

PRODUCTIVIDAD, CAMBIO TÉCNICO Y EFICIENCIA EN LOS SECTORES MANUFACTUREROS DE LA OCDE.

José Luis Zofío Prieto^{*}
José Vicéns Otero.
Milagros Dones Tacero.

Resumen.

En el presente análisis se estima la productividad total de los factores en los sectores manufactureros de catorce países de la OCDE (1986/92) a través de la definición de una serie de fronteras de producción que permiten descomponer la influencia que, sobre esta medida, tiene el progreso tecnológico y las variaciones en el nivel de eficiencia técnica. Establecidas las pautas determinantes de la Productividad Total de los Factores, PTF, se procede a contrastar la relación existente entre ésta y una serie de indicadores de comercio exterior. Las principales conclusiones que se extraen son el crecimiento generalizado de la PTF entre 1986 y 1992, superior en aquellos sectores que presentan mayor ratio de intensidad capital/ocupados, y la falta de relación entre productividad, eficiencia y capacidad exportadora medida en términos de los indicadores establecidos.

1. Introducción.

La estimación de la PTF con objeto de evaluar el incremento de rendimiento en actividades ó sectores industriales, es aceptada como válida constituyéndose como una de las medidas estándar a la hora de realizar comparaciones internacionales (i.e. OCDE (1992)). La metodología clásica identificaba plenamente su cuantificación con el cambio ó progreso tecnológico; es decir, la variación en el volumen de producción una vez descontada la variación en el nivel de los factores y representable, gráficamente, a través de desplazamientos de la función de producción Solow (1957)). Sin embargo, es posible demostrar que bajo un planteamiento frontera del proceso productivo, que presupone la definición de funciones potenciales de producción y la estimación de los niveles de eficiencia de las observaciones, ésta medida tradicional es sesgada al no considerar los posibles desplazamientos de las unidades, de un período a otro, *hacia o desde* la citada frontera (Nishimizu y Page (1982)).

La entrada en la metodología tradicional de esta nueva conceptualización resulta de especial relevancia si consideramos que las variaciones en la PTF pueden tener su origen en dos fuentes muy distintas: el progreso tecnológico que se identifica con los

^{*} Los autores son, respectivamente, becario del Programa Sectorial de Formación de Profesorado Universitario y Personal Investigador - M.E.C., Catedrático de Economía Aplicada y Profesora Titular; Dpto. de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid.

cambios acontecidos en la función de producción potencial o frontera, resultado de la adopción de procesos innovativos que son asequibles para el conjunto de observaciones, y las variaciones en los niveles de eficiencia de éstas, resultado de su propia capacidad para incidir individualmente en la obtención del producto. Dentro de esta última posibilidad nos encontramos ante situaciones tales como el aprendizaje por el uso, nuevas formas de gestión empresarial en el ámbito logístico ó humano, etc....

La separación teórica ó práctica del efecto de ambas fuentes sobre la PTF resulta difícil a un nivel de agregación como el aquí considerado; sin embargo, las definiciones adoptadas y que a continuación se presentan, se demuestran útiles por sus implicaciones prácticas en el ámbito de la política económica: en general, se enmarca dentro del progreso técnico aquellas innovaciones que pueden ser asumidas por todas las actividades dentro de cada sector con objeto de mejorar su función de producción (ayudadas con medidas gubernamentales de apoyo a la I+D, Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación, etc....) y como determinantes del nivel de eficiencia aquellas características individuales de los procesos productivos que no es posible recoger dentro de las funciones de producción genéricas por falta de estadísticas satisfactorias.

1.1 Análisis previos.

La estimación de la PTF en los sectores manufactureros de la OCDE ha sido previamente planteada en modo similar al aquí considerado, dentro del ámbito econométrico de datos de panel aunque sin considerar la posible variación en el tiempo de la eficiencia técnica, por Fecher y Perelman (1990). De forma alternativa, y considerando índices de productividad de Malmquist, Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994) presentan igual descomposición de la PTF en cambio técnico y variaciones en eficiencia. Los primeros autores centran su análisis en el período 1971/86 y, con objeto de evaluar de forma compatible cual ha sido la evolución posterior de las variables mencionadas, se ha decidido continuar con planteamientos similares, dentro del período 1986/92, incluyendo determinados avances metodológicos y nuevas fuentes de información.

1.2 Condicionantes del análisis.

Con objeto de analizar las características productivas y los niveles de eficiencia técnica en la industria manufacturera de la OCDE, es importante considerar las condiciones coyunturales en las que se desenvuelve el proceso de producción. En el período 1986/92 la industria manufacturera de esta área económica ha experimentado una transición desde los años expansivos de la década de los 80 a los primeros estadios de la última recesión económica.

Entre 1986 y 1989 la economía mundial disfrutó de los últimos años del ciclo expansivo más amplio desde la 2ª Guerra Mundial; las políticas fiscales y monetarias fueron diseñadas con el objetivo de apoyar el crecimiento económico y compensar los efectos negativos de la crisis financiera y bursátil de Octubre del 87. Diversas reformas

fueron establecidas en numerosos países tanto a nivel macroeconómico (i.e. inflación, déficits públicos y financieros, etc...) como microeconómico (i.e. flexibilización de mercados laborales, medidas de incremento de competitividad, etc...). El resultado fue un incremento de la productividad, confirmado en el presente análisis, y en la confianza de los mercados en relación a inversiones futuras. Finalmente, diversas ventajas coyunturales, entre los que destaca una reducción continua en los precios petrolíferos, supusieron un estímulo adicional para esta situación favorable que se refleja en un incremento medio del comercio mundial del 6.7% y de la producción manufacturera de la OCDE en un 3% en 1987, 8.9% en 1988 y 4.1% en 1989. El número de ocupados y el nivel de capacidad utilizada siguieron comportamientos paralelos (OCDE 1986,1987,1988, 1989).

