

# LA INEFICIENCIA ASIGNATIVA Y SU COSTE ECONÓMICO EN RENFE (1955-2000)

José BAÑOS PINO  
Víctor FERNÁNDEZ BLANCO  
Ana RODRÍGUEZ ÁLVAREZ

*Universidad de Oviedo*

## Resumen

En este artículo se identifica la presencia de ineficiencia asignativa en RENFE, lo que implica que la empresa no ha elegido la combinación de factores que minimiza sus costes. Además, se estudia la evolución de la ineficiencia a lo largo del último medio siglo, prestando particular atención a los efectos de las distintas medidas de política económica aplicadas, y, por último, se calcula el coste monetario de dicha ineficiencia. Gracias a ello, se evalúa el ahorro que la empresa podría haber alcanzado de haber seguido una conducta eficiente a la hora de contratar los factores productivos.

*Palabras clave:* transporte ferroviario, eficiencia asignativa, función de distancia, ahorro en costes.

## Abstract

In this article we identify the presence of allocative inefficiency at Spanish Railways (RENFE), which means that the company has not chosen the combination of factors that minimise its costs. In addition, we study the evolution of this inefficiency over the last half century, paying particular attention to the effects of the different economic policy measures applied and, lastly, we calculate the monetary cost of this inefficiency. Thanks to this, we evaluate the saving that the company could have achieved if it had behaved efficiently in the question of contracting productive factors.

*Key words:* rail transport, allocative efficiency, distance function, saving in costs.

*JEL classification:* L51, L92, D24.

## I. INTRODUCCIÓN

EL objetivo inicial de este artículo es discutir y medir la presencia de ineficiencia asignativa en RENFE y su evolución a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Con esta tarea se viene a completar un campo de estudio, el análisis de la eficiencia en el sector ferroviario español, que ya dispone de trabajos ampliamente difundidos en lo que concierne al estudio de la productividad y de la eficiencia, tanto técnica como económica (1). Sin embargo, la investigación sobre la eficiencia asignativa, es decir, aquella que nos indica si la empresa elige la combinación óptima de factores, dados la tecnología y sus precios relativos, es una área aún por explorar (2). Y en ella, precisamente, es donde pretende adentrarse nuestro trabajo. Pero aún se dará un paso más, pues no sólo se identificará la presencia de ineficiencia asignativa, sino que se evaluará su coste en términos monetarios. Gracias a ello, podremos conocer el volumen de ahorro que aportaría un comportamiento minimizador de costes por parte de la empresa y, por consiguiente, estaremos midiendo el sacrificio que impone mantener la conducta ineficiente.

Puesto que nuestras fuentes de información —la propia RENFE y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles— nos permiten disponer de datos para el período 1955-2000, será posible estudiar cómo ha ido variando la conducta de la empresa desde el punto de vista de la asignación de recursos y, con ello, el coste de la ineficiencia durante una etapa en la que RENFE ha

experimentado cambios drásticos en el ámbito tecnológico, en su estructura organizativa y también en la cuota de mercado de transporte de viajeros y de mercancías, así como el impacto de nuestra incorporación a la Unión Europea y de la puesta en marcha de una política común de transporte en general, y ferroviaria en particular (3).

En términos generales, desde la década de 1950 el ferrocarril en España ha sufrido un importante período de declive, algo amortiguado en los últimos años del siglo. Si en 1950 absorbía el 60 por 100 del tráfico interno de pasajeros y el 33 por 100 del de mercancías, en 2000 esas cuotas habían descendido hasta el 4,9 por 100 y el 3,6 por 100, respectivamente. Esta notable pérdida de peso del ferrocarril, junto con los fuertes déficit presupuestarios, está en el origen de una importante reconversión del sector en su conjunto, y de RENFE en concreto, particularmente intenso en las últimas décadas (4). Dentro de este proceso de racionalización, se ha producido una seria reducción de la dimensión de la red, de los elementos de transporte y, sobre todo, del personal. Todo ello ha venido acompañado de notables esfuerzos inversores y de modernización de la empresa, que se han reflejado en la renovación del material rodante (locomotoras, automotores y vagones), en la electrificación de las líneas o en la puesta en marcha del programa de alta velocidad, una meta que comparten la política ferroviaria de la Unión Europea y el Plan de Infraestructuras 2000-2007 del Ministerio de Fomento (5).

Pero los cambios relevantes no se han quedado ahí. También han alcanzado a la estructura, organización y modo de funcionamiento de la propia empresa. Tradicionalmente, RENFE venía operando como un monopolio público integrado, en el que todas las funciones y servicios corrían a cargo de una única entidad. El momento estelar del cambio se produce con la puesta en funcionamiento de los contratos-programa (1984-1986; 1988-1991; 1994-1998 y 1999-2000) y la descentralización de la compañía en líneas de negocio. Ambas vías de actuación se orientaron hacia la mejora en la gestión y el control de los resultados, el aumento de la competencia en el sector y el saneamiento de sus cuentas. Pese a que han supuesto una sensible mejora, a comienzos del siglo XXI el déficit sigue siendo importante (6), lo que induce a algunos autores a pensar que «la estructura basada en las unidades de negocio y en los contratos-programa (...) está prácticamente agotada. La incapacidad para reducir de manera notable el déficit de la compañía, así como para mejorar la eficiencia en su gestión, denotan la necesidad de poner en marcha una reestructuración más profunda» (De Rus y Campos, 2001: 161). En esta dirección apunta la creación en 1997 del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), que responde a la política diseñada por la Unión Europea de separación entre infraestructuras y explotación de los servicios de transporte ferroviario.

Es en este marco genérico en el que este artículo pretende investigar cuán lejos, o cerca, ha estado y está RENFE de la conducta minimizadora de costes, en qué medida la descentralización y los contratos-programa han favorecido este comportamiento y cuál es el camino que aún queda por recorrer, es decir, qué ahorro de costes cabe esperar de una asignación más eficiente a la hora de contratar los factores.

