

Eficiencia técnica y convergencia en los sectores productivos regionales

M.^a Jesús Delgado Rodríguez* e Inmaculada Álvarez Ayuso**

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar la evolución y el grado de convergencia en eficiencia técnica de los sectores productivos regionales. Con esta finalidad se construyen índices de productividad de Malmquist, calculados mediante técnicas no paramétricas de programación lineal, que permiten comparar la aportación al crecimiento de la productividad de las ganancias de eficiencia en cada sector. A continuación se ha tratado de determinar si se ha producido un proceso de *catching-up* tecnológico y si las infraestructuras han constituido un factor condicionante de este. Los resultados muestran diferencias sectoriales en el comportamiento del cambio técnico y del cambio en eficiencia. Se ha confirmado también que los sectores productivos regionales menos eficientes se han beneficiado de la rápida difusión de la tecnología durante el periodo estudiado.

Clasificación JEL: C14 C23 H54 D24.

Palabras clave: eficiencia técnica, convergencia condicionada, infraestructuras, índice de productividad de Malmquist.

Technical efficiency and convergence in the regional productive sectors.

ABSTRACT: The aim of this article is to analyse the evolution and degree of convergence in the technical efficiency of the regional productive sectors. We use the frontier approach of the Malmquist Index computed through the nonparametric programming method to compare the contribution of efficiency gains to productivity growth. Next we consider the existence of a technological *catch-up effect* and determine if infrastructure is a conditioning factor of this process. The results show differences in the behaviour of technical change and efficiency change amongst the productive sectors. We also confirm the existence of a *catch-up effect*, in that, the less efficient sectors have benefited from technological diffusion with this process occurring rapidly in the period studied.

* Departamento de Economía Aplicada. Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rey Juan Carlos. Email: mdelgado@fcjs.urjc.es

** Departamento Fundamentos Análisis Económico II. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid. Email: eccuay6@sis.ucm.es

Las autoras agradecen los comentarios y sugerencias de dos evaluadores anónimos.

Recibido: 25 de mayo de 2002 / Aceptado: 29 de septiembre de 2003.

JEL classification: C14 C23 H54 D24.

Key words: Technical efficiency, conditioned convergence, Malmquist productivity index, infrastructure.

1. Introducción

El estudio del crecimiento económico y la convergencia ha centrado la atención de una gran parte de las investigaciones realizadas en los últimos años. La economía española no ha sido una excepción al interés general por entender mejor los mecanismos que explican este proceso. Desde la década de los noventa se han realizado artículos que destacan la importancia de abordar este estudio desde una perspectiva sectorial e incorporar la eficiencia técnica, empleando para ello técnicas de frontera¹. Parte de estos trabajos se han dirigido a estimar la contribución de la eficiencia a la convergencia tanto de la productividad del trabajo (Maudos *et al.*, 2000a), como de la productividad total de los factores (PTF) (Gumbau-Albert, 2000). Ha suscitado también un gran interés el análisis de la convergencia en eficiencia, en los que se contrasta el efecto de *catching-up* tecnológico (Maudos *et al.*, 2000b, Arcelus y Arocena, 2000 y Gumbau *et al.*, 1996).

La investigación realizada se une a este grupo de trabajos. En ella se ha optado por utilizar índices de Malmquist de productividad y llevar a cabo un análisis comparativo de la aportación del cambio en la eficiencia técnica a las ganancias de productividad de los sectores regionales durante los años 1980-1995. A continuación se ha contrastado la existencia de convergencia en eficiencia en este periodo, de este modo, se pretende comprobar si los sectores regionales más rezagados han conseguido imitar la tecnología desarrollada por los más avanzados. En este análisis también se han incluido a las infraestructuras como factor condicionante de la convergencia en eficiencia. Estas inversiones constituyen uno de los instrumentos más activos de las políticas emprendidas con objeto de reducir las disparidades regionales en la economía española. A diferencia de otras investigaciones, se han usado unidades físicas para valorar el capital en infraestructuras. Por ello, y aunque el trabajo utiliza una metodología empleada anteriormente en estudios para la economía española, ofrece la posibilidad de comparar los resultados que se han obtenido con bases de datos alternativas.

El trabajo se estructura como sigue. La sección segunda describe brevemente el método de estimación empleado. La sección tercera se destina a describir las variables empleadas y presentar los resultados obtenidos. Por último, se exponen las principales conclusiones.

¹ Véase Álvarez A. (coord.) (2001) para una descripción de las técnicas de frontera.

