por este hecho. Sin embargo cabe destacar que el análisis de sensibilidad para determinar la validez del modelo se ha llevado a cabo teniendo en cuenta el nivel de precios y frecuencias de la relación del servicio ferroviario de alta velocidad Madrid-Barcelona.

La principal aportación del modelo presentado es la de permitir analizar la competencia entre empresas del sector ferroviario en un entorno de realidad simulado. La relación entre la teoría económica, la teoría de juegos y todo el análisis de las decisiones estratégicas y los modelos estructurales desarrollados en el ámbito de la ingeniería de tráfico para el análisis de la demanda, mejoran la aproximación a la realidad de los nuevos operadores entrantes en el mercado ferroviario. El resultado es una herramienta sencilla, que puede ampliarse para introducir el administrador ferroviario y las políticas de incentivo a la competencia o de tarificación de las infraestructuras.

En el análisis permite interpretar y analizar las interacciones estratégicas que se producen o van a producir en el corredor ferroviario de alta velocidad Madrid-Barcelona, a través de un modelo de dos etapas. Como puede observarse en los resultados incluidos en la tabla 1, existe ventaja competitiva en lo que se refiere como efecto histórico o reputación del operador establecido incluido en la constante específica. En el punto de equilibrio el nuevo operador entrará en el mercado si la cuota a la que accede se sitúa entre un 25 y un 30%, esta es la cuota que asegura su permanencia en este mercado.

Finalmente, tal y como se muestra en la tabla 2 debe establecerse medidas que aseguren mitigar los efectos del operador establecido, ya que a poco que se consigan resultados en esta línea (valor 0,5 de la constante

específica reflejados en la mencionada tabla), el operador entrante tendrá una mejor oportunidad de obtener beneficios y mantenerse en el mercado.

El análisis puede completarse con el cálculo del material rodante necesario (datos externos al modelo) tal y como se muestra en la tabla 3.

La aplicación a otros casos de estudio se puede realizar de una forma directa y de utilidad, puede aprovecharse la experiencia adquirida para su aplicación a un análisis previo a la introducción de la competencia. Posteriores mejoras del modelo a través del diseño experimental permitirán analizar de forma mas compleja y continua todo lo referente a la liberalización del sector ferroviario corredor a corredor.

Liberalisation effects on rail services: the case of high-speed service between Madrid-Barcelona

Abstract: European Directives, enable competition in an industry traditionally organized by national monopolies. The liberalization of rail services introduces competition between operators. In Europe, forms and measures developed to analyze the competition between rail operators has been scattered, in methodologies and instruments. Developments based on game theory and, analysis of strategic decisions from the economic theory of the organization, have proven to be most appropriate. In this paper we have developed an improvement over these models to introduce the analysis of intermodal competition in the function of operators' revenue. The resulting model allows to quantify the minimum requirements for a new operator to not been removed from the market, the minimum market share, in the Madrid-Barcelona case, stands between 25 and 30%. Other outcomes analyzed: the equilibrium price, investment and benefits of rail operators.

Keywords: Railways, high-speed rail, competition, liberalisation, Game theory

JEL: L92, D4, G38, C7

Referências bibliográficas:

- ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), (2005) “Manual de Capacidades”. Borrador Técnico de 31/Marzo/2005 y modificaciones posteriores de Junio/2005.
- BERRY, S. T. (1994), “Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation”, *The RAND Journal of Economics*, 25 (2), 242-262.
- BESANKO, D., Donnenfeld, S., and White, L. J. (1988). The multiproduct firm, quality choice, and regulation. *The Journal of Industrial Economics*, 36(4):411-429.
- BRANDER, J.A y A. Zhang (1990), “A market conduct in the airline industry: An empirical investigation”, *Rand Journal of Economics*, 21, 567-583.
- BREWER, P. J., C. R. Plott. (1996). A Binary Conflict Ascending Price (BICAP) Mechanism for the Decentralized Allocation of the Right. *Internat. J. of Indust. Organ.* 14(6) 857-886.
- COX, James C., Theo Offerman, Mark Olson and Arthur Schram (2002) Competition For vs On the Rails: A Laboratory Experiment *International Economic Review* 43, 709-736.
- DAPENA, A. (1999): “*Metodología de ajuste de modelos multinomiales de elección modal en transporte interurbano. Aplicación al corredor Madrid-Barcelona*”. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- DE RUS, G.; Campos, J.; Nombela G. (2003): *Economía del transporte*, Antoni Bosch editor, Barcelona.
- GLASS, A. (2003), “*An Assessment of the Desirability of On-Track Competition: The Ipswich-London route*”, Institute of Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- IBM Global Business Services (2007). Rail Liberalisation Index 2007, Market opening: comparison of the rail markets of the Member States of the European Union, Switzerland and Norway. A study conducted by IBM Global Business Services in collaboration with Professor Christian Kirchner, Humboldt University, Berlin. Brussels, 17 October 2007.
- IDEI (2003), “The Economics of Passenger Rail Transport: A Survey”. http://www.idei.fr/doc/wp/2003/rapport_db_I.pdf
- IDEI (2003), “Entry in the Passenger Rail Industry: A Theoretical Investigation”. http://www.idei.fr/doc/wp/2003/rapport2_db_2.pdf
- ISACSSON, G. & J-E Nilsson (2002). Re-regulation of Previous State Monopolies. An Experimental Comparison of Allocation Mechanisms in the Railway Industry. Working Paper (2000).
- ISACSSON, G., Nilsson, J-E (2003). An experimental comparison of track allocation mechanisms in the railway industry. *Journal of Transport Economics and Policy*, 37(3) 353-381
- IVALDI, M., Vibes, C. (2005). “Intermodal and Intramodal Competition in Passenger Rail Transport”, IDEI Working Paper, n. 345.
- IVALDI, M., Vibes, C. (2008). Price competition in the intercity passenger transport market: a simulation model. *Journal of Transport Economics and Policy* 42 (2), 225-262.
- JOHNSON, D. y G. Whelan (2003). “Modelling the Impact of Alternative Fare Structures”, Institute of Transport Studies, University of Leeds.
- KNORR, Andreas in Andreas Eichinger (2005). The Rail Liberalisation Index 2004 – A Critical Appraisal. Available: http://www.hhs.se/.../0/Knorr_and_Eichinger_2004.pdf.

- LANG, M.; Laperrouza, M. and Finger, M. (2010). The effects of Increased competition in a vertically separated railway market. Working paper No.131. Institute for strategy business economics. University of Zurich.
- NILSSON, J-E(1999). Allocation of track capacity: Experimental evidence on the use of priority auctioning in the railway industry. *International Journal of Industrial Organization* 17, 1139–1162
- ORTÚZAR, J.D. and Willumsen, L.G. (1994). *Modelling Transport*. Second Edition, John Wiley & Sons. UK.
- OUM, T.H, A. Zhang y Y. Zhang (1993). “Interfirm rivalry and firm-specific price elasticities in deregulated airline markets”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 27, (2), 171-192.
- PRESTON, J.M., Whelan, G. y Wardman, M. (1999). An Analysis of the Potential for On-Track Competition in the British Passenger Rail Industry. *Journal of Transport Economics and Policy* 33 (1), 77-94.
- RAMOS, R. (2004). ”Reformas y políticas liberalizadores del ferrocarril: El nuevo escenario en la Unión Europea”. Fundación de Ferrocarriles Españoles.
- RIETVELD, P.; Dekkers, J. y Woudenberg, S. (2001). “Choice of Frequency and Vehicle Size in Rail Transport: Implications for Marginal External Costs,” *Tinbergen Institute Discussion Papers 01-109/3*, Tinbergen Institute.
- RUIZ, A. y Martínez, T., Rodríguez, A. (2006) Capítulo: “La liberalización de los servicios ferroviarios en Europa comparativa con el transporte aéreo. El caso español.” *Experiencias en Iberoamérica y España sobre liberalización de sectores económicos*. Ediciones Amaro.
- RUIZ A., (2006) “Modelo de determinación de las condiciones de competencia en el transporte ferroviario.” Tesis doctoral dirigida por Martínez, T. Universidad de Castilla-La Mancha que ha obtenido la puntuación de sobresaliente cum laude.
- RUIZ A. y Martínez, T. (2008). “Análisis de la competencia en el sector ferroviario utilizando el modelo MOCAFE”. *Transportes y Comunicaciones*. Ministerio de Fomento. (108), 135-146.
- WARDMAN, M., Lythgoe, W., Whelan, G. (2007). Rail passenger demand forecasting: cross-sectional models revisited. *Research in transportation economics*, 20, 119-152.
- WHELAN, G., Johnson, D. (2004). Modelling the impact of alternative fare structures on train overcrowding. *International journal of transport management* 2 (1), 51-58.

