

## EFICIENCIA TÉCNICA EN LAS GRANDES EMPRESAS INDUSTRIALES DE ESPAÑA Y EUROPA

Angel BERGES LOBERA

*Universidad Autónoma de Madrid*

Fernando MARAVALL  
Ramón PEREZ SIMARRO

*Ministerio de Industria y Energía*

*En este artículo se estima la eficiencia técnica de las grandes empresas europeas utilizando el enfoque de Farrell, que relaciona el output con la utilización de los inputs capital y trabajo. La metodología que se utiliza para estimar la frontera de producción minimiza los posibles sesgos que los errores de medición pueden introducir en el cálculo de la frontera de producción. Una vez obtenida la eficacia técnica de cada una de las empresas se las agrupa por sectores y por países y se calcula la eficiencia media de cada país y cada sector. La eficiencia media del total de la muestra resulta ser 0,2, lo que quiere decir que el promedio de las grandes empresas europeas tiene una eficiencia técnica igual al 20 por 100 de la correspondiente al 1 por 100 de las empresas más eficientes.*

### 1. Introducción

Uno de los conceptos centrales de la teoría económica es el de «eficiencia». En la Teoría de la Producción, las funciones de producción, costes y beneficios son todas ellas «fronteras», definidas por las situaciones más eficientes en cada caso. La función de producción expresa el *máximo* producto que puede obtenerse a partir de una cantidad dada de *inputs*. De la misma forma la función de costes expresa el coste *mínimo* de producir una cantidad de producto, dados los precios de los factores. Finalmente la función de beneficio define el beneficio *máximo* que puede alcanzarse tomando como dados los precios del producto y de los factores de producción.

En este artículo se compara la eficiencia técnica de las grandes empresas españolas en relación a las europeas haciendo uso de la medida propuesta por Debreu (1951) y Farrell (1957). Las ventajas que presenta esta medida frente a otras utilizadas son varias, como señala Farrell y posteriormente Russell (1984). De una parte, esta medida tiene en cuenta todos los *inputs* —a diferencia, por ejemplo, de la productividad media del trabajo, frecuentemente utilizada— y, de otra parte, aun considerando todos los *inputs* no incurre en los problemas que surgen a la hora de elaborar los números índices. Además, la ventaja de considerar la eficiencia técnica y no la económica radica en que la primera prescinde de cuál sea el precio de los factores que, o bien puede ser distinto para los países y/o empresas que se

están comparando, o bien puede verse alterado con facilidad a lo largo del período considerado.

A los trabajos pioneros de Debreu y Farrell ha seguido una abundante literatura sobre la forma de especificar y de estimar estadísticamente la frontera de producción, así como sobre aplicaciones empíricas que tratan de medir la eficiencia técnica de las empresas o sectores económicos en distintos países.

El enfoque de Farrell (1957) pertenece a las especificaciones no paramétricas, en cuanto que no propone función explícita alguna de frontera. Este enfoque ha sido desarrollado y ampliado, entre otros, por Farrell y Fieldhouse (1962), Seitz (1970, 1971) y Todd (1971, 1985). El último trabajo de Todd constituye el marco de referencia de este artículo, en el que, como se verá más adelante, se ofrecen algunas modificaciones en la metodología utilizada por aquél, que corrigen algunas de sus deficiencias.

La principal limitación de la medida de Farrell empleada en este trabajo, proviene del supuesto de rendimientos constantes de escala. Aunque se han propuesto nuevas medidas de eficiencia técnica que abandonan este supuesto, en el artículo no se hace uso de ellas por entender que el mayor realismo de los supuestos tiene como contrapartida, en este caso, una pérdida considerable de precisión y una mayor ambigüedad en la interpretación de los resultados.

En este artículo, en primer lugar, se revisa la medida de eficiencia técnica de Farrell. En la sección 3 se detallan la fuente de los datos y la metodología utilizada para estimar, en la sección 4, la eficiencia técnica de las mayores empresas industriales europeas. A continuación se repite el proceso de estimación de la eficiencia técnica de las grandes empresas industriales, a partir de la frontera eficiente estimada para una serie de sectores industriales, en vez de para el conjunto de la industria. En último lugar se examina la relación existente entre la medida de eficiencia técnica calculada para cada empresa y otras medidas más habitualmente utilizadas de resultados, como rotación del activo, productividad y rentabilidad.

## 2. La medida de la eficiencia técnica

La *eficiencia técnica* relaciona un vector de *inputs* con el máximo *output* que se puede alcanzar, dado el estado actual de la técnica, o bien, de forma inversa asocia a un nivel de *output* dado las cantidades mínimas de *inputs* necesarias para producir aquél. De acuerdo con este concepto de eficiencia técnica, una empresa eficiente opera en la frontera de producción.

Bajo ciertas condiciones, esta frontera puede expresarse en forma paramétrica mediante una función de producción, que para el caso de un solo *output* (producción simple) y dos factores productivos,  $K$  y  $L$  se escribe:

$$q = f(K, L)$$

En el caso más sencillo, cuando la función de producción de una empresa es linealmente homogénea, podemos representar toda la tecnología de la empresa mediante una sola isocuanta, la isocuanta unitaria ( $q = 1$ ) que en este caso viene expresada por:

$$1 = f\left(\frac{K}{q}, \frac{L}{q}\right)$$

De acuerdo con la definición de eficiencia técnica y la de isocuanta, todas las combinaciones de *inputs* pertenecientes a la curva  $q = 1$  son técnicamente eficientes, las combinaciones que quedan por debajo de la curva son técnicamente inalcanzables y las que están por encima son técnicamente ineficientes. De esta manera, una vez estimada dicha curva, de forma paramétrica o no paramétrica, se dispone de un conjunto de referencia para poder juzgar el grado de eficiencia de cualquier otra combinación *input-output*.

Haciendo referencia al gráfico 1, los tipos de problemas que se tratan en este artículo son: ¿cómo podemos estimar la isocuanta  $q = 1$ ? y principalmente, ¿cuán ineficiente es  $P$ ?<sup>1</sup>.