2. La descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo: el índice de Malmquist

Para llevar a cabo el análisis propuesto en esta investigación se parte de la estimación de índices de productividad de Malmquist. Su cálculo requiere definir una *función de distancia* output-orientada que puede ser expresada como: $D_o^t(X^t, Y^t) = \inf \{\theta : (X^t, Y^t/\theta) \in S^t\}$ ², donde X^t es el vector de inputs, Y^t el vector de outputs, y $S^t(X^t)$ la tecnología en producción. En este trabajo se utilizarán los índices de productividad propuestos por Färe *et al.* (1994) que permiten estimar las variaciones en los niveles de productividad en dos periodos t y $t + 1$ como la media geométrica de dos índices de Malmquist y alcanzar la expresión habitualmente empleada.

$$M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^t(X^t, Y^t)} \times \left\{ \left[\frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right] \left[\frac{D_o^t(X^t, Y^t)}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t)} \right] \right\}^{1/2} \quad [1]$$

Esta expresión [1] separa la evolución que sigue la productividad en dos componentes. El primer componente hace referencia al cambio en la eficiencia, cuyas mejoras se consideran evidencia de «*catching-up*», es decir de acercamiento de cada una de las regiones a la frontera eficiente. Por su parte, el segundo componente indica como varía el cambio técnico, es decir como el desplazamiento de la frontera eficiente hacia el input de cada región está generando una innovación en ésta última.

A partir de los conceptos anteriores, en Maudos *et al.* (2000a) se demuestra que el crecimiento del output puede descomponerse en ganancias de eficiencia y progreso técnico (ganancias en PTF) y la contribución de los inputs. Con este esquema se va a proceder a realizar el análisis empírico que permitirá destacar la evidencia obtenida sobre la aportación de la eficiencia técnica.

3. Datos y resultados empíricos

El análisis se ha realizado para las Comunidades Autónomas españolas (excluidas Ceuta y Melilla) y los años 1980-1995. Para cada uno de los sectores regionales se ha especificado un output (*VAB pm* a precios constantes de 1990) y dos inputs: el empleo privado (L) y el capital privado (K). La información sobre la producción y el empleo privado proceden de las series homogeneizadas de Cordero y Gayoso (1996) para los años 1980-1995. Estas series se han elaborado a partir de las cifras de la Contabilidad Regional de España (INE) y utilizando deflatores para cada rama de actividad³.

² Las funciones de distancia se calculan utilizando la técnica de frontera no paramétrica DEA que se desarrolla en el artículo de Seiford y Thrall (1990).

³ Las series habitualmente empleadas para los datos de producción y empleo son las publicadas por la Fundación BBVA y las que presenta la Contabilidad regional de España, en estos casos utilizan para homogeneizar las series el deflactor del PIB. A diferencia de estas, las series de Cordero y Gayoso utilizan deflatores sectoriales. Este es un aspecto que ha sido destacado en numerosos trabajos (Gil, 2001, entre otros) al permitir tener en cuenta las diferencias en la evolución de los precios de los sectores españoles.

La variable capital privado se refiere al stock de bienes de capital a disposición del sector privado de la economía, excluido el capital residencial, a precios de 1990. Los datos empleados proceden de las series publicadas por la Fundación BBVA, que ofrecen una estimación a escala regional de este stock en los distintos sectores de la economía española para el período 1964-1998.

En esta investigación se ha considerado relevante considerar a las infraestructuras como factor condicionante de la convergencia en eficiencia y comprobar si estas inversiones han favorecido el crecimiento de la eficiencia en este periodo. Los datos empleados proceden de las series de indicadores⁴ elaborados por Álvarez y Delgado (2001) en unidades físicas y permiten utilizar una definición de infraestructuras que incorpora equipamientos que, aunque tengan algún tipo de participación privada, comparten las características de constituir dotaciones esenciales para el desarrollo regional.

El análisis realizado parte de la descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo (Y/L) en cambio en la PTF (y su distinción entre cambio técnico e innovación) y en la contribución del cambio en la relación capital-trabajo (cuadro 1)⁵. Los resultados obtenidos permiten destacar, al igual que en Maudos *et al.* (2000b), que el crecimiento de la PTF ha sido la principal fuente de crecimiento de Y/L en este periodo (representando el 68% de los 2,2 puntos porcentuales de crecimiento anual de la productividad). Por sectores se obtienen también estos resultados, aunque con algunas matizaciones: en los sectores de industria y construcción es donde esta contribución es mayor, mientras que el sector de agricultura es el único en el que el crecimiento de la productividad del trabajo se debe, en mayor medida, a la acumulación de los inputs.

La descomposición del crecimiento de la PTF ha sido objeto de un mayor número de trabajos tanto para el total de la economía (Gil *et al.*, 2001, Maudos *et al.*, 1998) como por sectores (Pedraja *et al.*, 2002, Gumbau *et al.*, 1996 y Maudos *et al.*, 2000b). La evidencia obtenida en este trabajo coincide con ellos al atribuir al progreso técnico la mayor parte del crecimiento de la PTF. Por otra parte, los cambios en eficiencia son muy reducidos en el periodo analizado y menores que los que se obtienen cuando se analizan periodos más amplios, como ocurre en los trabajos citados. Por sectores, energía es el único en el que la aportación del cambio en eficiencia es superior a la del cambio técnico. La comparación de las tasas de crecimiento regionales ofrece diferencias en la contribución del cambio técnico, siendo reducidos los casos en los que las ganancias de eficiencia regional las supera.