Anexo I

En la tabla siguiente resume los resultados que se obtienen a través de la solución de Equilibrio Nash-Bertrand (precio de equilibrio y cuota de mercado) y las funciones de reacción R_1 y R_2 que marcan las estrategias entre las empresas.

Resultados de la maximización de beneficios	
E_1	E_2
$p_1 = c_1 - \frac{1}{\beta(s_2 + s_r)}$	$p_2 = c_2 - \frac{1}{\beta(s_1 + s_r)}$
Precios de equilibrio	
E_1	
$p_1^* = c_1 - \frac{1}{\beta(1-s_1)} = c_1 - \frac{1}{\beta \left(\frac{\exp(\beta_{02} + \beta p_2^*) + \exp(\beta p_r^*)}{\exp(\beta_{01} + \beta p_1) + \exp(\beta_{02} + \beta p_2^*) + \exp(\beta p_r^*)} \right)}$	
E_2	
$p_2^* = c_2 - \frac{1}{\beta(1-s_2)} = c_2 - \frac{1}{\beta \left(\frac{\exp(\beta_{01} + \beta p_1^*) + \exp(\beta p_r^*)}{\exp(\beta_{02} + \beta p_2) + \exp(\beta_{01} + \beta p_1^*) + \exp(\beta p_r^*)} \right)}$	
Función de Reacción	
E_1	E_2
$R_1(p_2) = c_1 - \frac{1}{\beta(s_2 + s_r)}$	$R_2(p_1) = c_2 - \frac{1}{\beta(s_1 + s_r)}$
Solución de Equilibrio	
$S^{EN} = \{p_1^*, p_2^*\} = \left\{ \begin{array}{l} p_1^* = c_1 - \frac{1}{\beta \left(\frac{\exp(\beta_{02} + \beta p_2^*) + \exp(\beta p_r^*)}{\exp(\beta_{01} + \beta p_1) + \exp(\beta_{02} + \beta p_2^*) + \exp(\beta p_r^*)} \right)} \\ p_2^* = c_2 - \frac{1}{\beta \left(\frac{\exp(\beta_{01} + \beta p_1^*) + \exp(\beta p_r^*)}{\exp(\beta_{02} + \beta p_2) + \exp(\beta_{01} + \beta p_1^*) + \exp(\beta p_r^*)} \right)} \end{array} \right\}$	
Cantidades en Equilibrio	
E_1	
$q_1^* = s_1 Q_t = \frac{\exp\left(\beta \left(c_1 - \frac{1}{\beta(s_2 + s_r)}\right)\right)}{\exp\left(\beta \left(c_1 - \frac{1}{\beta(s_2 + s_r)}\right)\right) + \exp(\beta_{02} + \beta p_2^*) + \exp(\beta p_r^*)} Q_t$	
E_2	
$q_2^* = s_2 Q_t = \frac{\exp\left(\beta \left(c_2 - \frac{1}{\beta(s_1 + s_r)}\right)\right)}{\exp\left(\beta \left(c_2 - \frac{1}{\beta(s_1 + s_r)}\right)\right) + \exp(\beta_{01} + \beta p_1^*) + \exp(\beta p_r^*)} Q_t$	

Anexo II: Empresas con licencia de empresa ferroviaria en España. Datos 2008. Detalle de actividad.