Para llevar a cabo este objetivo, utilizaremos la metodología de la función de distancia orientada al *input*. Pese a que dicho procedimiento ya fue enunciado por Shephard (1953), su aplicación al campo de la eficiencia, en especial a la asignativa, es relativamente reciente, tanto en el ámbito internacional (véase, por ejemplo, Färe y Grosskopf, 1990; Atkinson *et al.*, 1998) como nacional (Rodríguez Álvarez, 2000).

Este método, cuyas características técnicas básicas se comentan en el anexo I, tiene ciertas ventajas frente a otros enfoques más habituales que miden la eficiencia mediante el uso de funciones de producción o de costes. Frente a las primeras, la función de distancia permite modelizar procesos productivos con varios *outputs*, lo que la hace particularmente atractiva en el caso de empresas multiproducto como RENFE. Frente a la función de costes, introduce tres avances: *primero*, no exige el supuesto de minimización de costes, una hipótesis que

puede ser particularmente cuestionable en el caso de nuestros ferrocarriles; *segundo*, a la hora de ser estimada, no precisa información sobre los precios de los *inputs* ni debe imponer que éstos sean exógenos; esta flexibilidad puede ser especialmente importante en sectores, como el ferroviario, en los que pueden existir distintos mecanismos de control de los precios de los factores, y *tercero*, la función de distancia nos permite obtener directamente una medida de la ineficiencia asignativa con independencia del grado de eficiencia técnica.

## II. LA EVALUACIÓN DE LA INEFICIENCIA ASIGNATIVA

El punto de partida de nuestro análisis es uno de los supuestos fundamentales de la teoría neoclásica de la producción: la hipótesis de comportamiento minimizador de costes por parte de las empresas. De acuerdo con este supuesto, una empresa será asignativamente eficiente si la combinación elegida de cualquier par de *inputs* ( $x_i, x_j$ ) satisface que el cociente de sus precios relativos ( $w_i, w_j$ ) se iguala con el cociente de sus respectivos productos marginales ( $PMg_i, PMg_j$ ):

$$\frac{PMg_i}{PMg_j} = \frac{w_i}{w_j} \quad [1]$$

En el contexto de mercados de competencia imperfecta o de empresas reguladas, como RENFE, la condición de mínimo coste puede no cumplirse respecto a los precios de mercado. En este caso, se definen unos precios «sombra» para los cuales sí se cumple dicha condición. Si éstos difieren de los de mercado, nos encontraríamos en presencia de ineficiencia asignativa, que además suponemos que puede ser persistente debido a las particulares características del sector. Pero los precios «sombra» no son conocidos, y precisamos hallar una relación entre ellos y los de mercado. Esto es justamente lo que nos permite la incorporación de una función de distancia  $D_i(y, x)$ , donde  $x$  y  $y$  son dos vectores de *inputs* y *outputs*, respectivamente (véase anexo I). Y es que, teniendo en cuenta el dual del lema de Shephard, Färe y Grosskopf (1990) demuestran que la derivada de la función de distancia respecto de un *input* es el precio «sombra» (normalizado por el coste) de dicho *input*. Por tanto, para cualquier par de factores de producción ( $i, j$ ) podemos obtener fácilmente su cociente de precios sombra.

$$\frac{\frac{\partial D_i(y, x)}{\partial x_i}}{\frac{\partial D_i(y, x)}{\partial x_j}} = \frac{w_i^s(y, x)}{w_j^s(y, x)} \quad [2]$$

Para poder relacionar precios «sombra» y precios de mercado, Atkinson y Halvorsen (1984), Eakin y Kniesner (1988), y Färe y Grosskopf (1990) proponen la siguiente corrección paramétrica:

$$w_i^s(y, x) = k_i w_i \quad [3]$$

A partir de ella, tenemos que:

$$\frac{w_i^s(y, x)}{w_j^s(y, x)} = k_{ij} \frac{w_i}{w_j} \quad [4]$$

El parámetro  $k_{ij}$  permite saber en qué medida los precios «sombra», a los que la empresa minimizaría costes dada la proporción de *inputs* elegida, difieren de los del mercado. Con ello, podemos identificar no sólo la presencia de ineficiencia asignativa sino también su dirección. Así, si  $k_{ij} = 1$ , la empresa es asignativamente eficiente, pero si  $k_{ij} > 1$  el factor  $i$  está siendo infrautilizado respecto al factor  $j$ , y si  $k_{ij} < 1$  será este último factor el que se infrautiliza.

En nuestro caso, para obtener los precios «sombra» y medir la eficiencia asignativa en RENFE, estimamos el siguiente sistema de ecuaciones integrado por la función de distancia y las ecuaciones de participación en costes, que se incluyen para mejorar la eficiencia de la estimación (7):

$$\ln 1 = \ln D_i(y, x) \quad [5]$$

$$[6] \quad \frac{\partial \ln D_i(y, x)}{\partial \ln x_i} = \frac{\partial D_i(y, x)}{\partial x_i} \cdot \quad [6]$$

$$\cdot \frac{x_i}{D_i(y, x)} = \frac{w_i^s}{C(y, w^s)} x_i$$

$$(i=1, \dots, n)$$

### III. LOS DATOS

En este apartado se comentan los datos empleados en la estimación del sistema de ecuaciones anterior. Estas cifras, con frecuencia anual y correspondientes al período 1955-2000, han sido extraídas de las memorias anuales de RENFE, del Archivo Histórico Ferroviario de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, de los informes anuales sobre los Transportes y los Servicios Postales del Ministerio de Fomento, de los anuarios estadísticos del INE y de algunas recopilaciones de datos suministradas por Muñoz Rubio (1995).