Para completar este examen y ofrecer un mayor detalle sobre el comportamiento de la eficiencia de los sectores productivos en este periodo, se ha realizado el análisis gráfico de la descomposición del crecimiento de la PTF en cambio en eficiencia y

⁴ En la elaboración de los indicadores de infraestructuras se parte de la información sobre las características físicas de estos equipamientos, que se relativizan dividiendo por el tamaño de la región. De este modo, se controla la dimensión regional en la que las infraestructuras prestan sus servicios, siendo este un aspecto que ha sido destacado en distintos trabajos (De la Fuente y Vives, 1995). Para la agregación de la información en un único indicador se ha utilizado el Análisis de Componentes principales que permite que las ponderaciones empleadas sean determinadas mediante técnicas estadísticas de análisis de datos.

⁵ Las estimaciones se han realizado empleando la herramienta de programación existente en DEAP 2.1. (Véase Coelli, 1996).

Cuadro 1. Descomposición del crecimiento de la productividad del trabajo por sectores, 1964-1993 (crecimiento medio anual)

	AGRICULTURA				INDUSTRIA (SIN ENERGÍA)				ENERGÍA						
	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L			
Andalucía	1,012	1,012	1,000	1,023	1,035	1,016	1,032	0,984	1,000	1,016	1,007	1,001	1,001	1,016	1,023
Aragón	1,002	1,039	0,964	1,012	1,014	1,035	1,033	1,003	1,000	1,035	0,988	1,006	1,006	1,020	1,014
Asturias	0,980	0,992	0,987	1,063	1,043	1,022	1,033	0,990	1,000	1,022	0,966	0,999	1,006	1,047	1,012
Baleares	1,065	1,039	1,026	1,022	1,087	1,015	1,005	0,993	1,017	1,015	1,005	0,999	1,006	1,015	1,020
Canarias	0,985	1,002	0,983	1,041	1,026	1,015	1,032	0,983	1,001	1,016	1,035	0,999	1,036	1,013	1,048
Cantabria	1,049	1,021	1,027	1,027	1,076	1,030	1,033	0,998	1,000	1,030	1,016	1,016	1,016	1,014	1,030
Castilla-León	1,041	1,029	1,011	1,024	1,065	1,026	1,032	0,994	1,000	1,026	1,011	1,004	1,007	1,018	1,029
Castilla-Mancha	1,005	1,037	0,970	1,015	1,020	1,015	1,023	0,993	1,010	1,025	1,046	1,009	1,036	1,006	1,052
Cataluña	1,011	1,033	0,979	1,015	1,026	1,028	1,032	0,995	1,000	1,028	1,027	1,009	1,018	1,004	1,031
Extremadura	1,006	1,024	0,983	1,014	1,020	1,011	1,028	0,983	1,008	1,019	1,067	1,013	1,053	1,021	1,088
Galicia	0,975	0,993	0,982	1,048	1,023	1,012	1,017	0,995	1,015	1,027	1,007	1,004	1,003	1,016	1,023
Madrid	0,961	1,002	0,958	1,033	0,994	1,034	1,032	1,002	1,000	1,034	1,027	0,999	1,028	1,013	1,040
Murcia	1,014	1,010	1,004	1,038	1,052	1,001	1,007	0,995	1,020	1,021	1,001	1,001	1,000	1,003	1,004
