

**Matemáticas
y ciencias sociales**



Instrumentos para el desarrollo en la UE-15

*María Jesús Delgado Rodríguez**
*Inmaculada Álvarez Ayuso***

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de integración económica va a generar importantes efectos en los países miembros, entre los que destacan sus implicaciones en torno de la consecución de mejoras de eficiencia en el seno de la Unión Europea-15. Para alentar este desarrollo económico y social, las administraciones públicas de los países miembros han tenido un papel activo: impulsan políticas regionales encaminadas a adecuar y equiparar las condiciones económicas de los países, así como su infraestructura y capital humano. Además de la importancia política que esto tiene, en el ámbito académico ha surgido el interés por evaluar los efectos económicos que se generan. Estas políticas de desarrollo regional buscan compensar los efectos negativos que la integración europea haya podido generar en determinadas economías, lo que ha justificado la puesta en marcha de actuaciones comunitarias, centradas fundamentalmente en tres vías:

1) La principal vía es la utilización de los Fondos Estructurales; por ser la más importante se estructura según cuatro principios y tiene tres objetivos:

** Universidad Rey Juan Carlos, España.

** Universidad Complutense de Madrid.



a) Principio de cooperación, cuyo objetivo es fomentar una estrecha relación entre la Comisión Europea y las autoridades competentes de cada Estado miembro, ya sea a escala nacional, regional o local.

b) Principio de adicionalidad, con el que se pretende garantizar que las ayudas comunitarias no produzcan una reducción del esfuerzo inversor de los estados miembros. Es decir, los fondos comunitarios cofinancian las actuaciones de los estados miembros.

c) Principio de plurianualidad, en virtud del cual se pretende el desarrollo coherente de las actuaciones en un escenario temporal de duración más acorde con las exigencias de las inversiones.

d) Principio de concentración, el cual se refiere a que los Fondos Estructurales actúan sobre un número limitado de objetivos con el fin de reforzar su concentración y simplificar la acción de los fondos mencionados.

Los Fondos Estructurales tienen tres objetivos:

Objetivo 1: Promover el desarrollo y el ajuste estructural de las regiones menos desarrolladas, que son aquellas con un PIB per cápita inferior a la media comunitaria en más de 25% y zonas nórdicas (Suecia y Finlandia) con una población inferior a 8 habitantes por kilómetro cuadrado.

Objetivo 2: Apoyar la reconversión económica y social de las regiones industriales o rurales con deficiencias estructurales, zonas urbanas en situación difícil y zonas en crisis dependientes de la pesca.

Objetivo 3: Apoyar la adaptación y modernización de las políticas y sistemas de educación, formación y empleo.

2) La segunda vía de actuación comunitaria en el campo de las políticas de desarrollo regional se realiza mediante el Fondo de Cohesión, que beneficia sólo a los países comunitarios con un nivel de renta per cápita inferior al 90% de la media de la UE: España, Portugal, Grecia e Irlanda. Puede financiar exclusivamente proyectos en los sectores del medio ambiente y de las redes de infraestructura del transporte.

3) El Banco Europeo de Inversiones es el tercer componente de la actuación comunitaria en materia de desarrollo regional. Su evolución está ligada fundamentalmente al financiamiento de infraestructuras del transporte.

Los objetivos propuestos en cada una de ellas están íntimamente relacionados con el impulso de la inversión en infraestructuras y en educación, y constituyen los instrumentos de desarrollo fundamentales en la UE. El principal objetivo de esta investigación ha sido determinar si dichas políticas han estimulado el crecimiento de la producción y la eficiencia en los países miembros. Para

ello, en primer lugar, se describe el tipo de metodología y los datos empleados. A continuación se presenta el modelo utilizado y los resultados obtenidos al estimar la eficiencia productiva de los países miembros. El cuarto apartado se dedica a estudiar el papel del capital público (las infraestructuras de la economía) y la educación como instrumentos del desarrollo social en la UE-15. Por último, el quinto punto se dedica a recoger las principales conclusiones de este trabajo. Además, en el apéndice se detallan las eficiencias técnicas de los países de la Unión Europea.

