

Eficiencia técnica en las terminales portuarias españolas (2000-2012)

Manuel Agüeros
Pablo Coto-Millán
Pedro Casares-Hontañón
Ingrid Mateo Mantecón

Departamento de Economía, Avd /Los Castros s/n, 39005, Santander.

Universidad de Cantabria

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar la eficiencia técnica para las principales terminales portuarias españolas durante el periodo 2000-2012. En este periodo, existe un cambio en la regulación del sistema portuario español, en particular en el año 2003, que regula el régimen económico jurídico de las explotaciones de las terminales portuarias. El cambio en la regulación nos lleva a plantear la hipótesis de una relación entre la nueva regulación y sus efectos en términos de aumentos o disminuciones de la eficiencia técnica. Para contrastar dicha hipótesis, se ha estimado una función de producción y se han definido una frontera estocástica y una frontera determinística, para un panel de datos compuesto por las terminales portuarias en el periodo citado, que nos han permitido ofrecer estimaciones de eficiencia técnica determinísticas y estocásticas. Los resultados obtenidos muestran que la nueva regulación ha influido positivamente en la productividad y eficiencia técnica de las terminales portuarias reguladas.

Palabras clave: eficiencia técnica, cambios regulatorios, terminales portuarias.

Clasificación JEL: L61, L91, L92.

1. Introducción

El objetivo fundamental de este artículo, analizar la eficiencia técnica de las principales terminales portuarias españolas en el periodo 2000-2010, resulta relevante por

varias razones. Primero, la actividad del sistema portuario aporta cerca del 20% del PIB del sector del transporte, lo que representa el 1,1% del PIB español. Asimismo, genera un empleo directo de más de 35.000 puestos de trabajo y de unos 110.000 de forma indirecta. Estas cifras pueden dar una idea de la importancia económica que representan la actividad portuaria para el comercio y la economía del país.

La ley de 48/2003 continúa el modelo de autoridad portuaria “Landlord” con el objetivo declarado de promover la participación del sector privado en la financiación y explotación de instalaciones portuarias y en la prestación de servicios, de manera de poder aumentar la competitividad del sector. Como consecuencia de todos estos cambios regulatorios en la industria portuaria, parece lógico plantearse la hipótesis de cómo han afectado estos cambios a la eficiencia de las terminales portuarias. Por estas razones, en este artículo se analiza la eficiencia técnica a través de la estimación de una función de producción para un panel de datos formado por siete terminales portuarias en el periodo 2000-2010.

El esquema del trabajo es el siguiente: en primer lugar se presentan de forma resumida los cambios regulatorios más relevantes en la industria portuaria española; en segundo lugar, se revisa la metodología usada para realizar las estimaciones; en tercer lugar se describen los datos y las variables; en cuarto lugar se presenta la especificación econométrica y la forma funcional escogida y, por último, se presentan los resultados de la estimación y las conclusiones.

2. Marco institucional: principales cambios en el modelo de gestión portuaria en España

La evolución del modelo de gestión portuaria en España en las dos últimas décadas puede analizarse siguiendo las tres leyes que, durante este periodo, han determinado el funcionamiento de los puertos: Ley 27/1992, de 24 de noviembre de Puertos del Estado y de la Marina Mercante; Ley 62/1997, de 26 de diciembre, de modificación de la Ley 27/1992 y, por último, Ley 48/2003, de 26 de noviembre de Régimen Económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.

La primera reforma de 1992 supuso la transformación del sistema de gestión portuaria español que abandona el modelo de gestión portuaria “Service ports”, dónde el

sector público asume directamente la responsabilidad de llevar a cabo todas, o casi todas, las actividades desarrolladas en el área del puerto; para empezar a seguir un modelo Landlord, dónde el sector público, que posee la infraestructura, deja tantas actividades como sea posible en manos del sector privado.

En 1997, la Ley 62/1997 de modificación de la Ley 27/1992 introduce algunos cambios que se traducen en una mayor participación de las comunidades autónomas en la gestión de los puertos. Se impulsa la profesionalización de la gestión portuaria y la presencia del sector privado en las operaciones portuarias. En definitiva se trata de profundizar en el modelo definido en la reforma de 1992 con la novedad de que las Comunidades Autónomas son ahora las encargadas de designar al presidente y de determinar la composición última del Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria.

Con la Ley 48/2003 se reducen significativamente algunas de las funciones de las autoridades portuarias. Se le asigna un nuevo papel a las autoridades portuarias, concebidas ahora como entes reguladores y proveedores de infraestructuras y sólo subsidiariamente como prestadores de servicios. Se potencia el modelo de autoridad portuaria landlord con el objetivo declarado de promover la participación del sector privado en la financiación y explotación de instalaciones portuarias y en la prestación de servicios

En resumen, la regulación del sistema portuario español está basada en un esquema en el que la propiedad pública de la infraestructura portuaria (muelles, atraques, etc.) se combina con la privada de la superestructura (remolcadores, almacenes, grúas, etc.). La autoridad pública determina las condiciones en las que la iniciativa privada se desenvuelve fijando precios, condiciones de explotación, duración y características de las concesiones. Con la Ley 48/2003, además, se garantiza el carácter privado en la prestación de los servicios portuarios (Rodríguez-Álvarez y Tovar (2009)).