Navarra	1,024	1,039	0,986	1,008	1,032	1,028	1,032	0,995	1,000	1,028	1,057	1,014	1,043	1,003	1,060
Rioja	1,060	1,041	1,018	1,006	1,066	1,018	1,018	1,000	1,015	1,033	1,029	0,999	1,031	1,047	1,076
Valencia	0,971	1,004	0,967	1,055	1,026	1,001	1,010	0,991	1,019	1,020	1,031	1,011	1,020	1,005	1,036
País Vasco	1,038	1,034	1,004	1,023	1,061	1,029	1,033	0,996	1,000	1,029	1,053	1,014	1,039	0,994	1,047
MEDIA	1,011	1,020	0,991	1,028	1,039	1,019	1,025	0,994	1,006	1,025	1,022	1,016	1,016	1,015	1,037
	CONSTRUCCIÓN				SERVICIOS DESTINADOS A LA VENTA				TOTAL						
	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L	(PTF) Índice Malmquist	Cambio técnico	Cambio eficiencia	Cambio Y/L			
Andalucía	1,013	1,007	1,006	1,004	1,017	1,006	1,006	1,000	1,004	1,010	1,016	1,021	0,996	1,004	1,020
Aragón	1,028	1,022	1,006	1,000	1,028	1,012	1,010	1,002	1,005	1,017	1,021	1,020	1,001	1,006	1,027
Asturias	1,020	1,020	1,000	1,003	1,023	1,011	1,008	1,003	1,003	1,014	1,017	1,018	0,999	1,008	1,025
Baleares	1,016	1,015	1,000	1,000	1,016	1,004	1,005	0,999	1,009	1,003	1,016	1,019	0,997	1,001	1,017
Canarias	1,022	1,023	0,999	1,000	1,022	1,005	1,010	0,995	1,008	1,013	1,022	1,021	1,001	1,004	1,026
Cantabria	1,022	1,014	1,008	0,997	1,019	1,005	1,005	1,009	1,003	1,018	1,030	1,020	1,010	1,003	1,033
Castilla-León	1,021	1,022	0,999	1,001	1,022	1,001	1,007	0,993	1,001	1,002	1,016	1,021	0,995	1,005	1,021
Castilla-Mancha	1,010	1,021	0,989	1,004	1,014	1,010	1,005	1,004	0,999	1,009	1,016	1,021	0,996	1,005	1,021
Cataluña	1,022	1,020	1,002	1,003	1,025	1,014	1,006	1,008	0,999	1,013	1,017	1,019	0,998	1,002	1,019
Extremadura	1,010	1,009	1,001	1,015	1,020	0,997	1,010	0,987	1,011	1,008	1,025	1,020	1,006	1,008	1,033
Galicia	0,996	1,002	0,994	1,024	1,025	1,009	1,010	0,989	1,005	1,003	0,988	1,000	0,988	1,035	1,023
Madrid	1,034	1,024	1,010	1,000	1,034	1,009	1,009	1,000	1,001	1,010	1,015	1,018	0,997	1,001	1,016
Murcia	1,006	1,014	0,993	1,008	1,014	1,001	1,004	0,997	1,002	1,008	1,010	1,021	0,989	1,003	1,013
Navarra	1,018	1,025	0,993	0,998	1,016	1,006	1,013	0,993	1,002	1,004	1,004	1,010	0,993	1,015	1,019
Rioja	0,996	1,016	0,981	1,008	1,016	1,005	1,005	1,000	0,999	1,008	1,007	1,007	1,000	1,021	1,028
Valencia	1,013	1,017	0,996	1,008	1,008	1,005	1,004	1,001	1,000	1,005	1,015	1,019	0,996	1,002	1,017
País Vasco	1,025	1,022	1,003	1,001	1,026	1,006	1,006	1,000	1,001	1,007	1,020	1,018	1,002	1,003	1,023
MEDIA	1,016	1,017	0,999	1,004	1,020	1,006	1,007	0,999	1,003	1,009	1,015	1,017	0,998	1,007	1,022