Esta situación cambiaría de forma considerable en el período 1989-92 por dos razones fundamentales: el fin del denominado socialismo real con las tensiones originadas por procesos como el de la reunificación alemana, las reformas en los países del este de Europa y las incertidumbres sobre la dirección de la economía rusa y , por otro lado, la Guerra del Golfo y su efecto sobre los precios del petróleo. La consecuencia fundamental de estos procesos es la desaceleración en el incremento del Producto mundial que pasa del 3.2% de 1989 al 2.1% en 1990 y el -0.2 en 1991. Igual pauta siguieron la producción y la inversión manufacturera, pasando la primera de incrementos medios del 3.7% entre 1986/89 al 1.4% entre 1989/92 (crecimientos negativos en los dos últimos años), OCDE (1990, 1991,1992). Durante este subperíodo el número de ocupados y la Capacidad Utilizada decrecieron, presentándose un exceso de stock de capital confirmado por Zofío y Prieto (1995) y ya anticipado por Bernd y Hesse (1986).

Una evolución del ciclo económico como la expuesta plantea como interrogante la variación de la productividad de la industria manufacturera en todo el período considerado. La definición de un modelo frontera de estimación de la PTF permite clarificar cual ha sido su evolución en términos de cambio técnico y eficiencia teniendo presente que los resultados obtenidos darán origen a unas estimaciones medias derivadas de la combinación de una fase expansiva y otra de inicio recesión económica.

1.3 Fuentes estadísticas: definición de variables y sectores.

Dado que la última versión disponible de la *International Sectoral Data Base* publicada por la OCDE alcanza únicamente hasta 1989, ha sido necesario recurrir a las publicaciones industriales periódicas de la OCDE con objeto de analizar información estadística más reciente. En concreto las variables seleccionadas provienen de la *Industrial Structure Statistics* (1995) y *Flows and Stocks of Fixed Capital* (1967/92).

El análisis se realiza considerando una estructura de datos de panel relativos a catorce países de la OCDE y tres años (1986/89/92) definiéndose para un nivel de desagregación *ISIC* de dos dígitos (31 a 39)¹. Las variables consideradas son el valor

¹ Los sectores considerados son: Alimentos, bebidas y tabaco (ABT), Tejidos, Ropa y Cuero (TRC), Madera y muebles (MM), Papel, impresión y edición (PIE), Productos químicos (PQ), Productos de minerales no metálicos (PMNM), Industrias metálicas básicas (IMB), Productos metálicos, maquinaria y Equipo (PMME) y Otras industrias manufactureras (OIM). Los países

de la producción bruta y, dentro de los factores productivos, el stock de capital neto, estimado de acuerdo a un modelo de inventario permanente (Meyer zu Sclochtern (1994)), y el número de ocupados (las dos primeras en \$U.S. de acuerdo a las Paridades de Poder Adquisitivo estimadas por la propia OCDE)².

La evolución de las variables escogidas para el análisis refleja las tendencias descritas anteriormente; tal como se puede observar en la tabla 1 la producción se incrementa en el subperíodo 1986/89 mientras que ésta cae entre 1989 y 1992. Los factores, por su parte, tienden a incrementarse en el primer subperíodo mientras que caen o verifican menor tasa de crecimiento en el segundo (presentando el número de ocupados mayor flexibilidad que el stock de capital). La evolución general para el conjunto de la industria manufacturera queda recogida en la columna denotada por TIM.

Tabla 1: Tasas de variación anual de la Producción, Capital Neto y Ocupados

Sector		ABT	TRC	MM	PIE	PQ	PMNM	IMB	PMME	OIM	TIM
Producción	86-89	2.59	-4.62	10.61	10.41	10.07	10.91	14.04	15.15	15.09	10.54
	89-92	-0.01	-9.75	-11.48	-2.01	2.09	-13.06	-6.95	-3.99	-0.45	-3.73
Capital N.	86-89	2.87	3.00	19.93	15.14	13.75	12.17	-9.02	2.12	3.85	4.52
	89-92	8.12	-0.13	8.07	6.34	7.71	3.24	1.83	5.06	7.87	5.76
Ocupados	86-89	0.59	-8.32	4.61	6.00	3.18	1.81	-7.51	1.1	7.87	0.69
	89-92	-3.59	-18.92	-10.61	-5.01	-5.21	-11.25	-11.79	-9.43	13.29	-9.11

2. Definición del modelo de PTF dentro del análisis frontera.

La diferencia más importante entre la medición de la PTF por medio de aproximaciones frontera frente a la metodología basada en números índices, radica en la necesidad de definir y estimar económicamente una serie de funciones potenciales de producción ó fronteras tecnológicas, que reflejen la cuantía de producto máximo obtenible a partir de una combinación dada de factores.

Definiendo la fronteras de producción (*best practice*) para una unidad i en el momento temporal t por

$$Y_{it}^* = f [X_{it}, t] \quad (1)$$

donde Y_{it}^* es el producto potencial que podría obtener la unidad i en t y X_{it} es el vector de inputs considerado (se asume en este punto que $f(X, t)$ se encuentra bien definida).

considerados son Canadá, Estados Unidos, Japón. Australia, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Noruega, Suecia, Reino Unido y España.