METODOLOGÍA

El desarrollo de las técnicas de frontera en los últimos años ha impulsado la realización de trabajos que incorporan la eficiencia en el uso de los factores productivos. Este tipo de estudios ha estado ligado a la realización de análisis basados en la comparación de empresas en áreas concretas, pero estos planteamientos se han generalizado a otras áreas, ya que la omisión de la ineficiencia en las estimaciones llevadas a cabo puede sesgar los resultados obtenidos.¹ Uno de los alicientes de estos métodos de estimación es que permite medir la eficiencia de las unidades productivas para dar paso a estudios sobre los determinantes de ésta.

La literatura económica ofrece numerosos trabajos que estiman funciones de frontera en el análisis de la eficiencia;² en ellos se realizan comparaciones lo mismo entre países y regiones que a partir de agregados nacionales y sectoriales. La mayoría de estos trabajos se han realizado utilizando las aproximaciones no paramétricas de la DEA y del Índice Malmquist.³ Pero existe asimismo un creciente número de estudios que aplican análisis de fronteras de producción estocásticas⁴ que permiten estimar la ineficiencia en el uso de los factores productivos y obtener mayor información sobre los determinantes que la condicionan y que, por tanto, deben tenerse en cuenta para estimular el crecimiento de la producción.

Para comprobar los efectos favorables de estas políticas en los países miembros se realizará un análisis de técnicas de frontera, centrandó el interés en la

¹ S. Grosskopf, "Efficiency and Productivity", en H. Fried, C. Lovell y S. Schmidt (eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications* Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 160-194.

² R. Färe, S. Grosskopf, M. Norris y Z. Zhang, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", *American Economic Review*, 84 (1), 1994, pp. 66-83.

³ F. Taskin, y O. Zaim, "Catching-up and Innovation in High-and Low-Income Countries", *Economics Letters*, 54, 1997, pp. 93-100.

⁴ J. Puig-Junoy, "Technical Inefficiency and Public Capital in U.S.: A Stochastic Frontier Approach", *Journal of Regional Science*, vol. 41, núm. 1, 2001, pp. 75-96.

medición de la eficiencia técnica de cada uno de los países de la UE-15 como fuente de crecimiento de la producción y el análisis de sus determinantes. Para llevar a cabo los objetivos planteados se aplicarán los desarrollos para la estimación de fronteras de producción estocástica recogidos en Battese y Coelli.⁵ Desde la perspectiva de la información estadística utilizada, hay que señalar que en los análisis se ha empleado la información facilitada por New Cronos de *Eurostat* referida al empleo y al VABpm. La disponibilidad de las series de inversión suministradas por esta misma base de datos y de gasto en educación ofrecida por la OCDE ha permitido valorar el capital privado, capital público y capital en educación en términos constantes, homogeneizados con la paridad de poder de compra estándar (PPS) de 1990. El periodo objeto de estudio comprende los años 1980-1997, aunque para la práctica totalidad de países las series de capital privado estimadas parten del año 1960 y alcanzan el año 1997, último para el que se facilita esta estadística.

ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA PARA LOS PAÍSES DE LA UE-15

El primer objetivo de la presente investigación es estimar la eficiencia técnica de los países de la Unión Europea, con el objetivo de comparar en cada caso el comportamiento de sus economías. Para ello, se empleará la aproximación paramétrica de la función estocástica, lo que implica estimar una función de producción de frontera en la que la desviación entre el nivel de *output* observado y el máximo posible comprende dos componentes: un término de error, v_{it} , que capta el efecto de variables que no están bajo el control de la unidad productiva analizada, y un término de ineficiencia, U_{it} . Este modelo de frontera de producción estocástica fue propuesto en forma simultánea por Aigner, Lovell y Schmidt⁶ por un lado y Meeusen y Van den Broeck por el otro:⁷

$$Y_{it} = \exp(X_{it} + v_{it} - U_{it}), \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

$$e_{it} = v_{it} + U_{it}, \quad U_{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, N$$