Uno de los rasgos más relevantes de sector ferroviario es su naturaleza de empresa multiproducto. En la medida de lo posible, la hemos tenido en cuenta, aunque la escasez de información nos ha obligado a considerar únicamente dos *outputs*. Por un lado, la variable (*Fkm*) que recoge todo el transporte de mercancías comerciales, medido en millones de toneladas por kilómetro; por otro, la variable (*Vkm*) que agrupa el transporte de viajeros, medido en millones de pasajeros por kilómetro (8).

Para la obtención de un determinado nivel de *output*, hemos considerado tres *inputs*: trabajo (*L*), energía (*E*) y capital (*K*). El trabajo es el número anual de empleados, tanto fijos como contratados, homogeneizados en unidades equivalentes de jornada completa; su coste es el gasto de personal, en euros corrientes. El *input* energía se ha medido a partir del consumo de carbón, gasóleo y electricidad del material motor, homogeneizado en kilos equivalentes de petróleo —*kep* (9)—; en cuanto a su coste, hemos considerado los gastos en combustible, carburante y energía eléctrica medidos en euros corrientes de cada año.

Para el capital, hemos acudido a las unidades físicas de material motor, que incluyen locomotoras eléctricas, diesel y de vapor y automotores eléctricos y diesel. A partir de la información suministrada por Muñoz Rubio (1995) y las memorias de RENFE, hemos procedido a homogeneizar la muestra. Para ello, en primer lugar, hemos construido la estructura de edades de cada tipo de unidad de tracción que se hallaba en servicio; a continuación, se ha calculado su depreciación, según sus años de servicio correspondientes, mediante un método de cuotas constantes y considerando una vida útil promedio de treinta años; finalmente, y para tener en cuenta la diversidad del material de tracción, lo hemos normalizado basándonos en su potencia y rendimiento energético. Con todo este proceder, hemos intentado captar el proceso de modernización sufrido por el material motor a lo largo de las más de cuatro décadas que abarca nuestro estudio. De este modo, cada unidad de capital representaría una máquina con el mismo consumo energético por kilómetro recorrido que una locomotora eléctrica en 1994. Para medir el coste del capital, hemos utilizado el valor de las inversiones realizadas por la empresa en material móvil, divididas entre su promedio de años de vida útil, más los gastos en amortizaciones, todo ello valorado en euros corrientes de cada año.

En otro orden de cosas, y dada la complejidad de la tecnología del transporte ferroviario, sería ingenuo pensar que con la estimación de la función de distancia pudiésemos recoger todos los elementos que pueden afectar a dicha tecnología. Para paliar al menos en parte dicha carencia, hemos incorporado la variable de den-

CUADRO N.º 1

## ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES USADAS EN LA ESTIMACIÓN

	PERÍODO 1955-1985				PERÍODO 1985-2000				PERÍODO 1955-2000			
	Media	S. D.	Mínimo	Máximo	Media	S. D.	Mínimo	Máximo	Media	S. D.	Mínimo	Máximo
<b>Outputs</b>												
TRÁFICO DE VIAJEROS (millones de viajeros-km).....	10.845	2.062	7.341	13.527	15.676	1.210	13.527	18.547	12.992	3.005	7.341	18.547
TRÁFICO DE MERCANCÍAS (millones de toneladas-km) ...	8.297	1.439	6.330	10.795	10.400	1.037	7.617	11.542	9.215	1.657	6.330	11.542
<b>Inputs</b>												
TRABAJO.....	100.078	25.352	70.216	135.321	51.785	14.738	33.336	74.965	78.667	32.471	33.336	135.321
CAPITAL (Unidades homogeneizadas de material motor en servicio)...	631	112	440	774	794	35	732	867	703	120	440	867
ENERGÍA (10° kcal.).....	11.155	8.594	2.685	24.122	2.670	91	2.457	2.793	7.635	7.773	2.457	24.122
DENSIDAD DE TRÁFICO .....	1,46	0,25	1,03	1,83	2,07	0,19	1,79	2,45	1,73	0,38	1,03	2,45
<b>Porcentaje sobre los costes</b>												
TRABAJO.....	69,8	9,5	47,3	82,0	66,7	7,3	60,4	80,8	68,6	8,5	47,3	82,0
CAPITAL .....	11,7	3,9	6,23	18,2	23,1	2,44	13,1	30,5	15,6	6,5	6,2	30,5
ENERGÍA .....	18,4	12,3	6,1	44,5	10,1	1,1	7,7	11,7	15,7	10,5	6,1	44,5

sidad de tráfico (*MODER*) como una medida aproximada del esfuerzo de modernización en la estructura de la red ferroviaria a lo largo del periodo estudiado; esta variable se define como el cociente entre las unidades de tráfico y la longitud total de la red. Por último, desde 1984 añadimos una variable de tendencia (*PROG*) con el propósito de controlar los efectos de los contratos-programa puestos en marcha por RENFE a partir de esa fecha. Los estadísticos descriptivos de todas las variables empleadas en este estudio se muestran en el cuadro n.º 1.

#### IV. MEDIDAS DE LA INEFICIENCIA ASIGNATIVA EN RENFE

La estimación del sistema de ecuaciones formado por la función de distancia y las ecuaciones de participación en costes se muestra en el cuadro n.º 2. Los coeficientes de primer orden estimados son todos significativos y tienen el signo apropiado: no decreciente en *inputs* y creciente en *outputs*. Además, se ha contrastado que la función de distancia estimada es cóncava en *inputs*. Respecto a la variable tendencia (*PROG*) el coeficiente es negativo y significativo. De ello se deduce que la introducción de los

contratos-programa a partir de 1984 ha mejorado la productividad de RENFE. Por otro lado, el coeficiente de la variable que aproxima el cambio técnico es positivo y significativo, lo que indica la presencia de progreso técnico.