Nota: restando la unidad a los valores del cuadro se obtienen directamente las tasas anuales de crecimiento.

cambio técnico para los años estudiados (gráfico 1) y de la evolución sectorial de la eficiencia técnica (gráfico 2). La comparación de los sectores indica:

Gráfico 1. Evolución de la eficiencia técnica, cambio técnico y PTF (1980 = 100)

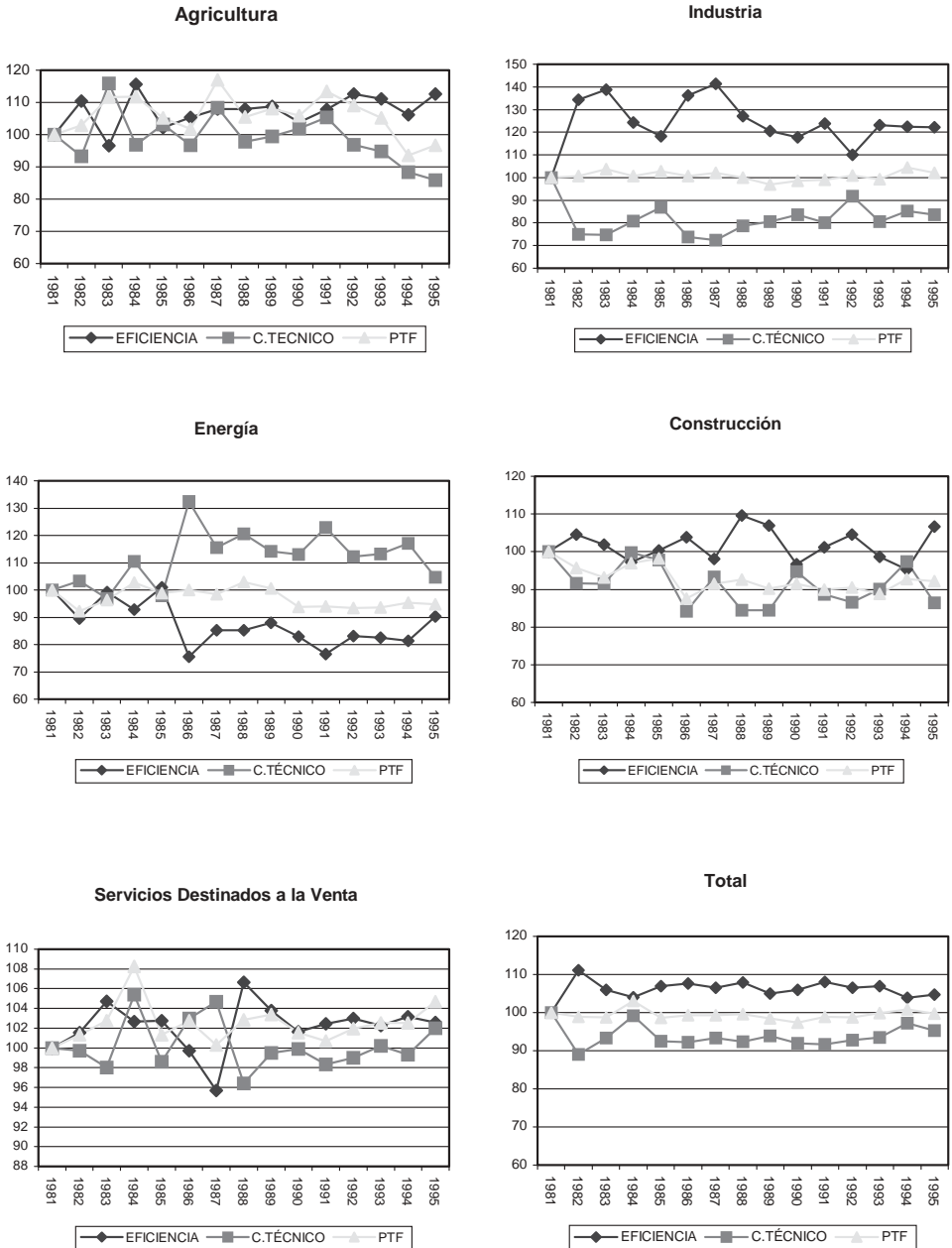
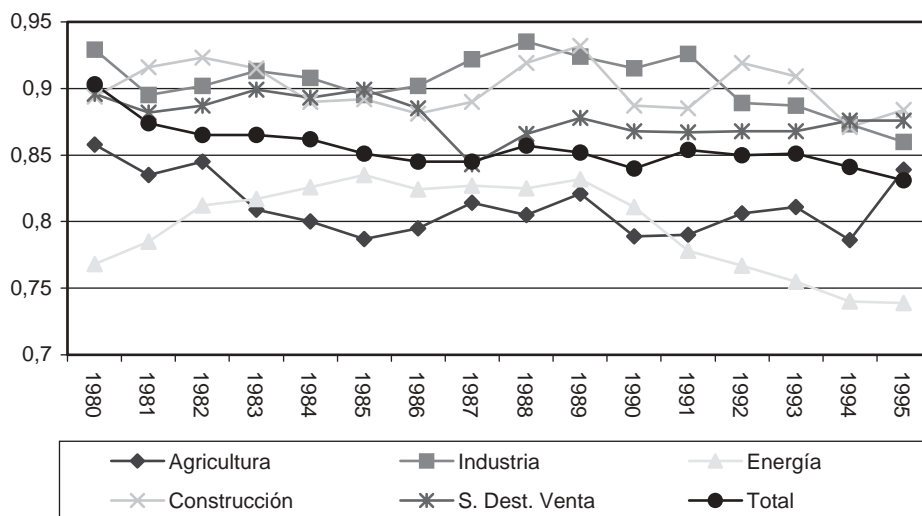


Gráfico 2. Evolución de la eficiencia técnica por sectores

1. El sector agrario ha registrado una caída del ritmo de crecimiento de la PTF en la década de los noventa. Al contrario que estas variables, la eficiencia técnica ha experimentado un comportamiento positivo, aunque este es uno de los sectores con mayores niveles de ineficiencia.
2. El sector industrial mantiene una evolución positiva de la PTF, que logra gracias a la estable evolución de su eficiencia. En la década de los noventa se observa una ligera recuperación en su tasa de progreso técnico, que acentúa las diferencias regionales en el crecimiento de la PTF. Este es el sector que alcanza los niveles más altos de eficiencia.
3. En el caso del sector de energía, la reducción del crecimiento de su PTF se debe a la caída de su eficiencia técnica hasta el año 1991 y desde ese año al retroceso en el progreso técnico. Este es, además, el sector más ineficiente de la economía española.
4. El sector de la construcción mantiene una evolución inestable en las variables analizadas. A pesar de estos resultados, ha logrado ganancias de eficiencia en los años estudiados.
5. En cuanto al sector servicios destinados a la venta, ha experimentado la evolución más favorable de la PTF debido al positivo comportamiento de la eficiencia y del cambio técnico.
6. Las evoluciones sectoriales determinan el favorable comportamiento de la PTF de la economía española y a ello han contribuido tanto el cambio técnico como las ganancias de eficiencia.