A partir de este esquema se han planteado diferentes modelos, entre los que destaca el desarrollado por Battese y Coelli y utilizado en este trabajo; su mode-

⁵ G. E. Battese y T. J. Coelli, "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data", *Empirical Economics*, vol. 20, 1995, pp. 325-332.

⁶ D. Aigner, C. Lovell y P. Schmidt, "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, 1977, 6, pp. 21-37.

⁷ W. Meeusen y J. Van den Broeck, "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error", *International Economic Review*, 1977, 18 (2), pp. 435-444.

lo ha contribuido de manera importante a la flexibilización del supuesto de invarianza de la eficiencia en el tiempo, al ofrecer la posibilidad de introducir éste como un regresor en la ecuación correspondiente a la ineficiencia. El mencionado modelo de frontera de producción estocástica es aplicable a estudios en los que se dispone de un panel de datos y las eficiencias técnicas de las regiones varían a lo largo del tiempo, como es el caso que se plantea en este artículo.

Tal y como se plantea en (1), consideraremos la función de producción estocástica para un panel de datos, siendo Y_{it} la producción en el periodo t -ésimo y para la i -ésima región, X_{it} un vector $(1 \times k)$ de variables explicativas y β un vector $(k \times 1)$ de parámetros desconocidos. En cuanto a los dos componentes que constituyen el término de error, v_{it} , son los errores aleatorios independientes e idénticamente distribuidos como una normal con media cero y varianza σ_v^2 , e independientemente distribuidos de U_{it} . Por su parte, U_{it} está compuesto por variables aleatorias no negativas, asociadas a la ineficiencia técnica en producción y obtenidas a partir de la distribución normal truncada⁸ en cero con media Z_{it} y varianza σ_u^2 . Z_{it} es un vector $(1 \times m)$ de variables explicativas asociadas a la ineficiencia técnica a lo largo del tiempo y γ es un vector $(m \times 1)$ de coeficientes desconocidos.

La ecuación (1) especifica la frontera estocástica en términos de los valores de producción originales, mientras que la ineficiencia técnica, U_{it} , es función de un conjunto de variables explicativas, Z_{it} , y un vector de coeficientes desconocidos, γ .

De este modo, la ineficiencia técnica se expresa como:

$$U_{it} = Z_{it} \gamma + W_{it} \quad (2)$$

Donde W_{it} sigue una distribución normal truncada en $-Z_{it}$ con media cero y varianza σ_u^2 .

La aproximación de frontera estocástica permite construir una "frontera de producción eficiente", respecto de la cual se obtiene el dato de eficiencia técnica. Un valor de la eficiencia técnica igual a la unidad implica que el país se encuentra situado en la frontera de producción eficiente, y que la proporción en que se puede incrementar el producto dada una combinación de factores, aumenta a medida que dicho valor se aproxima a cero.

El panel de datos considerado abarca el periodo 1980–1997 para los países de la Unión Europea. El producto viene representado por el Valor Añadido Bruto (VAB) a precios de mercado y en paridad de poder de compra de 1990,

⁸ En este trabajo se ha supuesto que la ineficiencia técnica en producción sigue una distribución normal truncada en cero. Puesto que la ineficiencia sólo puede reducir la producción por debajo de la frontera, es necesario suponer distribuciones asimétricas asociadas a dicho término, siendo igualmente aceptables las distribuciones half-normal y exponencial.