Los coeficientes de los parámetros  $A_L$  y  $A_K$  que, como se explica en el anexo II, indican la existencia de ineficiencia asignativa persistente, son significativamente diferentes de cero (10). De ello se deduce que, en la media muestral, los precios sombra y los de mercado difieren. En concreto, el trabajo se ha empleado en una proporción superior a la óptima (sobreutilizado), mientras que el capital se ha infrautilizado.

Para conocer la ineficiencia asignativa entre cada par de *inputs*, hemos calculado el valor de los coeficientes  $k_{ij}$  en la media muestral (véase cuadro, n.º 3) (11). Conviene recordar que valores de  $k_{ij}$  menores que uno indican que el factor  $i$  está siendo sobreutilizado con respecto al factor  $j$ , dado el vector de precios de los *inputs*. Evaluando su comportamiento en la media muestral, se aprecia que el trabajo se ha sobreutilizado tanto respecto al capital como a la energía. En cuanto a la relación entre estos dos últimos, ha sido la energía quien se ha so-

CUADRO N.º 2

**A) SISTEMA DE FUNCIÓN DE DISTANCIA ESTIMADO**  
(Período muestral 1955-2000)

Variable	Coficiente	Estadístico-t
Constante.....	2,6241	0,7331
Log(Fkm).....	-0,4273	-6,7066
Log(Pkm).....	-0,9907	-8,2691
Log(L).....	0,5238	13,1370
Log(E).....	0,1301	7,6549
Log(K).....	0,3060	8,8114
Log(Fkm) · Log(Fkm).....	-4,5403	-1,9084
Log(Pkm) · Log(Pkm).....	5,2751	2,6396
Log(Fkm) · Log(Pkm).....	-1,9050	-1,2723
Log(L) · Log(L).....	0,0191	0,4475
Log(L) · Log(K).....	0,0196	0,6787
Log(L) · Log(E).....	-0,0386	-1,7058
Log(E) · Log(K).....	-0,0249	-1,6434
Log(E) · Log(E).....	0,0636	3,2841
Log(K) · Log(K).....	0,0053	0,2204
Log(Fkm) · Log(L).....	0,0581	1,0297
Log(Fkm) · Log(K).....	0,0101	0,2389
Log(Fkm) · Log(E).....	-0,0681	-1,5561
Log(Pkm) · Log(L).....	-0,0185	-0,3105
Log(Pkm) · Log(E).....	-0,0285	-0,5950
Log(Pkm) · Log(K).....	0,0471	1,0523
Log(Pkm) · PROGC.....	0,0264	1,0030
Log(Fkm) · PROGC.....	0,0031	0,0730
PROGC · PROGC.....	0,0006	0,5250
PROGC.....	-0,0242	-3,2820
Log(E) · PROGC.....	-0,0050	-2,2731
Log(L) · PROGC.....	-0,0077	-2,3886
Log(K) · PROGC.....	0,0127	5,3520
PROGC · MODER.....	-0,0095	-0,2648
MODER.....	0,8896	8,2090
MODER · MODER.....	-0,4544	-0,1981
MODER · Log (Pkm).....	-2,2131	-1,1224
MODER · Log (Fkm).....	2,5681	1,1651
MODER · Log (L).....	-0,0445	-0,6864
MODER · Log (K).....	-0,0472	-0,9786
MODER · Log (E).....	0,0917	1,7554
A <sub>L</sub> .....	0,1989	4,6693
AK.....	-0,1989	-4,6693

**B) ESTADÍSTICOS DEL MODELO**

Ecuación	R-cuadrado	DW	E.S. de la regresión
Función de distancia.....	—	1,93	0,017
Participación en costes del factor trabajo.....	0,98	2,11	0,015
Participación en costes del factor capital.....	0,98	1,63	0,012
Participación en costes del factor energía.....	0,99	2,10	0,013

breutilizado. En consecuencia, y en el periodo estudiado, una conducta más eficiente de RENFE, que permitiera una reducción de sus costes, debería haber pasado por haber empleado una mayor proporción del capital tanto frente a la energía como, sobre todo, frente al trabajo.

Gracias al gráfico 1 podemos conocer también la evolución de dichos índices de eficiencia a lo largo de todo el periodo considerado. Lo primero que debemos apuntar es que, en todo momento, RENFE se ha mantenido sensiblemente alejada de la eficiencia asignativa, refle-

CUADRO N.º 3

**COEFICIENTES DE INEFICIENCIA ASIGNATIVA ( $K_{ij}$ ) ESTIMADOS**

	Valores medios (*)
$K_{\text{ENERGÍA, CAPITAL}}$ .....	0,5221 (0,46, 0,59)
$K_{\text{TRABAJO, CAPITAL}}$ .....	0,2968 (0,24, 0,35)
$K_{\text{TRABAJO, ENERGÍA}}$ .....	0,6841 (0,62, 0,73)

\* Evaluados en la media muestral usando los coeficientes del sistema de la función de distancia.

Nota: Intervalos de confianza al 95 por 100 para  $K_{ij}$  entre paréntesis.

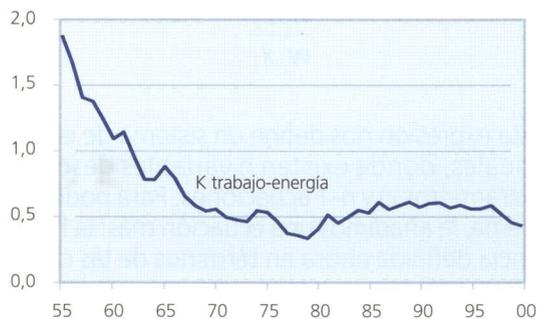
jada por unos coeficientes  $k_{ij}$  iguales a uno, muy especialmente en cuanto a las proporciones entre trabajo y capital. Es muy interesante destacar el cambio de tendencia observado en la relación entre el trabajo y la energía. En los primeros años del periodo, RENFE hizo un uso más intenso de la energía, pero en un proceso continuamente decreciente, quizá ligado con las mayores contrataciones de trabajadores y con la senda de modernización tecnológica, particularmente reflejada en la electrificación, que permitieron ahorros relativos en el consumo de energía. A partir de mediados de la década de los sesenta, los términos se invierten y comienza a experimentarse una progresiva sobreutilización del trabajo, conducta que se estabiliza durante la década de los ochenta.