² Producción y Capital Neto son medidos en millones de \$U.S. mientras que el número de ocupados se corresponde con miles de individuos.

Realizadas estas consideraciones, el producto observado de una determinada unidad puede expresarse en relación a aquel potencial como

$$Y_{it} = Y_{it}^* e^{[\epsilon_{it} = v_{it} - u_{it}]} \quad (2)$$

Así, la disparidad existente entre ambos queda caracterizada por una frontera de producción estocástica, $f(\mathbf{X}, t)$, y el nivel de ineficiencia, $u_{it} \sim N(\mu, \sigma_u)$, una vez descontado del error compuesto, $\epsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$, las perturbaciones aleatorias, $v_{it} \sim N(0, \sigma_v)$ ³. Dada esta definición de ineficiencia técnica, ésta puede ser cuantificada dentro del siguiente rango: $ET_{it} = [0 < e^{[-u_{it}]} = Y_{it} / Y_{it}^* e^{[v_{it}]} \leq 1]$.

Establecido el concepto de eficiencia, la derivada del logaritmo de la ecuación (2) respecto al tiempo vendría dada por

$$\frac{\dot{Y}_{it}}{Y_{it}} = f_x \frac{\dot{X}_{it}}{X_{it}} + f_t + \dot{\epsilon}_{it} \quad (3)$$

donde f_x y f_t representan, respectivamente, las elasticidades de producto de $f[\mathbf{X}_{it}, t]$ respecto a \mathbf{x}_{it} , t y la puntuación indica derivadas temporales.

De esta forma, las variaciones en los niveles de producción pueden ser divididas en tres componentes: el primero de ellos se corresponde con el cambio en la cuantía de factores utilizada ponderado por la elasticidad de producto; el segundo queda determinado por la tasa de cambio tecnológico de la frontera de producción, y el tercero es definido por el cambio acontecido en el nivel de eficiencia técnica. La formulación planteada se corresponde con la especificada por Nishimizu y Page (1982) que define el crecimiento en la PTF como aquel incremento en el producto obtenido que no queda explicado por la variación de los factores. Siguiendo esta definición, la variación en la PTF quedaría representada por

$$\Delta PTF_{it} = f_t + \dot{\epsilon}_{it} \quad (4)$$

A nivel aplicado, la estimación del nivel de eficiencia pasa por la desagregación del error en sus componentes de perturbación aleatoria y de ineficiencia. Este proceso presupone la adopción de una determinada distribución para ésta última variable aleatoria con objeto de proceder a su descomposición condicionada al conjunto del error⁴. Zofío (1996) muestra la evolución metodológica acontecida en la definición de fronteras deterministas y estocásticas siendo la escogida para el presente análisis

³ La elección de una determinada distribución para la variable aleatoria u_{it} , representativa del nivel de ineficiencia, se ha planteado en la literatura a partir de la normal truncada, seminormal en caso de que la media de tal distribución sea nula, Aigner, Lovell y Schmidt (1977) ó gamma, exponencial en el caso particular en que el parámetro p sea la unidad, Richmond (1974).

⁴ La significatividad de la componente de ineficiencia, que permite plantear la aproximación frontera respecto a la función de producción media, y la adopción de una determinada distribución para ésta es contrastada a partir del ratio generalizado de verosimilitudes. La determinación de estos contrastes confirma la significatividad de u_{it} y su distribución seminormal (media nula, $\mu = 0$).

aquella de datos de panel propuesta por Battese y Coelli (1992). Dicha especificación se caracteriza por considerar la posibilidad de que la ineficiencia siga una evolución exponencial en el tiempo; concretamente, para T igual al número total de períodos

$$u_{it} = h_{it} u_i = [\exp(-h(t - T))] u_i \quad (5)$$

El modelo anterior se define de tal forma que los efectos específicos no negativos u_{it} (ineficiencia) decrecen, permanecen constantes o se incrementan en el tiempo conforme avanza t ($h > 0$, $h = 0$, $h < 0$ respectivamente)⁵. Cuando se verifica el primer caso las observaciones, que siguen igual pauta de variación temporal, tienden a incrementar su nivel de eficiencia técnica a lo largo del tiempo con lo que convergen hacia la frontera de producción (resultado que se identifica con procesos de difusión tecnológica subsiguientes a la introducción y adopción de innovaciones en la industria). El segundo caso se corresponde con un nivel de ineficiencia invariante. El último suele presentarse ante una innovación tecnológica realizada de forma unilateral, por los denominados *frontrunners* que dejan atrás a sus competidores (los primeros tienden a explotar los rendimientos generados por su proceso inversor en I+D). Estos procesos de incremento de la ineficiencia a lo largo del tiempo, suelen venir asociados, así mismo, a la permanencia en el mercado de actividades que aún siendo ineficientes se sustentan en el mercado gracias a ayuda externa (i.e. ayudas públicas dedicadas a siderurgias, astilleros, etc...).