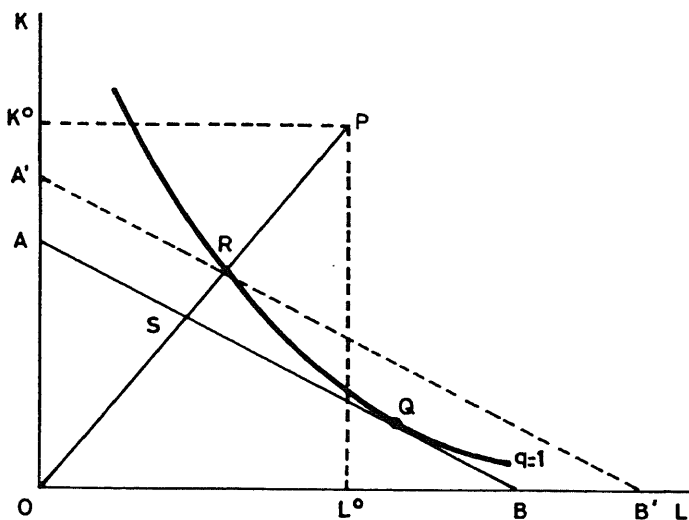


Gráfico 1.

El punto  $P$  representa la situación de una empresa que emplea  $K_0$  y  $L_0$  para producir una unidad de  $q$ , que de acuerdo con la isocuanta  $q = 1$ , puede producirse con  $OR/OP \times K_0$  y  $OR/OP \times L_0$  de trabajo, o bien, con  $K_0$  y  $L_0$  una

<sup>1</sup> De acuerdo con el concepto de eficiencia técnica utilizado, sólo las empresas en la frontera son técnicamente eficientes y el resto ineficientes. Por ello, debería hablarse de grado de ineficiencia. No obstante, en este trabajo se habla de grado de eficiencia, como es lo habitual.

empresa eficiente podrá obtener  $OP/OR \times \hat{q}$  de producto. Podemos, por tanto, medir la eficiencia técnica mediante el ratio  $OR/OP$ . En el caso de una empresa técnicamente eficiente  $OR = OP$ . Cuanto más ineficiente sea la empresa menor será el índice de eficiencia que en todo caso estará comprendido entre cero y uno.

Para poder establecer comparaciones entre la eficiencia técnica de los distintos sectores económicos, países o empresas no es necesario conocer la isocuanta  $\hat{q} = 1$ . Consideremos, por ejemplo, dos empresas,  $A$  y  $B$ , que producen con la misma relación  $K/L$  siendo  $B$  más eficiente que  $A$ , tal y como se ilustra en el gráfico 2. La eficiencia relativa de  $A$  con respecto a  $B$  puede calcularse como  $OP^A/OP^B$  sin necesidad de conocer la isocuanta  $\hat{q} = 1$ .

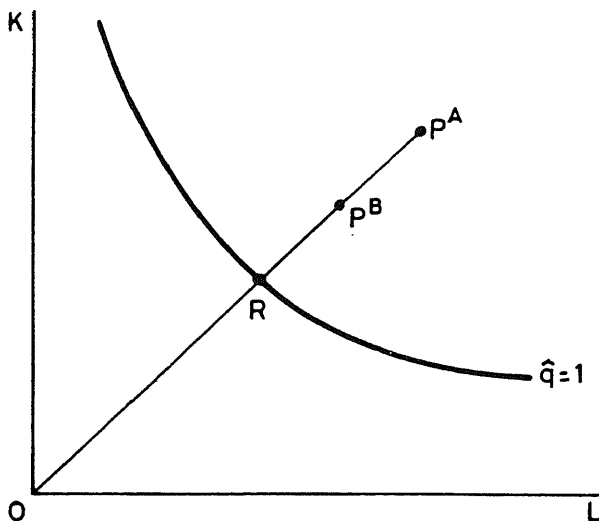


Gráfico 2.

El trabajo de Forsund, Lovell y Schmidt (1980) revisa las distintas especificaciones y estimaciones econométricas de las fronteras de producción. De un modo muy general se puede decir que existen dos formas de construir la frontera en función de la muestra y del método que se utilice para ello. En primer lugar se puede utilizar toda la evidencia empírica disponible y construir una frontera o función de producción «media». Una curva estimada de esta forma tiene poco sentido económico a no ser que se suponga que todas las empresas que no caen sobre la curva estimada contienen errores de medida, como se comenta en la sección 3.

Otra alternativa es la utilizada por Farrell (1957) que deriva la frontera de forma no paramétrica y haciendo uso sólo de las «mejores» observaciones e imponiendo el supuesto de convexidad de la isocuanta. Su método para construir la isocuanta y para medir la eficiencia de una empresa que está fuera de la frontera puede explicarse con ayuda del gráfico 3. Los puntos  $A - G$  (no  $Z$ ) son combinaciones de *inputs* observadas en empresas que producen un mismo nivel de *output* ( $\hat{q} = 1$ ).

Hacemos el supuesto de que las isocuantas son convexas respecto al origen y así construimos la isocuanta  $\hat{q} = 1$ .

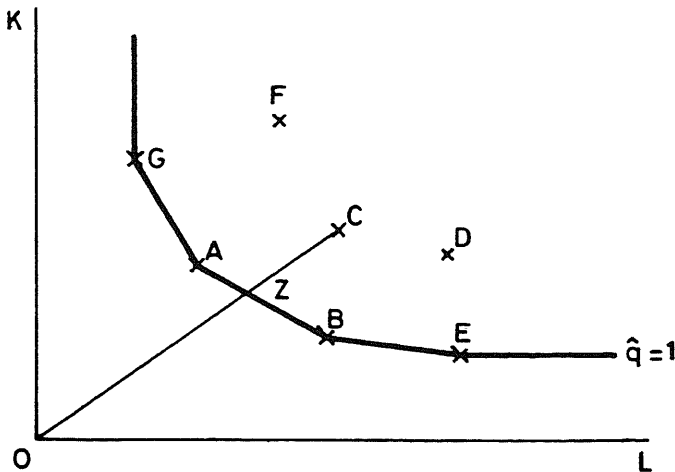


Gráfico 3.