Si observamos ahora la evolución de los índices  $k_{lk}$  y  $k_{ek}$  comprobamos que la ineficiencia asignativa pareció mejorar en dos etapas: 1963-1973 y 1984-1994. Estos dos momentos coinciden con dos decisiones trascendentales en la gestión de RENFE. En primer lugar, la puesta en marcha del *Plan Decenal de Modernización*, que permitió mayores niveles de inversión en capital. En segundo lugar, los contratos-programa, que significaron la puesta en práctica de importantes políticas de ajuste que incluían la reducción de personal y el cierre de líneas fuertemente deficitarias con el objeto de sanear la compañía en términos financieros. El suave, pero progresivo, deterioro de los índices de eficiencia en los últimos años contribuye a apuntalar la opinión de que los contratos-programa han agotado su capacidad para alcanzar los objetivos que se habían propuesto.

**V. EL COSTE DE LA INEFICIENCIA**

Hemos comprobado que durante el período 1955-2000 RENFE ha sido, de manera sostenida, ineficiente desde el punto de vista asignativo; es decir, ha elegido com-

**GRÁFICO 1  
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA INEFICIENCIA ASIGNATIVA RELATIVA PARA CADA PAR DE INPUTS. COEFICIENTES  $K$**



binaciones de factores productivos que no minimizaban los costes. Por tanto, en su actividad se han generado unos sobrecostes por encima del nivel óptimo. Nuestra intención es calcular cuál ha sido el volumen de dicho sobrecoste y, de este modo, averiguar qué ahorro se podría haber obtenido si la empresa hubiese sido asignativamente eficiente.

El procedimiento que proponemos exige, en primer lugar, conocer qué cantidades de factores ( $x^*$ ) debería

haber elegido la empresa para minimizar los costes de producción teniendo en cuenta los precios vigentes en el mercado. Una vez conocidas dichas cantidades, podremos calcular los costes en que habría incurrido la empresa y, tras compararlos con los que verdaderamente ha soportado, determinar la cuantía del ahorro que se hubiese podido obtener.

A partir del dual del lema de Shephard, y para cualquier combinación óptima de inputs  $(x_i^*, x_j^*)$ , se cumple que:

$$\frac{\frac{\partial \ln D_i(y, x)}{\partial \ln x_i^*}}{\frac{\partial \ln D_i(y, x)}{\partial \ln x_j^*}} = \frac{w_i x_i^*}{w_j x_j^*} \quad [7]$$

Nuestro problema es cómo relacionar el par  $(x_i^*, x_j^*)$  óptimo, pero desconocido, con las cantidades conocidas  $(x_i, x_j)$ . Para ello, planteamos una sencilla corrección paramétrica del tipo  $x_i^* = z_i x_i$ , que establece que la cantidad de *input* óptima  $(x_i^*)$  es una proporción ( $z_i > 0$ ) de la cantidad realmente elegida  $(x_i)$ . En estas condiciones, la ecuación anterior se puede transformar en:

$$\frac{\frac{\frac{\partial \ln D_r(y, x)}{\partial \ln x_i^*}}{\partial \ln D_r(y, x)}}{\frac{\partial \ln x_j^*}{\frac{w_i x_i}{w_j x_j}}} = \frac{z_i}{z_j} \quad [8]$$

Esta expresión nos define un sistema de ecuaciones no lineales, donde existen  $n$  variables desconocidas (los parámetros  $z$ ) y  $n-1$  ecuaciones. Para poder resolver el sistema, le añadimos una ecuación más: la función de distancia definida ahora en términos de las cantidades de *inputs* óptimas:

$$\ln 1 = \ln D_i [y, (z_{ij} z_j x_i)] \quad [9]$$

donde  $z_{ij} = z_i/z_j$ , luego  $x_i^* = z_{ij} z_j x_i$ .

Como solución de este sistema, obtenemos las correcciones paramétricas  $z_i$ , que nos permiten averiguar las cantidades óptimas de cada factor que deberían haberse empleado para minimizar el coste (12). Si comparamos este coste mínimo con aquel en el que se ha incurrido en la realidad, obtenemos el coste de la ineficiencia asignativa, es decir, una medida monetaria del sacrificio que impone dicha ineficiencia.

GRÁFICO 2  
CONTRIBUCIÓN DE LA INEFICIENCIA ASIGNATIVA AL COSTE TOTAL



En la media muestral, dicho coste hubiese representado un 14 por 100 del coste total. Si nos fijamos en la evolución temporal de este sobrecoste representada en el gráfico 2, observamos, una vez más, una clara mejora después de todo el período analizado, centrada en dos etapas: la que abarca los años 1965-75 y otra posterior a 1984. Si en 1960 una asignación eficiente hubiese permitido una reducción del 20 por 100 en los costes de RENFE, en la última década del siglo ese porcentaje se ha reducido a la mitad aunque, en términos estrictamente monetarios, representa una cifra nada despreciable de casi 162 millones de euros anuales. Estos últimos datos nos llevan a concluir que, si bien la ineficiencia asignativa sigue siendo hoy un problema económico y cuantitativamente importante, el comportamiento de RENFE a lo largo de las últimas décadas ha facilitado su reducción hasta situarlo en un nivel más controlable, e incluso que la empresa podría asumir, habida cuenta de los componentes sociales del transporte ferroviario en España.

## VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Durante la mayor parte de su historia, RENFE, la compañía que suministra la inmensa mayoría de los servicios de transporte ferroviario en España, ha operado como un monopolio público integrado. En los últimos años, siguiendo las directrices de la política de transportes diseñada por la Unión Europea, ha venido reordenando su estructura con el horizonte de la separación entre la gestión de las infraestructuras y la prestación de los servicios de transporte, y todo ello en un marco ampliamente regulado. Además, históricamente, su fun-

cionamiento se ha caracterizado por la presencia de importantes déficit financieros que las distintas políticas acometidas en los últimos años han conseguido moderar, pero en ningún caso corregir. La naturaleza pública y regulada de la compañía induce a pensar que su conducta puede desviarse del objetivo estándar de la minimización del coste. En estas condiciones, cabe imaginar que se comporte de manera ineficiente desde el punto de vista asignativo; es decir, que elija una combinación de factores que, dados los precios vigentes en el mercado, no implique un coste mínimo. En nuestro artículo analizamos en qué medida ha sido así a lo largo del último medio siglo. Pero, además, calculamos en términos monetarios el sobrecoste provocado por la ineficiencia asignativa. De este modo, conocemos el ahorro que podría haber alcanzado la empresa si se hubiese conducido como minimizadora del coste y, por consiguiente, podemos conocer el sacrificio en términos de déficit que ha significado la conducta ineficiente.

Para detectar la presencia de eficiencia asignativa y averiguar qué factores están siendo sobre(infra)utilizados, aplicamos una metodología novedosa en nuestro país, la estimación de una función de distancia orientada al *input*, que goza de importantes ventajas en el caso de sectores y empresas reguladas. A partir de dicha estimación, elaboramos un modelo matemático que nos permite cuantificar el coste provocado por la ineficiencia asignativa. Como resultado de todos estos procedimientos, hemos obtenido las siguientes conclusiones:

**1.** Se observa la presencia de ineficiencia asignativa persistente, asociada con la sobreutilización del factor trabajo. Es decir, RENFE ha mantenido un exceso de trabajo, por encima del nivel óptimo, de acuerdo con los precios de los factores vigentes en el mercado.

**2.** Cuando analizamos las relaciones entre cada par de *inputs*, apreciamos que el trabajo se ha sobreutilizado tanto frente a la energía como frente al capital. Por su parte, éste último se ha venido infrautilizando respecto al factor energético.

**3.** Aunque éstas son las conclusiones más generales para el periodo 1955-2000, también hemos analizado la evolución de los índices de eficiencia a lo largo de esas casi cinco décadas. En ellas, RENFE siempre se ha movido lejos de los umbrales de un comportamiento eficiente desde el punto de vista asignativo. Sin embargo, el cambio tecnológico, asociado especialmente con la electrificación, ha permitido un empleo más ajustado del *input* energía.

**4.** Por otro lado, las políticas de ajuste de plantillas han facilitado un uso más eficiente del factor trabajo. De to-

dos modos, en los últimos años se aprecia un nuevo aumento en la sobreutilización de este factor, lo que parece indicar que, al menos desde la óptica de la eficiencia, los contratos-programa han ido perdiendo su eficacia.

**5.** Si durante la etapa 1955-2000 RENFE se hubiese comportado de manera asignativamente eficiente, minimizando sus costes, debería haber reducido aún más el uso del *input* trabajo, mientras aumentaba simultáneamente las cantidades de energía y capital contratadas. Esta política le hubiese permitido una reducción de sus costes en un promedio anual del 14 por 100.

**6.** Cuando se parcela el periodo estudiado, se puede concluir que las grandes decisiones estratégicas de la compañía en el último medio siglo (electrificación, Plan Decenal de Modernización, contratos-programa) han sido eficaces, contribuyendo a una mejora sustancial en los índices de eficiencia y permitiendo con ello importantes ahorros en los costes. Del mismo modo, el empeoramiento observado en los últimos años parece apuntar hacia la idea de que los contratos-programa están agotando su eficacia.

#### NOTAS

(1) Véase CANTOS y MAUDOS (2000); CANTOS, PASTOR y SERRANO (1999) o, a modo de resumen, CAMPOS y CANTOS (1999). Para un análisis más general sobre las medidas de eficiencia productiva, ver ÁLVAREZ PINILLA (2001).

(2) BOSCO (1996), BAÑOS PINO *et al.* (2002) y RODRÍGUEZ ÁLVAREZ *et al.* (2002) han sido los primeros en estudiar la eficiencia asignativa en el sector ferroviario, tanto español como europeo.

(3) En términos generales, la política ferroviaria de la Unión Europea (Directiva 91/440; *Libro Blanco del Ferrocarril*, 1996 y, más recientemente, el llamado «Paquete Ferroviario», integrado por las directivas 2001/12 —que modifica la Directiva 91/440— 2001/13 y 2001/14) apuesta por una mayor desregulación del sector, por un aumento de la competencia y de la iniciativa privada, con la correspondiente reducción del peso del sector público, y por un sistema ferroviario integrado (NASH, 1999; CAMPOS y CANTOS, 1999).

(4) Conviene recordar que hablar de RENFE es prácticamente sinónimo de hablar del sector ferroviario español, pues, en el año 2000, a esta compañía le correspondían el 86 por 100 de la red, el 92 por 100 del transporte de viajeros y el 95 por 100 del de mercancías.

(5) El volumen de inversiones ferroviarias en el Plan de Infraestructuras 2000-2007 se situará en alrededor de 40.000 millones de euros para el periodo 2000-2010, y tiene como objetivo la modernización del transporte ferroviario, así como mejorar su competitividad.

(6) Aunque el buen comportamiento de la empresa durante el periodo del último contrato-programa ha permitido incluso reducir las aportaciones del Estado en algo más de 45 millones de euros en el año 2000, el déficit de RENFE antes de las aportaciones del Estado en esa fecha aún era muy elevado, rebasando los 1.318 millones de euros.