Nº	Nombre	Licencia E.F. España (Reso. I/FO/01)	Licencia Ferroviaria CE	Certificado Seguridad	Empresa	Asignación de Capacidad	Fecha	Descripción de actividades
1	RENFE Operadora	27/09/2005	07/10/2005	03/06/2006				Según lo recogido en la LSF, inicia su actividad el 1 de enero de 2005. La nueva empresa se conforma como un grupo de transporte diversificado que da servicio a tráfico de mercancías, media y larga distancia (estos últimos tanto en trenes convencionales como de alta velocidad), y mercancías. Asimismo es responsable de las tareas del mantenimiento de los trenes en sus propios talleres. Esta empresa procede de la antigua RENFE (monopolio nacional) una vez incorporados en el ADIF las Direcciones Generales de Gestión de Capacidad y Mantenimiento de Infraestructura, y Servicios a Operadores Ferroviarios en noviembre de 2004.
2	Comsa Rail Transport (Grupo Comsa)	27/09/2005	07/10/2005	2007-2008				ACTIVIDAD PRINCIPAL: Área de Mercancías: Gestión de terminales ferroviarias (puertos), Servicios de transporte para la construcción de las líneas de alta velocidad y desde puertos (Ejm.: Clinker entre puerto de Gijón y Valladolid); presta servicios de tracción. OTROS Puntos de interés: Posee 20 % de Pecovasa [®] (empresa especializada en transporte de automóviles por ferrocarril) y en la gestión de centros logísticos para el automóvil. Internacionalmente realiza tráfico de mercancías en Polonia a través de su filial PKM. En el transporte de viajeros participa en la concesión del Metro de Málaga, tranvía del Baix Llobregat y del Besòs (Barcelona) y del Metro Lígero de Madrid a Boadilla y Pozuelo de Alarcón. Ha solicitado la licencia y el certificado de seguridad en Portugal y tiene prevista su entrada en el mercado italiano.
3	Continental Rail (Grupo ACS)	14/10/2005	21/10/2005	2006-2007	LTF S.A	17/04/2006		ACTIVIDAD PRINCIPAL: Área de Mercancías: Gestión servicios ferroviarios del puerto de Gijón; contratos de tracción para el transporte ferroviario de materiales para Adif en las líneas de alta velocidad de Madrid- Barcelona-Frontera con Francia y Córdoba-Málaga. OTROS Puntos de interés: En el transporte de viajeros es concesionario de la explotación del tranvía Vélez-Málaga- Torre del Mar. En 2007 inicio el tráfico de contenedores entre el puerto de Valencia y el puerto seco de Coslada (Madrid).
4	Acciona Rail Services (Grupo Acciona)	16/03/2006	16/03/2006	26/12/2006	Container Train, S.A	17/04/2006		ACTIVIDAD PRINCIPAL: Área de Mercancías: Gestión servicios ferroviarios del puerto de Gijón; contratos de tracción para el transporte ferroviario de materiales para Adif en las líneas de alta velocidad de Madrid- Barcelona-Frontera con Francia y Córdoba-Málaga. OTROS Puntos de interés: En el transporte de viajeros es concesionario de la explotación del tranvía Vélez-Málaga- Torre del Mar. En 2007 inicio el tráfico de contenedores entre el puerto de Valencia y el puerto seco de Coslada (Madrid).
5	Activa Rail (Grupo Transfesa)	04/07/2006	14/07/2006		Conte Rail, S.A	05/02/2007		ACTIVIDAD PRINCIPAL: Logística y el transporte de viajeros y mercancías por tierra, mar y aire. Líder del mercado nacional del transporte marítimo de viajeros y mercancías (a través de la empresa Transmediterránea). Servicios de gestión aeroportuaria y "handling", asistencia en tierra a aeronaves, en España y Alemania (Airport services). En el sector ferroviario, participa en las concesiones del Tranvía del Baix Llobregat y del Besòs (Barcelona) y en la de la línea del metro Puerta de Arganda y Arganda del Rey (Madrid).
6	Tracción Rail (Grupo Azvi)	24/07/2006	24/07/2006	2008				ACTIVIDAD PRINCIPAL: Servicios de tracción.
7	Eusko Trenbideak-FFCC Vascos S.A.	24/08/2006	24/08/2006					ACTIVIDAD PRINCIPAL: Tracción de trenes de trabajo (19% de los ingresos de Azvi).
8	AccionMittal Siderail, S.A.	17/07/2007	03/09/2007					EuskoTren, nombre comercial de Eusko Trenbideak-Ferrocarriles Vascos, es el operador público que explota las conexiones de transporte por ferrocarril (tren, funicular y tranvía) y carretera de viajeros y mercancías en el País Vasco. Arcelor, multinacional del acero europea, incluye al grupo anglo-hindú Mittal, primer grupo siderúrgico mundial. Ha creado la empresa ferroviaria Arcelor Siderail para realizar el transporte de sus materias primas y productos terminados entre sus factorías de Avilés y Gijón y el puerto de El Musel, (red interna integrada 192 km. de líneas ferroviarias).