Para calcular la eficiencia de la empresa  $C$ , por ejemplo, obtenemos, en primer lugar, el ratio  $K/L$  correspondiente (rayo  $OC$ ) y después se calcula una «empresa media» ( $Z$ , en el gráfico 3) ponderando adecuadamente las empresas  $A$  y  $B$ . La eficiencia técnica de  $C$  es  $OZ/OC^2$ .

La ventaja principal de este método es que no impone ninguna forma funcional a los datos, y su principal desventaja es la sensibilidad de la frontera de las «mejores» observaciones.

En este artículo, como se comenta en el próximo apartado, se utiliza una metodología intermedia entre los dos procedimientos mencionados.

### 3. Datos a utilizar y metodología de análisis

El análisis es efectuado a nivel desagregado, con datos correspondientes a empresas individuales. La muestra total incluye a las 8.500 empresas industriales europeas (entre las que se hallan 390 españolas) con mayor volumen de ventas durante el año 1982. Los datos de que se dispone para cada empresa, y que serán utilizados en el cálculo de la eficiencia técnica, son el volumen de ventas, expresado en dólares, el activo total de la empresa, también expresado en dólares, y el número de empleados<sup>3</sup>. También se dispone, aunque no son relevantes para

<sup>2</sup> Una descripción más detallada del concepto de eficiencia técnica y un resumen de la literatura más relevante puede verse en Shone (1981).

<sup>3</sup> Los datos han sido obtenidos de la publicación de Dun y Bradstreet «Europe's 10.000 Largest Companies», edición de 1984.

el cálculo de la eficiencia técnica, de los beneficios y recursos propios de cada empresa<sup>4</sup>.

Una vez eliminadas todas aquellas empresas de la muestra para las que falta alguna de las tres variables de interés (ventas, activos, empleados), queda un total de 5.700. Para cada una de ellas se ha calculado el valor del ratio activos/ventas, así como empleados/ventas. Dichos ratios serán considerados como representativos del ratio *input/output* correspondiente a los factores capital y trabajo, respectivamente. La representatividad de dichos ratios podría verse dañada por el hecho de que el *output* es medido por una variable flujo (ventas), mientras que los *inputs* (capital y trabajo) son aproximados por variables *stock* (valor de los activos y número de empleados, respectivamente). Por consiguiente, la validez de los mencionados ratios como representativos de los correspondientes ratios *input/output*, presupone la existencia de una relación constante entre el *stock* y el flujo de ambos factores capitales y trabajo<sup>5</sup>. Adicionalmente, y por lo que respecta a la medida del *output*, es generalmente aceptado que éste debe ser medido por la cifra de valor añadido bruto (VAB). En el presente trabajo utilizamos la cifra de ventas, al no disponer del VAB, como *proxy* para el *output* de las empresas. La validez de esta aproximación implica que se cumpla el supuesto de proporcionalidad entre ventas y VAB.

La utilización de datos desagregados a nivel de empresa permite obtener más información que en el caso de datos agregados a nivel de industria, ya que, en este último caso, la superior eficiencia técnica de unas empresas de la industria podría quedar ensombrecida por la ineficiencia de otras. Por otra parte, sin embargo, la utilización de una masiva base de datos individuales exige ser cautos a la hora de detectar a las empresas que definen la máxima eficiencia técnica, pues algunas de ellas pueden llevar incorporado cierto error de medición. La metodología de estimación utilizada en este trabajo trata de minimizar este problema, sin renunciar a la ventaja de utilizar toda la información existente a nivel desagregado.

Suponiendo convexidad en la isocuanta de la función de producción, la frontera eficiente —envolvente inferior de la nube de puntos representativa de los pares de ratios  $K/V$  y  $L/V$  para todas las empresas de la muestra— viene determinada en este caso únicamente por tres puntos<sup>6</sup>. Ahora bien, el medir la eficiencia técnica de todas las empresas europeas tomando como referencia tan sólo a tres de ellas puede parecer bastante arriesgado, habida cuenta de que alguna de estas empresas puede contener errores de medición en alguno de sus dos ratios *input/output*, errores que, de corregirse podrían hacer desaparecer a dicha empresa de la frontera eficiente.

<sup>4</sup> Con estas dos variables será construido un indicador de rentabilidad, que será utilizado en la sección 5.

<sup>5</sup> Es decir, el consumo del factor capital es proporcional al volumen de activos, y el consumo del factor trabajo es proporcional al número de empleados.

<sup>6</sup> Todd (1984) define la frontera eficiente, para el caso alemán en base a dos observaciones exclusivamente.

Además, la posibilidad de que errores de medición (aleatorios) impongan algún sesgo en el cálculo de la frontera eficiente será tanto menor cuanto mayor sea el número de empresas que definen dicha frontera.

La solución adoptada en este trabajo es una solución intermedia entre los dos procedimientos descritos en el epígrafe anterior. Se trata de construir la frontera eficiente en base a un número de empresas que sea, por un lado lo suficientemente grande como para que los posibles errores de medición se compensen entre unas y otras empresas; y lo suficientemente pequeño como para representar realmente la máxima eficiencia técnica, y no simplemente la eficiencia media de la industria. Dicho número ha sido fijado arbitrariamente en dos valores alternativos, 50 y 100, que por un lado son lo suficientemente grandes como para garantizar fiabilidad y por otro lado, al suponer tan sólo un 1 y un 2 por 100 del total de empresas incluidas en el estudio, representan una elevada eficiencia técnica.

El procedimiento utilizado para seleccionar las  $N$  empresas definidoras de la frontera eficiente, es el siguiente. En un primer paso<sup>7</sup> se definen  $N$  vectores radiales, cada uno de ellos representando un valor del ratio capital/trabajo (simbolizado por  $K/L$  y medido por el ratio activos/empleado), y construidos de tal forma que cada par de vectores contiguos forma un ángulo de  $90/N$  grados. En un segundo paso se selecciona, de entre todas aquellas empresas cuyo ratio  $K/L$  figura entre un determinado par de vectores, la más cercana al origen.