(7) Las características técnicas de la estimación se discuten en el anexo II.

(8) Indudablemente, el uso de series tan agregadas, ya sea de pasajeros o de mercancías, puede haber sesgado nuestros resultados, que serían más ajustados si las fuentes estadísticas permitiesen un mayor desglose de ambos *outputs*.

(9)  $1 \text{ kep} = 10.000 \text{ kcal}$ .

(10) El coeficiente estimado para  $A_E$  fue de  $-0,0263$  con un estadístico  $t$  de  $-0,0263$ . Por tanto, dado que no es estadísticamente significativo, se ha eliminado en la estimación final.

(11) Para realizar inferencia a partir de dichos coeficientes  $k_{ij}$  hemos seguido una técnica estándar de *bootstrapping* que, tras repetir cien veces la estimación del sistema, nos permite generar unos pseudo-datos de los  $k_{ij}$ , tal que se puede identificar cuál es su distribución (Efron y Tibshirani, 1986).

(12) Dado que las ecuaciones son homogéneas de grado cero en precios, podemos normalizarlas con respecto a cualquier *input*  $z_j x_j$ . Con ello obtenemos los parámetros  $z_{ij}$ . Tras sustituirlos en la función de distancia, se calculan los valores correspondientes a los distintos  $z_j$ . Este método de resolución se ha inspirado en KOPP y DIEWERT (1982).

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ PINILLA, A. (2001), «Concepto y medición de la eficiencia productiva», en ÁLVAREZ PINILLA, A. (coord.), *La medición de la eficiencia y la productividad*, Ediciones Pirámide, Madrid.
- ATKINSON, S. E., y HALVORSEN, R. (1984), «Parametric efficiency tests, economics of scale, an input demand in U.S. electric power generation», *International Economic Review*, 25: 643-662
- ATKINSON, S.; FÅRE, R., y PRIMONT, D. (1998), «Stochastic estimation of firm inefficiency using distance functions», mimeo, Department of Economics, University of Georgia.
- BAÑOS PINO, J.; FERNÁNDEZ BLANCO, V., y RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, A. (2002), «The allocative efficiency measure by means of a distance function: The case of Spanish public railways», *European Journal of Operational Research*, 137: 191-205.
- BOSCO, B. (1996), «Excess-input expenditure estimated by means of an input distance function: The case of public railways», *Applied Economics*, 28: 491-497.
- CAMPOS, J., y CANTOS, P. (1999), «Los cambios en la política ferroviaria en España», *PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA*, 82: 43-58.
- CANTOS, P., y MAUDOS, J. (2000), «Efficiency, technical change and productivity in the European rail sector: A stochastic frontier approach», *International Journal Transport Economics*, vol. XXVII, (1): 55-75.
- CANTOS, P.; PASTOR, J. M., y SERRANO, L. (1999), «Productivity, efficiency and technical change in the European railways: A non-parametric approach», *Transportation*, vol XXVI, (4): 337-357.
- COMISIÓN EUROPEA, (1996), *Libro Blanco. Una estrategia para revitalizar los ferrocarriles comunitarios*, Bruselas.
- DE RUS, G., y CAMPOS, J. (2001), *El sistema de transportes europeo: un análisis económico*, Editorial Síntesis, Madrid.
- EAKIN, B., y KNIESNER, T. (1988), «Estimating a non-minimum cost function for hospitals», *Southern Economic Journal*, 54: 583-597.
- EFRON, B., y TIBSHIRANI, R. (1986), «Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals and other measures of statistical accuracy», *Statistical Science*, 1: 54-77.
- FÅRE, R., y GROSSKOPF, S. (1990), «A distance approach to price efficiency», *Journal of Public Economics*, 43: 123-126.
- FERRIER, G., y LOVELL, C. A. K. (1990), «Measuring cost efficiency in banking», *Journal of Econometrics*, 46: 229-245.
- KOPP, R. J., y DIEWERT, W. E. (1982), «The decomposition of frontier cost function deviations into measures of technical and allocative efficiency», *Journal of Econometrics*, 19: 319-331.
- MUÑOZ RUBIO, M. (1995), *RENFE (1941-1991), Medio siglo de ferrocarril público*, Ediciones Luna, Madrid.

NASH, C. (1999), «Desarrollo de la política ferroviaria en la Unión Europea», *PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA*, 82: 210-224.

RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, A. (2000), «La medida de la eficiencia asignativa en una burocracia: el sector hospitalario público español», tesis doctoral, mimeo, Universidad de Oviedo, Oviedo.

RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, A.; FERNÁNDEZ BLANCO, V., y BAÑOS PINO, J. (2002), «El efecto de la regulación sobre la eficiencia asignativa de las compañías ferroviarias europeas», *Documento de Trabajo 0201*, Programa de Investigaciones Económicas, Fundación Empresa Pública, Madrid.

SHEPHARD, R. W. (1953), *Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton.

— (1970), *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton.

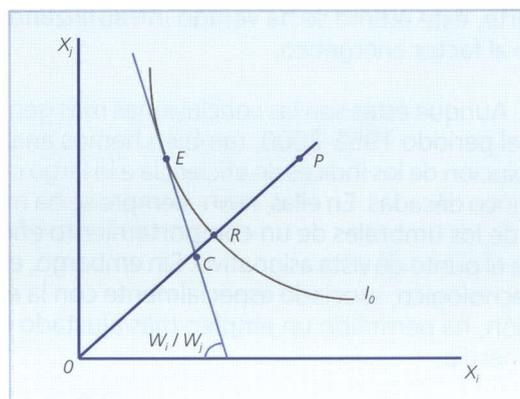
## ANEXO I

### Eficiencia y función de distancia

Un empresario es económicamente eficiente cuando minimiza el coste de producir un determinado nivel de *output*, dados los precios de los *inputs* y la tecnología. Para ser económicamente eficiente también ha de serlo técnica (producir ese nivel de *output* con la cantidad mínima de factores) y asignativamente (utilizar la combinación óptima de factores tal que minimice el coste). Los diversos conceptos de eficiencia pueden ilustrarse fácilmente a través del gráfico AI.1, que combina la isocuanta  $I_0$  (integrada por las distintas combinaciones de dos *inputs* ( $x_1$  y  $x_2$ ) que permiten alcanzar el nivel de *output*  $y_0$ ) y la recta isocoste, cuya pendiente viene determinada por la relación de precios de los factores  $w_1/w_2$ .