Un aspecto que ha suscitado un gran interés en los trabajos sobre eficiencia técnica es comprobar si se ha producido convergencia en el periodo analizado. En estos análisis se ha tratado de constatar si se han reducido las desigualdades regionales y en

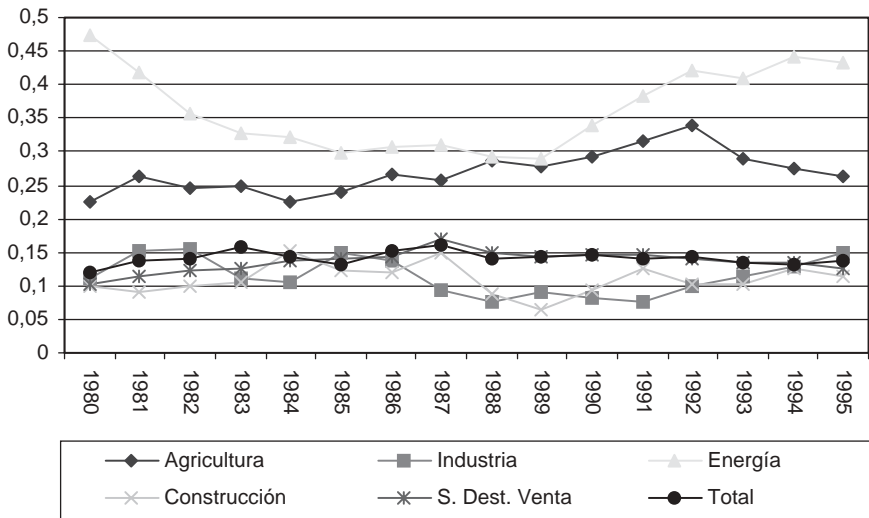
qué medida los instrumentos de política económica empleados han contribuido a estos resultados. En esta investigación se ha estudiado, en primer lugar, la sigma-convergencia, a partir de la desviación típica del logaritmo del indicador de eficiencia (gráfico 3), que permite extraer información sobre la dispersión existente⁶. Se comprueba que las mayores desigualdades regionales se producen en los sectores con mayores niveles de ineficiencia media (agricultura y energía). El resto de sectores y el total de la economía muestra una evolución más estable, aunque cabe destacar que en el sector industrial se observa un cambio de tendencia a partir del año de 1991, aumentando las disparidades.

También se ha estudiado la convergencia beta que analiza si los sectores regionales que parten de menores niveles de eficiencia experimentan mayores ganancias. Para ello se estima la ecuación [2] para cada uno de los sectores productivos y el total de la economía considerando tasas de crecimiento bianuales ($T = 1$). En ella se analiza la relación entre el crecimiento de la eficiencia entre t y $t - T$ correspondiente al i -ésimo país, $\ln\left(\frac{e_{it}}{e_{it-T}}\right)$ y el nivel inicial de la misma, $\ln(e_{it-T})$. Se han introducido también a las infraestructuras como un regresor adicional en la ecuación de convergencia [3], con el objetivo de analizar su contribución a este proceso.

$$\frac{\ln(e_{it}/e_{it-T})}{T} = a_i - b \ln(e_{it-T}) + \psi_1 \ln(Infra_{it}) + u_{i,t,t-T} \quad [2]$$

donde $b = (1 - e^{-\lambda T})/T$, $Infra$ son los equipamientos de infraestructuras y λ representa la velocidad de convergencia.

Gráfico 3. Sigma convergencia en eficiencia



⁶ Véase Sala-i-Martin (1996).

Siguiendo el trabajo de Arellano y Bond (1991), se utiliza el «estimador de variables instrumentales óptimo en dos etapas» o «estimador generalizado de momentos en dos etapas⁷». Al tratarse de un panel para las diecisiete regiones españolas, se ha comprobado si es necesario controlar los efectos específicos de cada región aplicando el contraste F de efectos individuales. El resultado obtenido permite rechazar la hipótesis nula de igualdad en los efectos individuales, por lo que se ha optado por estimar la ecuación mediante un panel de datos. El test de Hausman corrobora la existencia de correlación entre los efectos individuales y los regresores, motivo por el cual la estimación de variables instrumentales se aplica sobre el modelo transformado en desviaciones ortogonales, que es equivalente al estimador «intra-grupos», manteniendo las propiedades de eficiencia y consistencia cuando el modelo, al igual que en el caso que nos ocupa, es de «efectos fijos». A través del contraste de Wald se observa la significatividad conjunta del modelo. Además, los residuos no presentan problemas de autocorrelación y los errores estándar han sido corregidos de heteroscedasticidad. Se ha utilizado la matriz de covarianzas propuesta por White (1980), que permite realizar inferencias robustas incluso en presencia de heteroscedasticidad.

Los resultados obtenidos en el análisis de la convergencia condicionada se presentan en el cuadro 2. El signo negativo y significativamente distinto de cero de la pendiente de la ecuación en todos los modelos planteados indica un acercamiento entre sectores regionales, con una velocidad de convergencia bastante elevada en todos los casos. Es posible, por tanto, confirmar la existencia de un proceso de *catch-up* tecnológico, en el que los sectores regionales menos eficientes se han beneficiado de la difusión de tecnología ya existente de los más próximos a la frontera.