Finalmente, la última etapa en la construcción de la frontera eficiente consiste en el ajuste de una función convexa a los  $N$  puntos (empresas) anteriormente seleccionadas.

Pasamos a continuación a examinar los resultados obtenidos.

#### 4. Resultados de la estimación de la eficiencia técnica

El primer resultado que cabe mencionar es que, ni en el caso  $N = 50$  ni en  $N = 100$ , es ninguna empresa española seleccionada como definidora de la frontera eficiente. En el primer caso ( $N = 50$ ), tras seleccionar las 50 empresas más eficientes, la función de mejor ajuste, entre diversas funciones convexas probadas, a los 50 pares de ratios capital/output ( $K/V$ ) y trabajo/output ( $L/V$ ) de las mismas, es<sup>8</sup>:

$$\frac{L}{V} = 0,84 - \underset{(3,13)}{6,97} \left(\frac{K}{V}\right) + \underset{(2,25)}{16,38} \left(\frac{K}{V}\right)^2 \quad [1]$$

$$R^2 = 0,31 \quad \text{Error Std.} = 0,26$$

<sup>7</sup> Previamente se ha centrado la nube de observaciones reescalando adecuadamente el valor de la variable empleados sobre ventas.

<sup>8</sup> Las cifras entre paréntesis son los ratios  $t$ -student.

Con 100 vectores, la función ajustada es la siguiente<sup>9</sup>:

$$\frac{L}{V} = 0,87 - \underset{(3,04)}{4,36} \left(\frac{K}{V}\right) + \underset{(1,87)}{6,24} \left(\frac{K}{V}\right)^2 \quad [2]$$

$$R^2 = 0,20 \quad \text{Error Std.} = 0,34$$

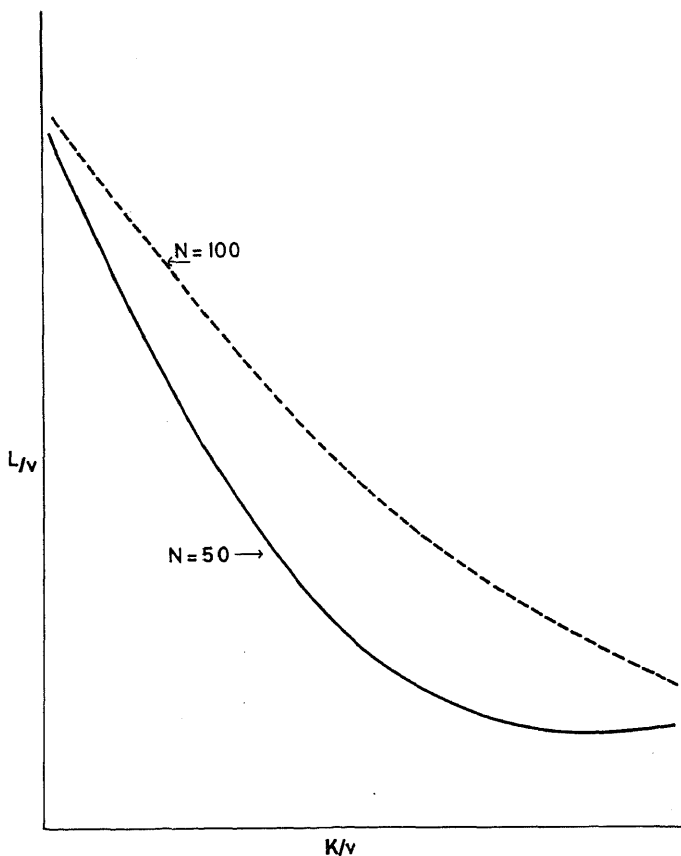


Gráfico 4

El gráfico 4 presenta las dos estimaciones y en él se observa claramente como la isocuanta correspondiente a  $N = 50$  es «más eficiente» y, de acuerdo con los resultados de la estimación, más convexa respecto al origen.

Una vez estimada la frontera productiva eficiente, el siguiente paso es el cálculo de la eficiencia técnica de cada una de las empresas de la muestra, para proceder a continuación a la agregación por sectores y/o países. De acuerdo con la

<sup>9</sup> Las funciones [1] y [2] son las representadas en el gráfico 4.

definición de eficiencia técnica de la sección 2, ésta ha sido calculada para cada empresa  $i$  como:

$$E_i = \sqrt{\left(\frac{K_i^*}{V_i^*}\right)^2 + \left(\frac{L_i^*}{V_i^*}\right)^2} \div \sqrt{\left(\frac{K_i}{V_i}\right)^2 + \left(\frac{L_i}{V_i}\right)^2}$$

siendo:

$K_i$ ,  $V_i$ ,  $L_i$  las cifras de activos, ventas y empleados de la empresa  $i$ .

$K_i^*$ ,  $V_i^*$ ,  $L_i^*$  los mismos datos, correspondientes a una hipotética empresa que, con el mismo ratio capital/trabajo que la empresa  $i$ , estuviese situada en la frontera eficiente. Los ratios  $(K_i^*/V_i^*)$  y  $(L_i^*/V_i^*)$  (pues esto es lo único que se necesita) han sido obtenidos resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$\frac{K_i^*}{L_i^*} = \frac{K_i}{L_i}$$

$$\frac{L_i^*}{V_i^*} = 0,84 - 6,97 \frac{K_i^*}{V_i^*} + 16,38 \left(\frac{K_i^*}{V_i^*}\right)^2$$

Dado el elevado volumen de datos que implicaría presentar los resultados a nivel individual, se ofrecen en los cuadros 1, 2 y 3 algunas estadísticas agregadas por países y sectores, con un nivel de agregación de 15 sectores.

En el cuadro 1 se recoge la distribución de frecuencias de la eficiencia técnica en las empresas españolas y europeas. Dos resultados destacan sobre todo del citado cuadro. En primer lugar el hecho de que la eficiencia en las empresas españolas es inferior a la de las europeas, y ello para todos los deciles de la distribución; en segundo lugar, destaca la gran similitud entre ambas funciones de distribución, con la europea situada tres puntos (porcentuales) por encima de la española para todos los deciles, a excepción de los dos últimos, en donde la diferencia se eleva a 9 puntos.