que se obtiene a partir de la base de datos New Cronos de *Eurostat*. Por su parte, el empleo (L), capital privado (K), infraestructuras (I) y educación (E), representan los insumos. El empleo, que se mide a partir del número de empleados, procede de la misma base de datos *New Cronos de Eurostat*. El capital privado y el público se obtienen aplicando el método del inventario permanente sobre la formación bruta de capital fijo (FBKF) por propietario y en paridad de poder de compra de 1990 de los sectores privados y del sector servicios no destinados a la venta, respectivamente, procedentes de la base de datos *New Cronos*. Por último, la variable de educación, que hace referencia al capital educación, también se estima siguiendo el método del inventario permanente, correspondiente al gasto público total en educación en paridad de poder de compra de 1990, que se extrae de diversas publicaciones de la OCDE.⁹

Siguiendo el modelo de Battese y Coelli, se lleva a cabo la estimación de la eficiencia técnica en los países de la Unión Europea durante el periodo 1980–1997. La tecnología viene representada mediante una función de producción translogarítmica de la forma:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^2 \alpha_j \ln(X_{jit}) + \tau_1 t + \sum_{j=1}^2 \sum_{h=1}^2 \alpha_{jh} \ln(X_{jit}) \ln(X_{hit}) + \tau_2 t^2 + \sum_{j=1}^2 \tau_{tj} \ln(X_{jit}) + V_{it} - U_{it} \quad (3)$$

$$i = 1, \dots, 15 \text{ países}$$

$$t = 1, \dots, 18 \text{ años}$$

Donde Y_{it} es el producto y X_{it} es un vector que hace referencia a los dos insumos considerados ($j, h = L, K$). Es decir, inicialmente se considera el caso más sencillo, en el que la producción viene determinada por los factores privados empleo y capital. El progreso técnico se incorpora mediante un regresor adicional (t) que representa la tendencia temporal. V_{it} es el error aleatorio y U_{it} representa el término de ineficiencia definido anteriormente:

$$U_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + W_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, 15 \\ t = 1, \dots, 18 \end{matrix} \quad (4)$$

⁹ Véase I. Álvarez y M. J. Delgado, *Estimación del capital privado, público y capital humano para los países de la UE-15*, proyecto de investigación del Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 2002; en el texto se hace una descripción detallada de la base de datos.

función del tiempo (T) y de un error aleatorio, W_{IT} , siguiendo la generalización propuesta en Cornwell, Schmidt y Sickles,¹⁰ quienes relajan el supuesto de eficiencia invariante en el tiempo en los modelos de datos de panel.

La estimación se ha realizado por Máxima Verosimilitud de las ecuaciones (3) y (4) simultáneamente, mediante el uso del programa Frontier 4.1.¹¹ Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 1.

Asimismo, en el cuadro 2 se realizan una serie de contrastes de razón de verosimilitud (λ),¹² que nos ayudarán a seleccionar la forma funcional más adecuada, tras decidir cuáles de las hipótesis nulas que se plantean serán aceptadas. En el primer contraste la hipótesis nula, que plantea la inexistencia de progreso técnico, se rechaza, motivo por el cual éste aparece en el modelo. En segundo lugar, se rechaza la hipótesis nula de que la forma funcional Cobb-Douglas se prefiere a la translogarítmica.

A continuación, se contrasta la inexistencia de ineficiencia técnica en el término de error. Puesto que se rechaza la hipótesis de que el parámetro sea igual a cero,¹³ se confirma la necesidad de incorporar la ineficiencia técnica en la función de producción y el hecho de que una función de producción media supone una representación inadecuada de los datos. Por último, los contrastes cuarto y quinto consideran la hipótesis nula de que la ecuación de la ineficiencia no es función de los regresores considerados. Puesto que dichas hipótesis se rechazan, se confirma el significado de las variables que explican la ineficiencia técnica.