2.2 Especificación de las fronteras de producción a estimar.

Las fronteras de producción estocásticas definidas para cada uno de los sectores adoptan, en este análisis, la forma Cobb-Douglas, siendo estimadas bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala⁶:

$$\log(Y_{its}) = \alpha_s + \beta_{Ls} \log(L_{its}) + (1 - \beta_{Ls}) \log(K_{its}) + \gamma_s t + v_{its} - u_{its} \quad (6)$$

donde i , t y s indican el país, momento temporal y sector industrial en cuestión. La definición de cada una de las fronteras presupone la estimación de las elasticidades de producción de cada uno de los factores considerados, el progreso tecnológico experimentado en cada uno de los sectores, constante para el conjunto de países, γ_s , y la componente de ineficiencia técnica, u_{it} , condicionada al conjunto del error. Tal como queda definido el progreso tecnológico, éste resulta neutral asumiéndose como hipótesis el acceso potencial de todos los países considerados a la frontera de producción (*best practice*). Esto presupone una situación ó actitud hacia el cambio técnico en la que la información básica de I+D se disemina dentro de la comunidad

⁵ La estimación de las fronteras de producción descritas se ha realizado a través del programa FRONTIER 4.1 desarrollado por Coelli (1994). Alvarez Cuesta y Alvarez Pinilla (1995) aplican FRONTIER 2.0 en la resolución de modelos de eficiencia técnica variable en el tiempo en el ámbito de explotaciones lecheras.

⁶ La estimación de las fronteras de producción, bajo la hipótesis de rendimientos variables a escala, da como resultado valores no significativamente distintos a la unidad.

internacional a través de revistas especializadas, organizaciones y congresos empresariales, etc....

3. Resultados relativos a productividad, cambio técnico y eficiencia.

Los parámetros obtenidos a partir de la estimación de la ecuación (6) por máxima verosimilitud se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros estimados de las fronteras de producción¹ (1986-92)⁷.

Sectores	Elasticidades de Producción Conjunto OCDE				
	Const. (α_s)	Ocupados (β_{1s})	Capital ($1-\beta_{1s}$) ²	Prog. Tec. (γ_s)	Ineficiencia
Alimentos, bebida y tabaco	3.21 (0.31)	0.490 (0.08)	0.510	0.021 (0.01)	-0.019 (0.01)
Tejidos, ropa y cuero	3.26 (0.15)	0.708 (0.05)	0.292	0.029 (0.01)	-0.020 (0.00)
Madera y muebles	3.81 (0.24)	0.821 (0.08)	0.179	0.034 (0.01)	-0.026 (0.01)
Papel, impresión y edición	3.28 (0.31)	0.689 (0.07)	0.311	0.030 (0.01)	-0.027 (0.00)
Prod. químicos	4.06 (0.29)	0.545 (0.07)	0.455	0.014 (0.01)	-0.007 (0.01)
Prod. de minerales no metálicos	4.03 (0.30)	0.892 (0.08)	0.108	0.038 (0.01)	-0.031 (0.01)
Industrias metálicas básicas	3.61 (0.35)	0.824 (0.06)	0.175	0.070 (0.02)	-0.028 (0.01)
Productos met., maq y Equipo	2.85 (0.23)	0.716 (0.10)	0.284	0.048 (0.01)	-0.024 (0.01)
Otras industrias Manufactur.	2.85 (0.23)	0.503 (0.07)	0.497	0.033 (0.01)	-0.027 (0.01)

n=39. 1) Estadísticos t entre paréntesis. 2) Condicionadas a la existencia de rendimientos constantes a escala.

Las elasticidades de producción muestran que los sectores con mayores productividades marginales de empleo son el de Productos de minerales no metálicos e Industrias metálicas básicas mientras que aquellos con mayor productividad de capital son el de Alimentos, bebidas y tabaco y Otras Industrias manufactureras. El progreso técnico en términos de variación anual, que se corresponde con la derivada de las fronteras de producción (6) respecto al tiempo, viene representado por los coeficientes γ_s . Así, los sectores que resultan más dinámicos en la adopción de innovaciones son el de Industrias metálicas básicas y Productos metálicos, maquinaria y equipo, con porcentajes superiores al 3% anual. Aunque aparentemente no existe relación entre la elasticidad de capital y tasa de progreso técnico, si se confirma la correlación entre ratios elevados de Capital/Ocupados y el progreso técnico, γ_s . Aquellos sectores que verifican un mayor nivel de capital instalado por mil ocupados verifican una mayor tasa de cambio técnico. Frente a éstos, los sectores manufactureros tradicionales como el alimenticio, o textil, que presentan unos ratios capital/ocupados inferiores, experimentan unas tasas menores de adopción de innovaciones (las más reducidas a excepción de sector de Productos químicos).

Estas conclusiones relativas a cambio técnico e intensidad de capital pondrían de manifiesto el éxito de las diversas reformas productivas tendentes a la modernización y capitalización de industrias básicas y de equipo tales como

⁷ La compatibilidad de los resultados obtenidos en relación a las elasticidades de producción respecto a aquellas de Fecher y Perelman resulta elevada si consideramos que el coeficiente de correlación entre estos parámetros es $\rho = 0.73$. En relación a l peso de la componente de ineficiencia respecto al conjunto del residuo esta representa alrededor del 0.95% si consideramos que éste queda definido por $\xi^* = \xi / [\xi + (1-\xi) \pi / (\pi-2)]$ con $\xi = \sigma_u / (\sigma_u + \sigma_v)$; estos resultados mostrarían que la mayor parte de los cambios en el nivel de producción no explicado por las variaciones en los factores y el cambio técnico se debe a variaciones en el nivel de eficiencia técnica respecto a otras causas aleatorias.

siderurgias, astilleros, etc.... Establecidos estos resultados relativos al progreso tecnológico, la variación en los niveles de eficiencia muestra el retroceso general que se verifica en el conjunto de la industria manufacturera y que podría ser atribuido, como veremos posteriormente, al empeoramiento de la coyuntura económica en el segundo subperíodo del arco temporal considerado.