Los cuadros 2 y 3 presentan la agregación por países (cuadro 2) y por sectores (cuadro 3), en este último caso tanto en España como en Europa<sup>10</sup>. El formato es similar en ambos casos, presentándose tanto la media simple como la ponderada (por la cifra de ventas), así como la desviación estándar y el número de empresas. La comparación de la media simple y la ponderada puede arrojar luz sobre la eficiencia relativa de empresas de diferente tamaño, medido por la cifra de ventas.

El primer dato a destacar del cuadro 2 es que la eficiencia media de las empresas españolas se sitúa tres puntos porcentuales por debajo de la media europea (recuérdese el cuadro 1), diferencia que se eleva a 4,4 en el caso de la media ponderada. En relación con otros países europeos, España ocupa la última

<sup>10</sup> La agregación por sectores para cada uno de los países del cuadro 2 también ha sido efectuada aunque no se presenta aquí, estando la misma disponible de los autores. En los cuadros de resultados, «Europa» representa la gregación de los ocho países considerados en este estudio.

posición al comparar la media simple, pero supera a Francia, Inglaterra e Irlanda al comparar la media ponderada. El segundo dato que resalta del mencionado cuadro es que, tanto en España como en Europa, y en todos los países individualmente considerados (a excepción de Irlanda), la media ponderada es superior a la simple, denotando una mayor eficiencia técnica en las empresas de mayor volumen de ventas<sup>11</sup>.

Existen, sin embargo, dos matizaciones que deben efectuarse a las cifras del cuadro 2. La primera se refiere al reducido valor que alcanza el ratio medio de la eficiencia técnica en todos los países, y que globalmente en Europa alcanza tan sólo un 20 por 100. Para comprender mejor el alcance de esta cifra, debe

CUADRO 1  
Percentiles de la distribución  
de frecuencias de la eficiencia técnica:  
España y Europa

Percentil	España	Europa
10	0,065	0,091
20	0,084	0,110
30	0,096	0,124
40	0,110	0,139
50	0,123	0,154
60	0,143	0,172
70	0,165	0,197
80	0,205	0,235
90	0,290	0,380
100	0,910	1,000

CUADRO 2  
Eficiencia técnica por países

País	Media simple	Media ponderada	Desviación std.	Número empresas
Alemania .....	20,5	30,8	13,0	921
Inglaterra .....	17,9	20,7	10,3	786
Italia .....	17,5	44,9	13,7	502
Bélgica .....	23,6	40,9	16,4	327
Francia .....	19,3	19,7	10,9	475
Holanda .....	23,8	27,4	12,7	332
Dinamarca .....	24,6	28,4	18,0	342
Irlanda .....	20,7	20,3	22,5	16
EUROPA .....	20,0	26,6	13,4	5.701
ESPAÑA .....	17,0	21,2	12,2	372

<sup>11</sup> El coeficiente de regresión entre la eficiencia técnica y el tamaño de las empresas medido por la cifra de ventas, es de 0,0133 con un ratio *t* de 8,3 en el caso europeo; y de 0,0248 con un ratio *t* de 3,8 en el caso español.

CUADRO 3  
Eficiencia técnica por sectores

Sector	ESPAÑA				EUROPA			
	Media simple	Media ponderada	Desviación Std.	Número empresas	Media simple	Media ponderada	Desviación Std.	Número empresas
Minería .....	39,5	61,5	40,9	4	21,9	29,2	18,6	67
Alimentación-bebidas .....	25,5	27,9	16,3	71	30,9	33,8	18,9	889
Textil calzado .....	11,5	12,7	4,3	14	16,1	16,5	7,8	317
Papel .....	13,7	13,2	3,5	14	17,7	16,9	6,8	373
Imprenta .....	11,9	11,8	2,3	5	18,7	19,9	7,9	211
Química .....	19,5	20,7	10,6	61	21,4	29,3	11,8	714
Refino petróleo .....	42,6	37,7	8,6	5	42,5	68,5	27,7	76
Material construcción .....	11,8	11,6	2,1	13	15,8	18,4	5,7	217
Metalurgia .....	13,2	11,2	6,7	21	17,9	16,8	8,9	277
Maquinaria .....	11,3	10,6	4,8	31	15,7	22,4	7,5	979
Electrónica .....	13,7	9,5	5,4	51	15,8	16,4	8,9	408
Equipos transp. ....	12,2	10,9	5,4	18	15,8	18,1	6,8	203
Instrumentos científicos .....	13,9	17,7	8,1	2	15,9	16,1	6,2	46
Electricidad y gas .....	7,6	7,8	5,5	16	16,3	15,3	14,8	196
Otras .....	20,0	18,2	17,6	8	19,0	17,7	14,6	100
<b>TOTAL .....</b>	<b>17,0</b>	<b>21,2</b>	<b>12,2</b>	<b>372</b>	<b>20,0</b>	<b>26,6</b>	<b>13,4</b>	<b>5.701</b>

recordarse que el estándar de comparación (es decir, el valor 100 por 100) se refiere a las 50 empresas más eficientes, es decir, al 1 por 100 de la muestra<sup>12</sup>. Dicho en otras palabras, el promedio de las empresas europeas tiene una eficiencia técnica igual al 20 por 100 de la correspondiente al 1 por 100 de empresas más eficientes del continente.

La segunda matización se refiere a la comparación (en cuanto a eficiencia técnica) entre las empresas españolas y europeas, y en la cual salen las empresas españolas bastante desfavorecidas. En este sentido debe mencionarse que la eficiencia técnica de las empresas españolas esta sesgada a la baja debido al elevado valor contable (probablemente excesivamente «hinchado») de los activos en las empresas españolas, como queda documentado en Berges (1985) o Berges-Pérez Simarro (1984).