La estimación de las ecuaciones (3) y (4), una vez confirmada la conveniencia de la forma funcional seleccionada mediante los contrastes de especificación, se presenta en el cuadro 1 y permite alcanzar los valores de la eficiencia técnica para los países de la UE-15 durante el periodo 1980-1997 (se incluyen en el apéndice estadístico). Puesto que se trata de una función de producción translogarítmica, los coeficientes de primer orden asociados a las variables no se corresponden con las elasticidades. En cuanto a los efectos cruzados, destaca la

¹⁰ C. Cornwell, P. Schmidt y R. Sickles, "Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels", *Journal of Econometrics*, vol. 46, 1990, pp. 185-200.

¹¹ T. J. Coelli, *A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*, CEPA, Working Paper 96/07, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, 1996, Armidale.

¹² El estadístico λ se calcula como:

$$\lambda = -2 [\log(f.\text{verosimilitud}(H_0)) - \log(f.\text{verosimilitud}(H_1))]$$

que se distribuye según una chi-cuadrado con grados de libertad iguales al número de parámetros que se igualan a cero en la hipótesis nula.

¹³ En el contraste cuya hipótesis nula considera $g = 0$ el estadístico λ sigue una distribución chi-cuadrado mixta. Así pues, los valores críticos se obtienen de D. A. Kodde y F. C. Palm, "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality", *Econometría*, núm. 54, 1986, pp. 1243-1248, tabla 1, p. 1246.

CUADRO 1. *Función de producción translogarítmica*

<i>Variable</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>T-estadístico</i>
<i>Frontera estocástica</i>			
Constante (C)	0	-12.89**	-14.35
Tendencia (T)	T	-0.16**	-6.18
Empleo (L)	L	-6.74**	-19.071
Capital privado (K)	K	7.52**	21.15
TL	TL	-0.044**	-9.36
TK	TK	0.0403**	8.53
LK	LK	1.49**	15.73
T ²	T ²	0.00061	0.96
L ²	L ²	-0.68**	-13.14
K ²	K ²	-0.77**	-17.56
<i>Modelo de ineficiencia</i>			
Constante	0	0.27**	3.42
Tendencia (T)	1	-0.0201	-1.023
T ²	2	-0.0012*	-1.56
Parámetros de la varianza	S ²	0.0014	16.69
		0.22	4.069
Log. F. Verosimilitud		212.59	

* Parámetro significativo al 90%.

** Parámetro significativo al 95%.

CUADRO 2: *Contrastes de especificación*

<i>Hipótesis nula</i>	<i>Log.f. verosimilitud</i>	<i>Valor λ</i>	<i>Valor crítico</i>	<i>Decisión (90%)</i>
$H_0: T = TL = TK = T^2 = 0$	171.49	82.2	7.78	Rechazo
$H_0: LK = L^2 = K^2 = 0$	105.88	213.42	6.25	Rechazo
$H_0: \sigma_0 = \sigma_1 = \sigma_2 = 0$	207.58	10.019	7.094	Rechazo
$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = 0$	207.55	10.08	4.61	Rechazo
$H_0: \sigma_0 = 0$	207.67	9.84	2.71	Rechazo

relación de complementariedad entre ambos factores. Por su parte, los coeficientes al cuadrado indican el tipo de rendimientos a escala; en este caso son decrecientes.

La varianza de los parámetros se expresa en términos de $\sigma_s^2 = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ y

$\sigma_s^2 = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$, siendo σ_v^2 y σ_u^2 las varianzas en las distribuciones de V_{it} y U_{it} , respectivamente. Así pues, el valor del parámetro γ indica que la proporción de la varianza de U_{it} sobre el total es de 22%. Por tanto, la ineficiencia técnica no supone la fuente de aleatoriedad predominante en el término de error.