La evidencia disponible en la literatura sobre este tema coincide en destacar la disminución de las desigualdades en eficiencia en los sectores regionales (Arcelus y Arocena, 2000, Maudos *et al.*, 1996) y el total de la economía (Maudos *et al.*, 1998). Los resultados de la convergencia beta confirman también que las regiones inicialmente menos eficientes para el total de la economía han experimentado mayores ganancias de eficiencia (Bosch *et al.*, 2003, Maudos *et al.*, 2000a y Arcelus y Arocena, 2000). Por sectores, sin embargo, aparecen diferencias en las conclusiones obtenidas: así, en el trabajo de Arocena y Arcelus (2000) se aporta evidencia a favor de la convergencia en la totalidad de sectores, mientras que en Maudos *et al.* (2000a) se obtiene para la mayor parte de los sectores, con la excepción de agricultura, y en Maudos *et al.*, (1996) sólo en construcción y energía. Un aspecto a señalar sobre estos trabajos es que analizan la convergencia no condicionada, sin considerar la posibilidad de la necesidad de controlar por los efectos individuales. En la estimación presentada se ha comprobado que los efectos fijos regionales son significativamente distintos de cero⁸, por lo que no se puede aceptar que los sectores productivos regionales converjan hacia los mismos niveles de eficiencia. Las tasas de convergencia son bas-

⁷ Las estimaciones han sido realizadas con el paquete D.P.D., programado por Arellano y Bond (1998).

⁸ Se ha realizado también la estimación de la convergencia no condicionada y los resultados muestran convergencia en todos los sectores y el total de la economía, con valores para la velocidad de convergencia menores a los presentados en el cuadro 2 y próximos a los de los trabajos de Arcelus y Arocena (2000).

Cuadro 2. Estimación de la convergencia condicionada en eficiencia

<i>Modelo de datos de panel con efectos fijos</i>						
	<i>Agricultura</i>	<i>Industria</i>	<i>Energía</i>	<i>Construcción</i>	<i>S.D.V.</i>	<i>TOTAL</i>
$\ln(e_{it-1})$	-0,63 (-1,99)**	-0,53 (-5,48)**	-0,35 (-4,45)**	-0,48 (-4,012)**	-0,48 (-5,37)**	-0,55 (-3,76)**
$\ln(\ln\text{fra}_{it})$	0,015 (0,37)	-0,075 (-3,41)**	-0,15 (-2,73)**	-0,049 (-1,45)*	-0,025 (-1,74)**	-0,025 (-1,62)*
Test F Efec. Individuales	F (16,236) = 3,012	F (16,236) = 2,36	F (16,236) = 3,36	F (16,236) = 2,071	F (16,236) = 5,018	F (16,236) = 3,81
Test Hausman	$\chi^2(2) = 26,69$	$\chi^2(2) = 25,33$	$\chi^2(2) = 34,85$	$\chi^2(2) = 21,28$	$\chi^2(2) = 45,073$	$\chi^2(2) = 36,39$
Test Wald Sig.	6,64 (G.L. = 2)	32,31 (G.L. = 2)	20,74 (G.L. = 2)	16,29 (G.L. = 2)	29,95 (G.L. = 1)	14,15 (G.L. = 2)
Autocorrelación primer y segundo orden	1,376 1,731	3,258 0,584	1,981 1,115	0,299 0,277	1,499 -1,115	1,298 1,379

G.L. = grados de libertad. T - estadístico entre paréntesis.

* parámetro significativo al 90%.

** parámetro significativo al 95%.

tante elevadas y muestran que las transferencias de tecnología y sistemas organizativos y productivos en la economía española se han producido con una gran rapidez. En este análisis se han incluido a las infraestructuras dada la importancia que tienen en las políticas de desarrollo regional. Los resultados obtenidos, aunque sujetos a las necesarias cautelas derivadas de las limitaciones del análisis realizado⁹, confirman que las infraestructuras constituyen un factor condicionante de la convergencia en eficiencia, con un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento de la eficiencia del total de la economía y de los sectores productivos, siendo el sector agrario la única excepción. Este tipo de resultado, en línea con los obtenidos en González-Páramo *et al.* (2002), entre otros, plantea que el hecho de que la asignación de estos equipamientos en las regiones españolas se haya realizado fundamentalmente con criterios redistributivos ha provocado el efecto nulo o negativo sobre el crecimiento, que se obtiene en distintos estudios.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la evolución de la eficiencia técnica con el objetivo de disponer de una mayor información sobre su comportamiento en la economía española durante los años 1980-1995. Para ello se construyen Índices de Malmquist que permiten descomponer el crecimiento de la productividad del trabajo. Los resultados muestran que la aportación del cambio técnico y la eficiencia es diferente entre los sectores económicos, reforzando la importancia de la estructura productiva para explicar el crecimiento y la convergencia regional.