Finalmente, el cuadro 3 presenta, con el mismo formato que el 2, la agregación por sectores, en España y Europa. Salvo algunas excepciones (la más llamativa es la de la minería, no significativa debido a la enorme dispersión) la eficiencia es ligeramente superior en Europa que en España en todos los sectores. Destaca en este sentido el sector eléctrico, en el cual se alcanza la mayor diferencia, pues la eficiencia de las empresas españolas apenas llega a la mitad que sus homólogas europeas<sup>13</sup>. Por el contrario, los sectores en los que las diferencias entre España y Europa son menores, son los de refino de petróleo y electrónica, dándose en el último un diferente comportamiento en cuanto a relación con el tamaño: en España son más eficientes las empresas de menor dimensión, mientras en Europa ocurre lo contrario.

## **5. Reestimación de la eficiencia técnica en base a la frontera eficiente de cada sector**

Hasta aquí se ha operado sobre la base de una frontera eficiente de producción para el conjunto total de empresas industriales, a partir de la cual se ha calculado la medida de eficiencia técnica para cada empresa. La medida estimada para cada empresa ha sido posteriormente agregada por sectores y/o países, al objeto de efectuar comparaciones sobre la eficiencia técnica media en los mismos.

Como se mencionó anteriormente, la escasez de datos obliga a suponer una razón de proporcionalidad entre el volumen de ventas y el valor añadido, hipótesis que resulta más plausible cuando las estimaciones de las fronteras se hacen separadamente para cada sector. La desagregación sectorial utilizada ha sido la máxima permitida por los datos, clasificando a cada empresa en uno de los 15 sectores que se indicaron en el cuadro 3. Respetando dicha agregación, sin embargo, el análisis no ha sido efectuado en todos los sectores, sino tan sólo en los

<sup>12</sup> Este resultado podría también venir determinado por alguno de los supuestos sobre los que descansa el análisis.

<sup>13</sup> Probablemente no es ajeno a este resultado el elevado valor contable de los activos de las empresas del sector en España.

cinco sectores con mayor número de empresas, concretamente los de alimentación-bebidas (898 empresas), papel-imprensa (584), químico (714), maquinaria (979), y electrónica (408). La razón de elegir tan sólo cinco sectores estriba en que, dado el proceso bietápico (no paramétrico en la primera etapa y paramétrico en la segunda) utilizado para la estimación de las fronteras de producción, es necesario contar con un elevado número de observaciones, por lo que tan sólo sectores con más de 400 empresas han sido considerados.

El procedimiento de estimación de la frontera eficiente para cada sector es idéntico al utilizado para la muestra conjunta, en la sección 4. En el primer paso se seleccionan 50 empresas (las más eficientes dentro de cada arco radial), y en el segundo se ajusta una función convexa a los puntos ( $K/V$ ,  $L/V$ ) representativos de las 50 empresas.

Las funciones estimadas, representadas conjuntamente con el gráfico 5 son<sup>14</sup>:

a) Sector: alimentación-bebidas

$$L/V = 0,88 - \begin{matrix} 7,72 \\ (-2,63) \end{matrix} K/V + \begin{matrix} 21,26 \\ (3,34) \end{matrix} (K/V)^2$$

$$R^2 = 0,26 \quad \text{Error Std.} = 0,54$$

b) Sector: químico

$$L/V = 1,81 - \begin{matrix} 7,05 \\ (-3,26) \end{matrix} K/V + \begin{matrix} 8,68 \\ (2,52) \end{matrix} (K/V)^2$$

$$R^2 = 0,26 \quad \text{Error Std.} \approx 0,48$$

c) Sector: maquinaria

$$L/V = 0,75 - \begin{matrix} 1,02 \\ (-1,44) \end{matrix} K/V + \begin{matrix} 1,07 \\ (1,81) \end{matrix} (K/V)^2$$

$$R^2 = 0,13 \quad \text{Error Std.} = 0,37$$

d) Sector: electrónica

$$L/V = 0,81 - \begin{matrix} 1,74 \\ (1,78) \end{matrix} K/V + \begin{matrix} 2,18 \\ (1,93) \end{matrix} (K/V)^2$$

$$R^2 = 0,19 \quad \text{Error Std.} = 0,29$$

e) Sector: papel e imprenta

$$L/V = 1,75 - \begin{matrix} 3,14 \\ (-1,50) \end{matrix} K/V + \begin{matrix} 1,58 \\ (0,98) \end{matrix} (K/V)^2$$

$$R^2 = 0,29 \quad \text{Error Std.} = 0,65$$

<sup>14</sup> Las cifras entre paréntesis son los ratios  $t$  de los estimadores.

Una vez estimada la producción en cada uno de los cinco sectores, la medida de eficiencia técnica es calculada, para cada empresa de esos sectores, de forma similar a como se hizo en la sección 4, pero tomando como eficiencia máxima (100 por 100), la correspondiente a la frontera eficiente del propio sector.

El cuadro 4 presenta el valor medio de la medida de eficiencia técnica entre todas las empresas de la muestra que operan en cada uno de los cinco sectores considerados; la media se presenta tanto al nivel general (total de países europeos), como desagregadamente para cada país. De la observación de dicho cuadro exclusivamente, cabe resaltar que España (es decir, sus empresas) se encuentra por debajo de la media europea en los cinco sectores, siendo la diferencia más notable en el de papel-imprenta, y la menor en el de electrónica. Comparando con otros países, España ocupa la última posición en los sectores de maquinaria y papel-imprenta; la penúltima en electrónica y alimentación-bebidas y la antepenúltima en el sector químico.