En el cuadro 3 se presenta el *ranking* por países, atendiendo a los niveles de eficiencia técnica obtenidos al inicio y final del periodo, así como la eficiencia media a lo largo del mismo. Estos resultados permiten conocer la capacidad de crecimiento que los países de la UE pueden experimentar si se reducen los niveles de ineficiencia: en 1980 era de 22%, porcentaje que se ha reducido en el transcurso del periodo estudiado, lo que demuestra que ha existido un proceso de mejora que podrá venir determinado por los instrumentos de desarrollo empleados. Al analizar la situación por países, en orden descendente, Bélgica, los Países Bajos, Portugal, Luxemburgo y Austria comienzan el periodo entre los cinco primeros países del *ranking*, de los cuales se mantienen al final del periodo Bélgica y los Países Bajos, cediendo los restantes países el testigo a Irlanda, Francia y Reino Unido, que presentan una evolución muy positiva. Además, hay que destacar la evolución favorable de la totalidad de países en este periodo, poniendo de manifiesto cómo el proceso de integración europea ha supuesto una fuente de eficiencia para todos los países integrantes y ha favorecido el desarrollo económico.

Por último, se observa una tasa de crecimiento medio positiva en todos los países de la Unión Europea, y el Reino Unido es el que presenta el valor más elevado, además de lograr colocarse con la mayor rapidez en una de las mejores posiciones del *ranking*.

La gráfica 1 recoge la eficiencia media por año correspondiente a la estimación de la frontera de producción translogarítmica. A lo largo del periodo analizado se observa un crecimiento medio de 1.444 y se alcanza 93% del máximo nivel de producción posible dadas las combinaciones de factores disponibles. La eficiencia media por año oscila entre un valor mínimo de 0.78 en 1980 y un valor máximo de 0.994 en 1997. Por lo tanto, el crecimiento es sostenido y presenta una marcada tendencia temporal al alza durante la totalidad del periodo considerado, como se refleja en la gráfica 1.

CUADRO 3. *Ranking de países*

<i>País</i>	<i>Eficiencia media (%)</i>			<i>Crecimiento medio (%)</i>
	<i>1980</i>	<i>1997</i>	<i>1980-1997</i>	
Austria	0.78735(5)	0.99342(7)	0.92996(4)	1.38323
Alemania	0.76536(11)	0.99328(10)	0.92128(11)	1.55279
Bélgica	0.82858(1)	0.99382(2)	0.94864(1)	1.08028
España	0.76901(10)	0.99290(13)	0.92419(8)	1.52353
Finlandia	0.75244(14)	0.99329(9)	0.91121(15)	1.65436
Francia	0.78398(6)	0.99369(4)	0.93330(3)	1.41179
Grecia	0.77783(8)	0.99341(8)	0.92303(9)	1.46064
Irlanda	0.77996(7)	1(1)	0.92200(10)	1.47859
Italia	0.76483(12)	0.99324(11)	0.91806(13)	1.55609
Luxemburgo	0.79288(4)	0.99343(6)	0.92813(5)	1.34144
Países Bajos	0.82314(2)	0.99376(3)	0.94596(2)	1.11963
Portugal	0.80429(3)	0.99287(14)	0.92683(6)	1.25966
Dinamarca	0.77052(9)	0.99276(15)	0.91983(12)	1.50809
Reino Unido	0.74718(15)	0.99365(5)	0.92659(7)	1.70479
Suecia	0.75307(13)	0.99298(12)	0.91430(14)	1.64789
<i>Media</i>	<i>0.78003</i>	<i>0.99377</i>	<i>0.92622</i>	<i>1.44552</i>



GRÁFICA 1. *Evolución de la eficiencia técnica en la UE-15*



EL PAPEL DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y LA EDUCACIÓN
COMO INSTRUMENTOS DEL DESARROLLO SOCIAL EN LA UE-15

La favorable evolución de la economía europea ha encaminado los trabajos al estudio de los factores condicionantes de las mejoras alcanzadas. En este apartado se busca aportar información sobre el papel que han desempeñado las infraestructuras y el capital en educación como instrumentos de desarrollo. La metodología empleada también permite analizar los determinantes de los resultados de eficiencia técnica obtenidos, estableciendo si han influido en los niveles alcanzados. De esta manera se podrá examinar la adecuación de las políticas empleadas a los objetivos propuestos. Para ello, en la ecuación 4, correspondiente a la ineficiencia técnica, se han introducido estas variables, de donde se obtienen las expresiones:

$$U_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 I_{it} + W_{it} \quad (5)$$

$$U_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 E_{it} + W_{it} \quad (6)$$