Una vez determinadas las fronteras de producción, la estimación de la PTF como suma del cambio técnico y las variaciones en el nivel de eficiencia exige la estimación individual de éstas últimas magnitudes. Como paso previo se presentan en la tabla 3 los índices de eficiencia medios para todo el período. Los resultados confirman la continuidad del liderazgo de Norteamérica (EE.UU. y Canadá) dentro de la OCDE tal como pusieron de manifiesto Fecher y Perelman⁸.

Tabla 3: Índices de eficiencia técnica medios (1986-92).

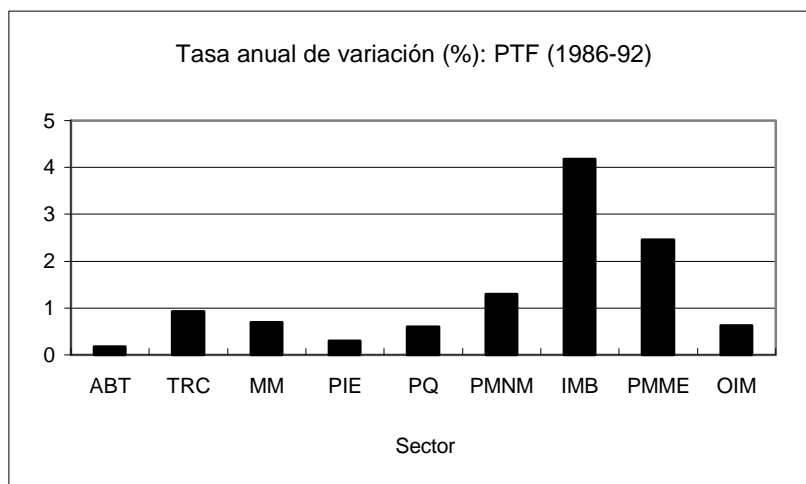
Sectores	PAÍSES														
	CAN	EE.UU.	JAP	AUS	BEL	FIN	FRA	ALE	GRE	ITA	NOR	SUE	R.U.	ESP	MEDIA
ABT	0.94	0.97	0.71	0.59	-	0.70	0.64	0.85	0.38	0.64	0.56	0.65	0.63	0.68	0.69
TRC	0.94	0.95	0.81	0.83	0.89	0.58	0.85	0.95	0.47	0.94	0.58	0.58	0.62	0.77	0.76
MM	0.84	0.79	0.83	0.54	0.97	0.62	0.60	0.79	0.40	0.81	0.61	0.69	0.67	0.50	0.70
PIE	0.78	0.91	0.98	0.72	0.84	0.81	0.94	0.85	0.47	0.92	0.62	0.69	0.76	0.91	0.79
PQ	0.95	0.97	0.92	0.68	0.83	0.59	0.81	0.92	0.56	0.70	0.58	0.69	0.67	0.87	0.77
PMNM	0.94	0.96	0.93	0.78	0.75	0.58	0.89	0.78	0.49	0.84	0.65	0.57	0.70	0.74	0.75
IMB	0.72	0.85	0.97	0.79	0.95	0.79	0.69	0.66	0.74	0.83	0.72	0.63	0.65	0.79	0.77
PMME	0.97	0.83	0.90	0.52	0.77	0.48	0.61	0.62	0.30	0.61	0.61	0.49	0.57	0.67	0.64
OMI	0.68	0.85	0.96	0.52	-	0.51	-	0.61	0.34	0.94	0.33	0.36	0.60	0.55	0.60

Establecidas las tasas de variación anual del cambio técnico y los niveles de eficiencia, es posible determinar la evolución de la PTF en la forma definida en la ecuación (4). Las correspondientes medidas se presentan en la tabla 4 y figura 1. La consideración de la ineficiencia como variable en el tiempo y de acuerdo a una evolución exponencial, hace que su peso respecto a aquel del cambio técnico sea de aproximadamente igual magnitud en aquellos sectores donde este último resulta reducido. A pesar de ello es posible señalar que la pérdida de eficiencia de los países líderes, EE.UU., Canadá, Japón y Alemania es, en general, menor que en del resto de la OCDE. Además, dado el proceso de estimación de la PTF, son estos mismos países los que se encuentran en cabeza a la hora de incrementar los rendimientos de sus actividades industriales. Por último, la fig.1 muestra las tasas anuales de variación de la PTF, superiores en aquellos sectores donde existe una elevada intensidad de capital respecto al número de ocupados.

⁸ Si bien, las fronteras estimadas por Fecher y Perelman de acuerdo a esta metodología consideraban como producto el Valor Añadido y como factor representativo del capital, aquel bruto.

Tabla 4: Tasas de variación anuales en la eficiencia técnica y productividad (1986-92).