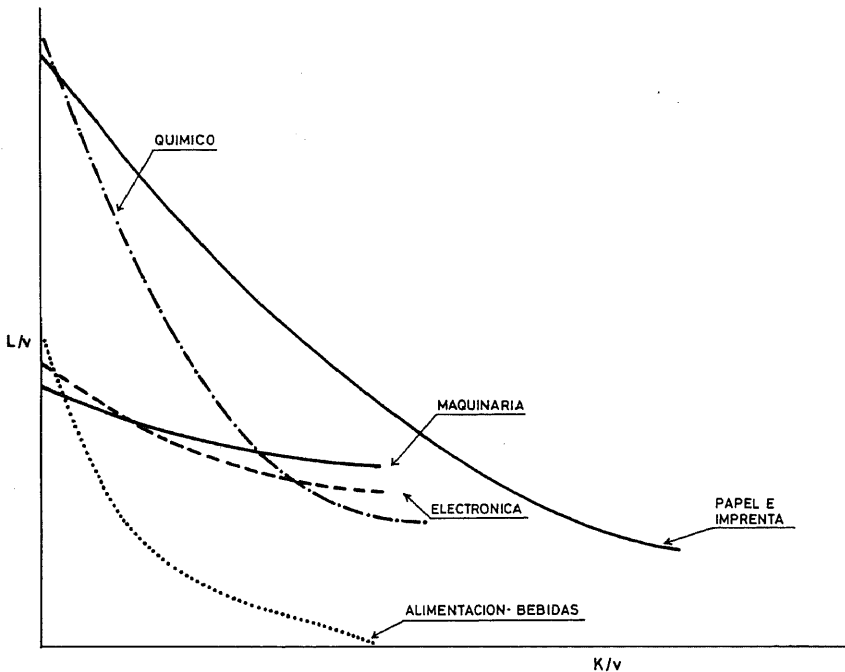


Gráfico 5

Los resultados más interesantes se obtienen, sin embargo, al comparar el citado cuadro 4 con el cuadro 3, en el que se agregaban las medidas de eficiencia con respecto a la función de producción global. El primer dato que resulta es la fuerte elevación que experimenta la media de las medidas de eficiencia en el cuadro 4 frente al 3 pasando, para el caso europeo en general, de 18 a 55 por 100 en el sector papel-imprenta; de 21 a 48, en el químico; 16 a 36, en maquinaria; 16 a 33, en electrónica, y de 31 a 33, en alimentación-bebidas, sector en el que se ha operado menor incremento.

La elevación anterior no es de extrañar, habida cuenta que la frontera de producción estimada para el conjunto de la muestra se hallaba mucho más cercana al origen que las estimadas para los diferentes sectores. Por ello es lógico que sea el sector de alimentación-bebidas el que presenta menos diferencia entre el cuadro 3 y 4, pues es el sector cuya frontera está más cercana al origen, como puede apreciarse en el gráfico 5; el caso contrario ocurre en el de papel-imprenta, cuya frontera es la más alejada del origen.<sup>15</sup>

Finalmente, se puede observar que con las nuevas estimaciones se mantienen no únicamente el *ranking*, sino las diferencias relativas entre la eficiencia de las empresas españolas y las europeas.

CUADRO 4  
Eficiencia técnica calculada en base a la frontera eficiente sectorial

País	SECTOR				
	Maquinaria	Electrónica	Aliment.- bebidas	Papel- imprenta	Químico
Alemania .....	36,8	36,9	30,0	62,7	53,2
Inglaterra .....	30,8	31,8	23,9	51,5	40,9
Francia .....	35,5	35,1	32,2	63,1	46,8
Holanda .....	39,3	38,6	38,8	65,7	57,5
Italia .....	37,6	30,5	27,7	54,2	47,2
Bélgica .....	42,5	29,2	38,7	68,7	58,4
Dinamarca .....	37,4	33,1	40,6	60,4	44,5
Irlanda .....	37,4	—	46,0	53,9	—
EUROPA .....	35,7	32,9	33,1	55,8	48,3
ESPAÑA .....	28,6	30,0	27,5	43,2	45,0

## 6. Eficiencia técnica y otras medidas de resultados

Para concluir, sería interesante examinar la relación existente entre la medida de eficiencia técnica calculada para cada empresa, y otras medidas de resultados generalmente empleadas. De éstas nos referiremos sucesivamente a la rotación del activo, productividad y rentabilidad.

La rotación del activo, calculada como el ratio ventas/activos aparece positiva y significativamente relacionada con la eficiencia técnica en todos los sectores (a excepción de minería) y en todos los países<sup>15</sup>. Los resultados para el conjunto de empresas de España y Europa son:

$$\text{eficiencia} = \alpha + \beta (\text{ventas/activos})$$

<sup>15</sup> La medida de eficiencia técnica utilizada en esta sección corresponde a la estimada en la sección 4, es decir, sobre la base de la frontera eficiente del conjunto de la industria.

*EUROPA:*

$$\begin{aligned}\beta &= 0,0228 \\ t(\beta) &= (30,1) \\ R^2 &= 0,29 \quad \text{Error Std.} = 0,15\end{aligned}$$

*ESPAÑA:*

$$\begin{aligned}\beta &= 0,106 \\ t(\beta) &= (25,3) \\ R^2 &= 0,62 \quad \text{Error Std.} = 0,11\end{aligned}$$

El coeficiente  $\beta$  es positivo y significativo en todos los países, y en todos los sectores, excepto minería, en el que es negativo y no significativo.

La productividad bruta, calculada como el ratio ventas/empleado, aparece positiva y significativamente relacionada con eficiencia técnica en todos los sectores y países. Los resultados para España y el conjunto europeo son:

$$\text{eficiencia} = \alpha + \beta (\text{ventas/empleado})$$

*EUROPA:*

$$\begin{aligned}\beta &= 0,091 \\ t(\beta) &= (51,3) \\ R^2 &= 0,32 \quad \text{Error Std.} = 0,14\end{aligned}$$

*ESPAÑA:*

$$\begin{aligned}\beta &= 0,32 \\ t(\beta) &= (15,7) \\ R^2 &= 0,45 \quad \text{Error Std.} = 0,12\end{aligned}$$

Finalmente, la rentabilidad económico-financiera, calculada como el ratio beneficio neto/recursos propios, aparece como la variable de resultados que menos relación guarda con la medida de eficiencia. La relación estimada para el caso español y el conjunto europeo es, respectivamente:

$$\text{eficiencia} = \alpha + \beta (\text{rentabilidad})$$

*EUROPA:*

$$\begin{aligned}\beta &= 0,001 \\ t(\beta) &= 0,15 \\ R^2 &= 0,01 \quad \text{Error Std.} = 0,19\end{aligned}$$

ESPAÑA:

$$\beta = 0,055$$

$$t(\beta) = (2,2)$$

$$R^2 = 0,09 \quad \text{Error Std.} = 0,17$$

Como puede observarse, la relación, aunque positiva, no es significativa en absoluto para el caso global. En España la relación es positiva y significativa. Por lo que respecta a otros países, la relación es positiva en siete de ellos (significativa tan sólo en Suiza, además de España), y negativa en cinco (no significativa en ninguno de ellos). Por sectores, la relación anterior es positiva en 11 de ellos (significativa en cuatro) y negativa en cuatro (no significativa en ninguno). De todos estos resultados parece deducirse la ausencia de una relación clara entre eficiencia técnica y rentabilidad.