La estimación del modelo permite extraer una importante información que habrá de considerarse en el diseño de las políticas públicas. En el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos tras estimar las ecuaciones 3-5 y 3-6 simultáneamente por máxima verosimilitud. Por su parte, el cuadro 5 recoge los contrastes de especificación. Puesto que todas las hipótesis nulas se rechazan, se estima un modelo de frontera estocástica con progreso técnico y siguiendo una función de producción translogarítmica. Asimismo, se confirma la significatividad conjunta de las variables que explican la ineficiencia técnica en las expresiones 5 y 6.

Los resultados de estimar la forma funcional más adecuada al panel de datos disponible se presentan en el cuadro 4. Atendiendo al modelo de frontera estocástica, en ambas especificaciones se mantiene la relación de complementariedad entre los factores, así como la existencia de rendimientos decrecientes a escala en cada uno de ellos. Asimismo, en ambos modelos se observa que tanto la variable de infraestructuras como la referente a educación afectan de manera positiva a la evolución de la eficiencia en el uso de los factores privados, en consonancia con el trabajo de Puig-Junoy antes citado.

De este modo, se comprueba que el análisis realizado permite aportar una información muy valiosa sobre la efectividad de las políticas públicas, al permitir contrastar si su evolución constituye un condicionante para conseguir mejoras de eficiencia de la economía y, por tanto, de su crecimiento. En la investigación realizada para los países europeos, los resultados obtenidos permiten aportar

CUADRO 4. *Función de producción translogarítmica*

<i>Variable</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Infraestructuras</i>	<i>Educación</i>
<i>Frontera estocástica</i>			
Constante (C)	θ_0	-9.28(-5.83)**	-14.102(-15.69)**
Tendencia (T)	θ_T	-0.0049(-0.18)	-0.15(-4.59)**
Empleo (L)	θ_L	-4.53(-7.74)**	-6.31(-16.74)**
Capital privado (K)	θ_K	5.58(8.904)**	7.505(20.71)**
TL	θ_{TL}	-0.029(-5.93)**	-0.048(-11.79)**
TK	θ_{TK}	0.023(4.702)**	0.044(9.21)**
LK	θ_{LK}	1.12(7.86)**	1.35(10.83)**
T^2	θ_T^2	-0.00068(-2.47)**	-0.00045(-4.34)**
L^2	θ_L^2	-0.54(-7.34)**	-0.59(-8.19)**
K^2	θ_K^2	-0.58(-8.087)**	-0.73(-13.77)**
<i>Modelo de ineficiencia</i>			
Constante	θ_0	0.44(11.45)**	0.32(6.504)**
Tendencia (T)	θ_1	0.013(3.079)**	0.00084(0.34)
Infraestructuras (I)	θ_2	-0.0000028(-22.62)**	
Educación (E)	θ_3		-0.0000018(-5.48)**
Parámetros de la varianza	θ_s^2	0.017(14.47)**	0.018(16.72)**
		0.88(30.98)**	0.86(4.77)**
Log. F. Verosimilitud		242.69	235.89