		PAÍSES																
Sectores		CAN	EE.UU	JAP	AUS	BEL	FIN	FRA	ALE	GRE	ITA	NOR	SUE	R.U.	ESP	OCDE	P.Tec	
ABT	Efic.	-0.37	-0.20	-2.05	-3.26	-	-2.10	-2.60	-1.02	-4.80	-2.82	-3.22	-2.46	-2.65	-2.46	-1.92	2.09	
	PTF	1.72	1.89	0.04	-1.18	-	-0.01	-0.51	1.07	-2.71	-0.73	-1.13	-0.37	-0.56	-0.37	0.17		
TRC	Efic.	-0.49	-0.39	-1.63	-1.54	-0.91	-3.77	-1.28	-0.40	-4.80	-0.55	-3.74	-3.69	-3.38	-2.10	-2.02	2.95	
	PTF	2.45	2.56	1.32	1.40	2.03	-0.82	1.67	2.54	-1.86	2.39	-0.80	-0.74	-0.43	0.84	0.93		
MM	Efic.	-1.48	-1.98	-1.62	-5.20	-0.28	-3.69	-3.84	-1.99	-6.01	-1.88	-3.74	-2.97	-3.18	-5.76	-2.66	3.35	
	PTF	1.87	1.37	1.73	-1.85	3.08	-0.33	-0.49	1.36	-2.66	1.48	-0.39	0.39	0.17	-2.41	0.69		
PIE	Efic.	-2.79	-1.18	-0.27	-3.91	-2.01	-2.38	-0.80	-1.85	-6.44	-1.01	-4.65	-3.78	-2.95	-1.19	-2.74	3.04	
	PTF	0.25	1.86	2.77	-0.87	1.03	0.66	2.24	1.19	-3.40	2.03	-1.61	-0.74	0.09	1.85	0.30		
PQ	Efic.	-0.12	-0.08	-0.22	-0.96	-0.46	-1.26	-0.53	-0.22	-1.37	-0.89	-1.30	-0.89	-0.97	-0.36	-0.75	1.35	
	PTF	1.24	1.28	1.13	0.40	0.89	0.10	0.83	1.14	-0.01	0.47	0.05	0.46	0.38	0.99	0.61		
PMNM	Efic.	-0.65	-0.43	-0.73	-2.54	-2.72	-4.61	-1.24	-2.38	-5.63	-1.88	-3.84	-4.67	-3.35	-3.15	-2.46	3.76	
	PTF	3.11	3.32	3.03	1.21	1.04	-0.85	2.52	1.38	-1.87	1.87	-0.08	-0.92	0.41	0.61	1.30		
IMB	Efic.	-3.44	-1.89	-0.38	-2.85	-0.66	-2.62	-3.78	-4.17	-3.27	-2.23	-3.42	-4.51	-4.30	-2.92	-2.79	6.97	
	PTF	3.53	5.08	6.59	4.12	6.31	4.35	3.19	2.80	3.70	4.74	3.55	2.46	2.67	4.05	4.18		
PMME	Efic.	-0.21	-1.18	-0.69	-4.00	-1.57	-3.86	-2.79	-2.70	-5.61	-3.11	-2.78	-3.84	-3.11	-2.51	-2.37	4.83	
	PTF	4.62	3.65	4.14	0.83	3.26	0.97	2.04	2.13	-0.78	1.72	2.05	0.99	1.72	2.32	2.46		
OIM	Efic.	-1.74	-0.74	-0.22	-2.98	-	-2.79	-	-2.15	-4.12	-0.29	-4.22	-3.93	-2.25	-2.75	-2.69	3.32	
	PTF	1.58	2.58	3.10	0.34	-	0.53	-	1.17	-0.79	3.03	-0.90	-0.61	1.07	0.57	0.63		



Centrándonos en nuestro país, la posición de España en relación al resto de la OCDE puede calificarse como media pues no define la frontera en ninguno de los sectores comentados. Únicamente en el sector de Papel, impresión y edición y Productos químicos, su nivel de eficiencia es sensiblemente superior al de la media. Respecto a sus competidores directos, nuestro país se sitúa a un nivel algo inferior al de Italia y superior al de Grecia. Las estimaciones respecto a la PTF muestran como ésta se ha incrementado considerablemente en las Industrias metálicas básicas (4.05%), Productos metálicos, maquinaria y equipo (2.46%) y Productos químicos (0.61%); de forma contenida en Tejidos, ropa y cuero (0.93), mientras que decrece fuertemente en el sector de Madera y muebles (-2.41).

Con objeto de contrastar si la reducción en los niveles de eficiencia es superior en el subperíodo depresivo de 1989/92, se muestran en la tabla 5 las tasas de variación anual por subperíodos de la PTF y de la eficiencia. En general, no se puede concluir que la evolución de las variables siga la pauta descrita pues existen sectores donde se verifica una mayor caída de ambas medidas en el primer subperíodo, inmerso en la fase expansiva del ciclo. Sin embargo, si parece significativo que tasas negativas de la PTF, que se corresponden con variaciones de eficiencia fuertemente negativas y un progreso técnico reducido, se presenten entre 1989 y 1992: Papel, impresión y edición (-0.71%) y Otras industrias manufactureras (-0,29%).

Tabla 5: Tasas de variación anual de la PTF por sector y periodo.