Un aspecto de interés en el estudio de la eficiencia es la posibilidad de que exista un proceso de *catch-up* tecnológico que contribuya a explicar el crecimiento de los sectores productivos regionales. La evidencia obtenida muestra que los sectores regionales menos eficientes se han beneficiado de la difusión de la tecnología procedente de los sectores tecnológicamente más avanzados y que no es posible aceptar que converjan hacia los mismos niveles de eficiencia. Este proceso se ha producido a una velocidad muy elevada, por lo que las posibilidades de que pueda continuar pueden ser reducidas si no se desarrollan nuevas técnicas que desplacen la frontera de posibilidades de producción. La existencia de convergencia condicionada en eficiencia en los sectores regionales es un resultado que difiere del de convergencia no condicionada obtenido en otros trabajos. Por último, la incorporación de las infraestructuras a este análisis ha permitido comprobar que han afectado negativamente al crecimiento de la eficiencia. Este resultado podría plantear que la política de inversión en infraestructuras desarrollada en España no ha sido adecuada, sin embargo la evidencia obtenida está centrada en su efecto sobre la eficiencia y no se han considerado en este análisis ni la contribución de la infraestructuras al desplazamiento de la frontera de producción (progreso técnico) destacada en otros trabajos (Pedraja *et al.*, 2002), ni su impacto directo sobre la producción privada (Alvarez y Delgado, 2003).

⁹ Uno de los factores más importantes omitidos en este análisis es el capital humano, que ha sido destacado en numerosos análisis de convergencia regional (Gorostiaga, 1999)

Bibliografía

- Alvarez A. (coord.) (2001): *La Medición de la Eficiencia y la Productividad*. Ediciones Pirámide. Madrid.
- Alvarez, I. y Delgado, M.J. (2001): «Metodología para la elaboración de índices de equipamientos de infraestructuras productivas», *Revista Momento Económico*, 117:20-34.
- Alvarez, I. y M.J. Delgado (2003): «Infraestructuras y eficiencia técnica: una aproximación a partir de técnicas de frontera». *Revista de Economía Aplicada*, en prensa.
- Arcellus, F.J. y Arocena, P. (2000): «Growth vs catching-up: a non-parametric frontier analysis of regional convergence in Spain». *Studies in Regional & Urban Planning*, 8:79-93.
- Arellano, M. y Bond, S. (1998): *Dynamic Panel Data Estimation Using D.P.D.98 for Gauss*. December 1998, www.cemfi.es/~arellano/
- Arellano, M. y Bond, S. (1991): «Some Tests of Specification for Panel Data: A Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations». *Review of Economic Studies*, 58:277-297.
- Bosch, N.; Espasa, M. y Sorribas, P. (2003): «Eficiencia técnica y acciones estructurales en las Comunidades Autónomas». *Papeles de Economía Española*, 95:149-159.
- Coelli, T.J. (1996): *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Paper 96/08, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale.
- Cordero, G. y Gayosa, A. (1996): *El comportamiento de las economías regionales en tres ciclos de la economía española: explotación de una serie (1980-1995) del VAB regional a precios constantes (Base 1986)*. Contabilidad Regional de España, Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid.
- De la Fuente A. y Vives, X. (1995): «Infrastructure and Education as Instruments of Regional Policy: Evidence from Spain». *Economic Policy*, 20:11-54.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Norris, M. y Zhang, Z. (1994): «Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries». *American Economic Review*, 84:66-83.
- Fundación BBVA (1997): *El stock de capital en la economía española*, BBVA. Bilbao.
- Gil C. (2001): *Capital Público y convergencia en las regiones españolas*. Civitas, pp. 135-154.
- González-Páramo, J.M. y Martínez López, D. (2002): *Public investment and Convergence in the Spanish regions*, Estudios sobre la economía española, Documento de trabajo de Fedea, EEE 112.
- Gorostiaga, A. (1999): «¿Cómo Afectan el Capital Público y el Capital Humano al Crecimiento?. Un Análisis para las Regiones Españolas en el Marco Neoclásico». *Investigaciones Económicas*, vol. XXIII (1):95-114.
- Gumbau M. y Maudos, J. (1996): «Eficiencia Productiva Sectorial en las Regiones Españolas: Una Aproximación Frontera». *Revista Española de Economía*, 3(2):239-260.
- Gumbau-Albert M. (2000): «Efficiency and technical progress: sources of convergence in Spanish regions». *Applied Economics*, 32:467-478.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (1998): «Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad». *Revista Española de Economía*, 15(2):235-264.
- Maudos, J.; Pastor, J.M. y Serrano, L. (2000a): «Efficiency and Productive Specialization: An Application to the Spanish Regions», *Regional Studies*, 34(9):829-843.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (2000b): «Crecimiento de la productividad y su descomposición en progreso técnico y cambio en la eficiencia: una aplicación sectorial y regional en España (1964-93)». *Investigaciones Económicas*, 24(1):197-205.
- Pedraja, F.; Salinas, M.M. y Salinas, J. (2002): «Efectos del capital público y del capital humano sobre la productividad de las regiones españolas», *Papeles de Economía Aplicada*, 93:135-147.
- Sala-i-Martin, X. (1996): «Regional Cohesion Evidence and Theories of Regional Growth and Convergence». *European Economic Review*, 40:1325-1352.
- Seiford, L.M. y Thrall, R.M. (1990): «Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis». *Journal of Econometrics*, 46:7-38.
- White, H. (1980): «A Heteroskedastic-Consistent Covariance Matriz Estimator and a Direct Test for Heteroskedastic», *Econometrica*, 48:817-838.