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos 2008 de RENFE Operadora y ADIF.*

- 10 Pecovasa está participada por la empresa naviera y de logística Suardiaz (65,45 %), Comsa Rail Transport (20%) y ATG Auto Transport Logistic GmbH (ATG) (14,55%) (grupo alemán líder del transporte de automóviles en Europa, integrado en la estructura de la alemana DB).

Anexo III

El análisis histórico y de previsión de la demanda en el servicio de alta velocidad, muestra los siguientes resultados para las principales relaciones Origen-Destino:

Tabla 1.- Datos de demanda

Largo Recorrido	Km	2008	2010	2011	2015	2025
Madrid - Barcelona	631,0	2.447.130	3.016.021	3.105.647	3.491.586	4.052.128
Madrid - Zaragoza	306,7	1.177.995	1.376.421	1.421.892	1.619.305	1.879.269
Zaragoza - Barcelona	324,3	988.032	1.112.902	1.146.829	1.293.201	1.500.812
Madrid - Lleida	442,1	228.240	249.351	257.685	293.899	341.081
Madrid - Tarragona	522,8	233.957	304.199	316.199	369.122	428.381
Madrid - Girona	725,4	0	164.701	171.198	199.852	231.937
Zaragoza - Lleida	135,4	146.432	160.691	166.163	189.977	220.476
Zaragoza - Tarragona	216,1	235.552	313.234	324.897	376.055	436.427

Fuente: Estudio realizado en 2007 para el operador ferroviario establecido.

Los datos de costes actuales de explotación del corredor Madrid-Barcelona son los siguientes:

Tabla 2.- Datos de costes

2008

Madrid-Barcelona	En Euros por tren (€)
Minutos medios por circulación	171,2
Tiempo en horas	2,9
Recorrido medio en Km	610,4
Coste Variable	2.950,4
Coste Fijo	11.490,8
Coste Total por tren	14.441,2
Barcelona-Madrid	En Euros por tren (€)
Minutos medios por circulación	171,8
Tiempo en horas	2,9
Recorrido medio en Km	626,3
Coste Variable	2.887,1
Coste Fijo	11.483,8
Coste Total por tren	14.370,9

Fuente: Elaboración propia sobre los datos del operador ferroviario establecido.