Sectores		Período		
		1986-89	1989-92	1986-92
Alimentos, bebida y tabaco	Efic.	-2,25	-1,81	-1,92
	PTF	-0,16	0,28	0,17
Tejidos, ropa y cuero	Efic.	-1,58	-2,70	-2,02
	PTF	1,36	0,25	0,93
Madera y muebles	Efic.	-2,97	-2,81	-2,66
	PTF	0,38	0,54	0,69
Papel, impresión y edición	Efic.	-2,19	-3,75	-2,74
	PTF	0,85	-0,71	0,30
Prod. químicos	Efic.	-0,84	-0,69	-0,75
	PTF	0,51	0,66	0,61
Prod. de minerales no metálicos	Efic.	-2,24	-3,07	-2,46
	PTF	1,52	0,69	1,30
Industrias metálicas básicas	Efic.	-2,45	-3,61	-2,79
	PTF	4,52	3,36	4,18
Productos met., maq y Equipo	Efic.	-2,62	-2,49	-2,37
	PTF	2,21	2,34	2,46
Otras industrias Manufactur.	Efic.	-2,21	-3,61	-2,69
	PTF	1,11	-0,29	0,63

4. Productividad, Eficiencia y Pautas exportadoras.

Uno de los objetivos del presente estudio es contrastar la posible relación existente entre las variaciones en la PTF y en los niveles de eficiencia y las pautas exportadoras de los países de la OCDE. Con objeto de llevar a cabo este análisis se ha decidido correlacionar las medidas citadas con tres indicadores de comercio exterior (dada la información disponible para el período 1986/92): los ratios medios Exportaciones / Importaciones, la tasa de cobertura entendida como (Exportaciones - Importaciones) / (Exportaciones + Importaciones) y, por último, la incidencia de las exportaciones sobre el nivel de actividad: Exportaciones / Producto Interior Bruto. Los distintos indicadores se presentan en la tablas 6 y los resultados de realizar las correlaciones en la 7.

Tabla 6: Ratios X/M, Tasas de Cob. e Incidencia de las exp. sobre la actividad.

Sectores	Ratios X/M						Tasa de Cobertura: (X-M) / (X+M)						Incidencia exportac.: X / P.I.B. (%)					
	EE.UU	BEL	FIN	ALE	SUE	U.K.	EE.UU	BEL	FIN	ALE	SUE	U.K.	EE.UU	BEL	FIN	ALE	SUE	U.K.
ABT	1,23		1,06	0,83	0,41	0,56	0,10	-	0,03	-0,10	-0,42	-0,29	0,37	-	0,49	1,15	0,46	1,05
TRC	0,17	1,04	0,50	0,62	0,30	0,49	-0,72	0,02	-0,35	-0,24	-0,54	-0,34	0,13	3,80	0,48	1,45	0,58	0,84
MM	0,40	1,02	5,19	0,75	3,27	0,13	-0,44	0,01	0,66	-0,16	0,52	-0,76	0,08	0,91	0,90	0,22	1,47	0,08
PIE	0,86	0,71	13,6	1,01	6,18	0,43	-0,09	-0,17	0,86	0,00	0,72	-0,40	0,19	1,19	3,83	0,75	3,74	0,45
PQ	1,09	1,23	0,56	1,31	0,83	1,14	0,04	0,10	-0,29	0,14	-0,09	0,07	0,89	9,92	1,18	4,58	3,31	1,88
PMNM	0,49	1,54	0,71	1,10	0,65	1,02	-0,35	0,21	-0,17	0,04	-0,21	0,01	0,06	1,09	0,14	0,49	0,28	0,28
IMB	0,49	1,55	1,47	1,04	1,74	0,88	-0,35	0,22	0,18	0,02	0,27	-0,06	0,20	5,48	1,03	7,78	1,87	1,01
PMME	0,79	0,91	0,68	1,89	1,19	0,85	-0,12	-0,05	-0,19	0,30	0,09	-0,08	3,42	14,4	3,82	14,8	12,6	7,95
OIM	0,26		0,40	0,91	0,28	0,67	-0,59	-	-0,44	-0,05	-0,59	-0,20	0,09	-	0,07	0,22	0,11	0,28

Tabla 7: Correlaciones entre los niveles de PTF/Efic. e Indicadores.

Sectores	Correlaciones entre PTF y Efic. con los Indicadores de Comercio		
	Ratios X/M	T.C. (X-M)/(X+M)	Incid. X: X / P.I.B.
Alimentos. bebida y tabaco	0.76	0.74	-0.17
Tejidos. ropa y cuero	0.23	0.14	0.38
Madera y muebles	-0.54	-0.23	-0.06
Papel. impresión y edición	-0.31	-0.42	-0.62
Prod. químicos	0.75	0.75	0.28
Prod. de minerales no metálicas.	-0.02	-0.12	0.01
Industrias metalicas básicas	-0.02	-0.08	0.03
Productos metal. maq y Equipo	-0.08	-0.09	0.00
Otras industrias Manufactureras	0.08	0.11	0.05

Los resultados muestran que no se puede concluir, de forma genérica, relación lineal alguna entre las medidas de rendimiento productivo y los indicadores mencionados (pudiéndose apreciar el alto grado de correlación entre los ratios X/M y las tasas de cobertura, $(X-M)/(X+M)$). Únicamente en los sectores de Alimentos, bebida y tabaco y Productos químicos se constata una relación positiva entre la PTF y la eficiencia y los dos primeros indicadores (aprox 0.75); en la mayoría de los sectores, sin embargo, el grado de correlación es indeterminado y en aquel de Madera y muebles la relación es inversa. Dada la falta de dependencia entre las variables, se podría deducir que la capacidad competitiva de una nación, medida en los términos propuestos, no se ve influenciada en el corto plazo por la evolución de la PTF ó los niveles de eficiencia registrados.