## 7. Conclusiones

En este artículo hemos realizado un análisis comparativo de la eficiencia técnica de las empresas industriales españolas en relación a las europeas. La principal novedad incorporada, frente a estudios anteriores como los de Berges y Pérez Simarro (1984) o Rodríguez Romero y Fariñas (1985), consiste en la medida de eficacia considerada, construida a partir de la teoría neoclásica de la producción y para cuya estimación se utiliza una metodología que obvia algunos problemas presentes en otros estudios. Tal y como se muestra en el artículo, es un indicador que se correlaciona significativamente con el indicador estándar de productividad del factor trabajo y con la rotación del activo de la empresa, pero apenas con la rentabilidad de los recursos propios.

Como principal conclusión puede señalarse la menor eficiencia técnica de la industria española en comparación con la europea —aunque la diferencia es muy pequeña en algunos sectores como el del refino de petróleo o el electrónico— y siendo Francia, Inglaterra e Italia los países con los que la diferencia de eficiencia es menor. En relación con Francia e Inglaterra —así como Irlanda— la eficiencia ponderada por el tamaño de las empresas es incluso mayor en el caso español.

## Referencias

- Berges, A. (1985): «El sector eléctrico y el mercado de valores». *Economía Industrial*, núm. 243.
- Berges, A., y Pérez Simarro, R. (1985): «Análisis comparativo de las grandes empresas industriales en España y Europa». *Documentos e Informes*, núm. 5, SGT del MINER.
- Debreu, G. (1951): «The coefficient of resource utilization». *Econométrica*.
- Fariñas, J. C., y Rodríguez Romero, L. (1985): «Rentabilidad y crecimiento de las grandes empresas industriales españolas en comparación con las de la CEE». *Mimeo*, documento de trabajo, Fundación Empresa Pública.
- Farrell, M. L. (1957): «The measurement of Productive Efficiency». *Journal of the Royal Statistics Society*. Series A, 120 (part III).

- Farrell, M. J., y Fieldhouse, M. (1962): «Estimating efficient production functions under increasing returns to scale». *Journal of Royal Statistical Society*, Series A.
- Forsund, F.; Lovell, C. K., y Schmidt, P. (1980): «A Survey of Frontier Production Functions and their relationship to efficiency measurement». *Journal of Econometrics*.
- Russell, R. R. (1984): «Measures of technical efficiency». *Mimeo*, C. V. Starr Center for Applied Economics.
- Seitz, W. D. (1970): «The measurement of efficiency relative to a frontier production function». *American Journal of Agricultural Economics*.
- Seitz, W. D. (1971): «Productive Efficiency in the steam-electric generating industry». *Journal of Political Economy*.
- Shone, R. (1981): *Applications in Intermediate Microeconomics*. Martin Robertson, Oxford, 1981.
- Todd, D. (1971): *The Relative Efficiency of Small and Large Firms*. Research Report n.º 18 of Committee of Inquiry on Small Firms, HMSO, Londres.
- Todd, D. (1985): «Productive Performance in West German manufacturing industry 1970-1980: A. Farrell frontier characterization». *The Journal of Industrial Economics*.

### Abstract

This paper attempts to estimate a measure of technical efficiency for the largest european industrial firms, based on Farrell's efficiency approach relating output to the use of both types of inputs, labor and capital. The methodology used to estimate the production frontier corrects for the possibility of measurement error in the individual firm's data. The analysis is carried out across the different industrial sectors and countries. The average efficiency measure is found to be 0,2 i.e., the largest european companies are, on average, 20 % as efficient as the top 50 — 1 % of the sample used to estimate the efficient frontier.

*Recepción del original, enero de 1986.  
Versión final, julio de 1986.*

- Farrell, M. J., y Fieldhouse, M. (1962): «Estimating efficient production functions under increasing returns to scale». *Journal of Royal Statistical Society, Series A*.
- Forsund, F.; Lovell, C. K., y Schmidt, P. (1980): «A Survey of Frontier Production Functions and their relationship to efficiency measurement». *Journal of Econometrics*.
- Russell, R. R. (1984): «Measures of technical efficiency». *Mimeo*, C. V. Starr Center for Applied Economics.
- Seitz, W. D. (1970): «The measurement of efficiency relative to a frontier production function». *American Journal of Agricultural Economics*.
- Seitz, W. D. (1971): «Productive Efficiency in the steam-electric generating industry». *Journal of Political Economy*.
- Shone, R. (1981): *Applications in Intermediate Microeconomics*, Martin Robertson, Oxford, 1981.
- Todd, D. (1971): *The Relative Efficiency of Small and Large Firms*. Research Report n.º 18 of Committee of Inquiry on Small Firms, HMSO, Londres.
- Todd, D. (1985): «Productive Performance in West German manufacturing industry 1970-1980: A. Farrell frontier characterization». *The Journal of Industrial Economics*.

### Abstract

This paper attempts to estimate a measure of technical efficiency for the largest european industrial firms, based on Farrell's efficiency approach relating output to the use of both types of inputs, labor and capital. The methodology used to estimate the production frontier corrects for the possibility of measurement error in the individual firm's data. The analysis is carried out across the different industrial sectors and countries. The average efficiency measure is found to be 0,2 i.e., the largest european companies are, on average, 20 % as efficient as the top 50 — 1 % of the sample used to estimate the efficient frontier.

*Recepción del original, enero de 1986.  
Versión final, julio de 1986.*