** Parámetro significativo al 95 por ciento.

CUADRO 5. *Contrastes de especificación*

<i>Hipótesis nula</i>	<i>Log.f. Verosimilitud</i>	<i>Valor λ</i>	<i>Valor crítico</i>	<i>Decisión (90%)</i>
<i>Infraestructuras</i>				
$H_0: \theta_T = \theta_{TL} = \theta_{TK} = \theta_T^2 = 0$	183.88	117.62	7.78	Rechazo
$H_0: \theta_{LK} = \theta_L^2 = \theta_K^2 = 0$	218.35	48.68	6.25	Rechazo
$H_0: \theta_0 = \theta_1 = \theta_2 = 0$	207.57	70.23	7.094	Rechazo
$H_0: \theta_1 = \theta_2 = 0$	207.54	70.3	4.61	Rechazo
$H_0: \theta_0 = 0$	213.29	58.8	2.71	Rechazo
<i>Educación</i>				
$H_0: \theta_T = \theta_{TL} = \theta_{TK} = \theta_T^2 = 0$	193.68	84.42	7.78	Rechazo
$H_0: \theta_{LK} = \theta_L^2 = \theta_K^2 = 0$	202.43	66.92	6.25	Rechazo
$H_0: \theta_0 = \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$	207.57	56.63	7.094	Rechazo
$H_0: \theta_1 = \theta_3 = 0$	207.54	56.7	4.61	Rechazo
$H_0: \theta_0 = 0$	230.93	9.92	2.71	Rechazo

evidencias acerca del papel que las infraestructuras y la educación han tenido en la evolución de la eficiencia técnica de los países de la UE-15. En las estimaciones realizadas se ha comprobado que las dotaciones de estos capitales han influido favorablemente en el uso de los factores productivos, al reducir los niveles de ineficiencia de los países miembros y, por tanto, constituyen instrumentos determinantes del desarrollo económico y social, pues facilitan el crecimiento de la producción.

CONCLUSIONES.

La reducción de las desigualdades entre regiones y entre países constituye un objetivo que progresivamente ha ganado presencia en la Comunidad Europea, aunque las dificultades para conseguir la convergencia entre estas economías ha llevado a cuestionar la efectividad de los instrumentos de desarrollo social. A pesar de estos reparos, las administraciones públicas de los países europeos han mantenido un papel activo: impulsan políticas de oferta encaminadas a incrementar las dotaciones existentes en capital público y en educación, con el ánimo de equiparar las condiciones económicas de cada país.

El estudio de los instrumentos de desarrollo económico y social en los países europeos constituye un asunto de gran relevancia política y económica. En este trabajo se han empleado técnicas frontera, en concreto la metodología de la frontera estocástica, para medir la eficiencia técnica de los países de la UE-15 y estudiar los condicionantes de los niveles alcanzados. Este análisis ha permitido comprobar que las infraestructuras y la educación son instrumentos que pueden estimular el crecimiento al reducir la ineficiencia en el uso de los factores productivos. La metodología mencionada se ha empleado en un gran número de análisis, puesto que la información sobre la estructura de la frontera y la eficiencia con que operan las unidades productivas permite entender su comportamiento.

Los resultados obtenidos aportan información de interés para los análisis de la evolución de la economía europea y han permitido comprobar la trayectoria favorable en lo que respecta a la eficiencia que han experimentado estos países en el periodo analizado. La intensificación de las presiones competitivas en el seno de la Unión Europea hace que los avances en la eficiencia de las empresas supongan un reto permanente, en particular para los países miembros de la Unión Monetaria, ya que al no poder utilizar las devaluaciones como paliativo a las deficiencias de competitividad en sus transacciones dentro de la zona del euro, deben recurrir a otras vías para lograr avances en su productividad. De ahí la importancia de la política en infraestructuras y educación para favorecer el desarrollo sostenido de todas las áreas de la Unión Europea.

Para este análisis se ha empleado la base de datos New Cronos que ofrece Eurostat, y que supone un gran avance en las estadísticas europeas al contar con una detallada información económica sobre la UE-15. Los datos disponibles permitieron realizar una estimación del capital privado y público de estos países, empleando el método del inventario permanente. También se ha estimado con esta metodología el capital en educación a partir de la información sobre gasto en educación, disponible en la OCDE, lo que ha permitido disponer de una amplia base de datos para elaborar este artículo.