Resulta así necesario pensar en la relación a largo plazo que ha de existir entre estas variables y el efecto que pueden tener, sobre las macromagnitudes de comercio exterior, otra serie de factores que no se encuentran aquí recogidos. Entre éstos podría destacarse la importancia de los países en términos geopolíticos y su influencia en instituciones internacionales determinantes del comercio exterior como podría ser la Organización Mundial del Comercio, la riqueza secular de una nación en determinadas materias primas (i.e. el caso de Finlandia y Suecia en sectores como Madera y muebles y Papel, Impresión y Edición donde la evolución de la PTF es reducida mientras que las tasas de cobertura son elevadas dada la gran presencia de recursos naturales), el nivel de apertura de la economía que incide, a través de los flujos históricos de bienes y el establecimiento de canales de distribución, en la capacidad de gestión y de marketing internacional de las empresas, etc...⁹.

5. Conclusiones.

Las principales conclusiones que pueden extraerse del análisis, basado en la definición de fronteras de producción Cobb-Douglas para el período 1986/92, son el crecimiento general de la PTF derivado del progreso técnico experimentado en todos los sectores manufactureros y la evolución negativa de la eficiencia técnica que mostraría un alejamiento de los países en su conjunto respecto al nivel de producción potencial determinado por los países líderes. Esta posición de liderazgo dentro de la OCDE se corresponde principalmente con Norteamérica: EE.UU. y Canadá mientras que nuestro país presenta unos niveles medios de rendimientos productivos que no son excesivamente diversos de los de sus competidores mediterráneos.

La posible relación existente en el corto plazo entre PTF y niveles de eficiencia con indicadores de comercio exterior tales como ratios X/I , tasas de cobertura, etc... no se ve confirmada a través del análisis de correlaciones. Este resultado no invalida la posible relación a largo plazo de las magnitudes comentadas con lo que estudios

⁹ La dirección causal de dependencia entre productividad y capacidad competitiva exterior puede ser planteada de forma recíproca. Una economía con elevado grado de apertura puede experimentar un mayor crecimiento en su producción (Syrquin y Chenery (1989)) pero es claro que ganancias de productividad internas consecuencia de procesos de desarrollo tecnológico (i.e. inversiones en I+D, calidad del capital humano, etc... (Romer (1989)) y su transmisión a los precios, vía descenso en los costes de producción, han de incrementar la capacidad competitiva de un país.

posteriores tendentes a explorar este campo de investigación resultarían adecuados. Además, sería interesante profundizar en la influencia de otras variables no consideradas aquí entre las que podríamos destacar la relevancia geopolítica en términos institucionales (i.e. acuerdos comerciales y de aranceles), las disponibilidades de materia primas, la incidencia del grado de apertura de una economía sobre los flujos de bienes y la actitud empresarial hacia el exterior, etc....

BIBLIOGRAFIA.

- Aigner, D., Lovell, C.A.K. y Schmidt, P. [1977]: "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions Models". *International Economic Review* 17, pp. 377-396.
- Alvarez Cuesta, R. y Alvarez Pinilla, A. [1995]: "*Eficiencia técnica variante en el tiempo de explotaciones lecheras*" II. Congreso Nacional de Economía y Sociología Agraria, Valencia, 13, 14 y 15 de Septiembre de 1995.
- Battese, G. y Coelli, J. [1992]: "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With application to Paddy Farmers in India". *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-159.
- Bernd, E. y Hesse, D. [1986]: "Measuring and Assessing Capacity of Utilization in the Manufacturing Sectors of nine OECD Countries". *European Economic Review*, 30, pp 961-989.
- Coelli, T. [1994]: "A guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for Stochastic Frontier Production and Cost Functions". Department of Econometrics, University of New England, Australia.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, Z. [1994]: "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries", *American Economic Review*, 82 (1), pp. 66-83.
- Fecher, F. y Perelman, S. [1990]: "Productivity growth, Technological Progress and R&D in OECD industrial activities". en *Public Finance and Steady Economic Growth*. Gerold Krause-Junk, University of Hamburg, Hamburg.
- Nishimizu, M. y Page, J. [1982]: "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia". *Economic Journal*, 92, Dec., pp 920-936.
- Meyer zu Schlochtern, F.J.M. [1994]: "An International Sectoral Data Base for fourteen OECD Countries (second edition)". Economic department, Working paper N° 145. OCDE.
- OCDE [1986/92]: *Annual Review of Industrial Policies and the Situation in Industry*, Paris.
- OCDE [1992]: *Technology and the Economy: the Key Relationships*. TEP: The Technology/Economy programme (Background Report), Paris.
- Richmond, J. [1974]: "Estimating the Efficiency of Production". *International Economic Review*, 15 (2), Jun., pp. 512-521.
- Romer, P. [1990]: "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98, pp. 71-102.
- Syrquin, M. y Chenery, H. [1989]: "Three Decades of Industrialization", *World bank Economic Review*, 3, pp. 1-25.
- Solow, R. [1957]: "Technical Change and the Aggregate Production Function". *Review of Economics and Statistics*, 39 (3), Aug., pp. 312-320.
- Zofío, J.L [1996]: *Modelos de Estimación de Eficiencia Técnica: Una Aplicación a los Sectores Industriales de la OCDE*, Memoria de licenciatura presentada el 21 de Febrero de 1996, Dpto. de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Zofío, J.L y Prieto, A.M. [1995]: "*Measuring and Analysing Technical Efficiency in the Manufacturing Sectors of Fourteen OECD Countries: a Comparison of the Panel Parametric and DEA Approaches*". Comunicación presentada a la New England's Conference on Efficiency and Productivity, Nov. 23-24/96, Armidale, Australia.