La combinación  $E$ , situada en el punto de tangencia entre la isocuanta y la isocoste, es la única combinación económica-

GRÁFICO AI.1  
EFICIENCIA TÉCNICA, ASIGNATIVA Y FUNCIÓN DE DISTANCIA ORIENTADA AL INPUT



mente eficiente. Mientras, la combinación  $P$  es ineficiente tanto desde el punto de vista técnico (no está sobre la isocuanta) como asignativo (comporta un coste superior al mínimo necesario para producir  $y_0$ ).

Para medir ambos tipos de ineficiencia podemos ayudarnos de la función de distancia orientada al *input* (Shephard, 1953, 1970). Se define como el mayor escalar ( $\delta$ ) por el que se pueden dividir proporcionalmente todos los factores de producción y seguir produciendo el mismo nivel de *output*. Formalmente:

$$D_i(y, x) = \max_{\delta} \{ \delta : x/\delta \in L(y) \} \quad [A.I. 1]$$

donde  $y$  es el vector de *outputs*,  $x$  el vector de *inputs* y  $L(y)$  el conjunto de posibilidades de producción o tecnología de referencia.

La función de distancia orientada al *input* satisface las siguientes propiedades: a) es decreciente en *outputs*; b) es no decreciente en *inputs*; c) es homogénea de grado 1 en *inputs*; d) es cóncava en *inputs*; e) es válida para una tecnología multiproducto, y f) es dual de la función de costes. Además, permite medir ambos tipos de eficiencia. En términos gráficos, la medida de la eficiencia técnica es la ratio *OR/OP*, y la medida de la eficiencia asignativa es la ratio *OC/OR*.

## ANEXO II

### Estimación de la función de distancia

Para estimar la función de distancia, hemos empleado un método econométrico introduciendo una forma funcional flexible, concretamente una función *translog* multiproducto. De este modo el sistema de ecuaciones a estimar se convierte en:

$$\begin{aligned} \ln 1 &= \alpha_0 + \sum_{r=1}^m \alpha_r \ln y_r + \frac{1}{2} \sum_{r=1}^m \sum_{s=1}^m \alpha_{rs} \ln y_r \ln y_s + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i + \\ &+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j + \sum_{r=1}^m \sum_{i=1}^n \rho_{ri} \ln y_r \ln x_i + \varepsilon \\ \frac{x_i W_i}{C} &= \beta_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_j + \sum_{r=1}^m \rho_{ri} \ln y_r + \mu_i \end{aligned} \quad [A.II. 1]$$

para  $r, s = 1, \dots, m$  *outputs*;  $i, j = 1, \dots, n$  *inputs*, siendo  $C$  el coste total.

A la hora de estimar la función de distancia, es necesario imponer simetría y homogeneidad de grado uno en *inputs* (que es una propiedad de esta función).

Por su parte, los términos de error del sistema también tienen un significado importante. En el caso de la primera ecuación, suponemos una estructura de error compuesto:  $\varepsilon = u + v$ . El primer término ( $u$ ) es una variable aleatoria no negativa que mide la ineficiencia técnica; el segundo ( $v$ ) recoge el ruido estadístico. Ambos están independientemente distribuidos siguiendo una distribución normal de media cero y varianzas  $\sigma_u^2$  y  $\sigma_v^2$ , respectivamente. En cuanto al error de la segunda ecuación ( $\mu_i$ ), con él tratamos de contemplar la posibilidad de que la ineficiencia asignativa sea sistemática, es decir, continuada en el tiempo. Para ello, proponemos la siguiente estructura aditiva (Ferrier y Lovell, 1990):

$$\mu_i = \eta_i + A_i \quad i = 1, \dots, n. \quad [A.II. 2]$$

donde  $\eta_i$  [iid,  $N(0, \sigma_{\eta}^2)$ ] representa ruido estadístico mientras  $A_i$ , que puede ser positivo o negativo, refleja la posible ineficiencia asignativa sistemática en el uso de los *inputs*. Estos términos  $A_i$ , que varían según el *input*, pero no según la observación, cabe interpretarlos como una medida de la ineficiencia asignativa de cada *input* respecto a todos los demás *inputs* variables, frente a los coeficientes  $k_{ij}$ , que nos aportan una medida para cada par de *inputs*. Es muy importante destacar que, si los parámetros  $A_i$  no se tienen en cuenta y son estadísticamente distintos de cero, los coeficientes  $k_{ij}$  estimados estarán sesgados, y sus valores no serán significativamente distintos de uno.

Como en el caso de las empresas ferroviarias sus gestores tienen más poder para controlar los *inputs* que los *outputs*, se ha elegido una función de distancia con orientación al *input*. Entonces, se considera que los factores de producción son endógenos y el sistema se ha estimado, en consecuencia, usando variables instrumentales. Los instrumentos elegidos han sido las series de capital fijo nacional, el número de empleados en el sector agrario y del consumo de gasolina. En cuanto al procedimiento de estimación, se ha utilizado el método ITSUR. Por último, es interesante destacar que, al estar tomadas las variables en desviaciones respecto de la media geométrica, los coeficientes de primer orden de la función de distancia pueden interpretarse como elasticidades en la media muestral.