Como se mencionó antes, el objetivo de este trabajo es analizar el impacto que los cambios regulatorios mencionados han tenido en la eficiencia técnica de las principales terminales portuarias españolas. Otros trabajos previos han analizado la eficiencia de las autoridades portuarias, por ejemplo, Coto-Millán et al. (2000), y el impacto de las reformas legislativas en la eficiencia de las autoridades portuarias como es el caso de González y Trujillo (2008) y Castillo-Manzano et al. (2008). Ambos difieren del que aquí se presenta en que no se ocupan de la última reforma legislativa.

3. Modelo teórico: metodología para el análisis y medición de la eficiencia técnica

Los modelos de frontera utilizados para medir la eficiencia técnica, se pueden clasificar en dos tipos básicos: paramétricos y no-paramétricos. En este análisis nos centraremos en las fronteras paramétricas las que requieren la especificación de una forma funcional particular y pueden clasificarse en determinísticas y estocásticas. El modelo determinístico asume que cualquier desviación de la frontera se debe a ineficiencia, mientras que el estocástico incorpora el ruido estadístico. De esta manera, en las fronteras determinísticas cualquier error de medición y cualquier otra fuente de variación estocástica en la variable dependiente se atribuye a ineficiencia, haciendo que las estimaciones de eficiencia técnica sean sensibles a valores extremos (Greene (1980)).

Por el contrario, la aproximación de frontera paramétrica y estocástica (Aigner, Lovell y Schmidt, (1977) y Meeusen y Van denBroeck, (1977)) parte del supuesto de que la desviación entre el nivel de output observado y el máximo posible comprende dos componentes: un término de error simétrico que capta el efecto de variables que no están bajo el control de la unidad productiva analizada, errores de medida en las variables y otro ruido estadístico; y un segundo término que se supone que capta el grado de ineficiencia, situando el nivel de producción por debajo del máximo output de la frontera y siendo, por ello, necesario especificar una distribución asimétrica para este segundo término de error.

Para conseguir los objetivos de este trabajo se estimaron dos modelos: un **Modelo Paramétrico Determinístico** basado en la metodología de *Mínimos Cuadrados Corregidos* propuesto por Greene (1980), quien estima el modelo, en un primer paso, mediante mínimos cuadrados ordinarios, y en un segundo, dado que el estimador obtenido en la primera fase es sesgado, es corregido sumándole el máximo valor de los residuos mínimo cuadráticos, de modo que los errores encontrados con respecto a esta "frontera determinista" son todos mayor o igual a 0. Esto conduce a la ecuación (1).

$$Y_{it}=f(X_{it};\beta_i)\exp(-u_{it}); \quad \forall u_{it} \geq 0; 0 \leq e^{-u_{it}} \leq 1 \quad (1)$$

Una vez que se ha creado esta "frontera determinista", los errores indicarán la ineficiencia de la empresa, ya que estos errores representan la cantidad de producción que

todavía se puede producir con los mismos factores de producción, pero no se está produciendo.

Finalmente, ya que esto se mide en unidades de producción, con el fin de relativizar y obtener la eficiencia de la empresa expresada en una escala de 0 a 1, el nivel real de producción se divide por la producción óptima obtener una medida dentro de estos límites. La ecuación (2) muestra esto.

$$0 \leq (Y_{it}/f(X_{it};\beta_i)) \leq 1 \quad (2)$$

En segundo lugar se estimará un *Modelo Paramétrico Estocástico* basado en la idea de que no todas las desviaciones se deben a ineficiencias porque puede haber algo de aleatoriedad. Algunos ejemplos de esta aleatoriedad podrían ser un tiempo favorable o la sequía para los agricultores, un fallo mecánico o simplemente casualidad. En resumen, la realidad es muy compleja y es necesario tener en cuenta esta complejidad al tratar de medir la ineficiencia en un modelo.

Se han propuesto fronteras estocásticas que también se llaman fronteras de errores compuestas porque se añade un error de dos componentes, un error aleatorio para cada frontera y otro error que captura un grado de ineficiencia (Aigner et al, 1997; Meussen y Van Den Broeck, 1997).

$$Y_{it} = f(X_{it}) \exp(v_{it} - u_{it}); \quad \forall u_{it} \geq 0 \quad (0 \leq e^{u_{it}} \leq 1) \quad (3)$$

De acuerdo con la ecuación (3), v_{it} es un error aleatorio y captura el componente aleatorio, y $f(X_{it}) \exp(v_{it})$, es la frontera de producción estocástica. De esta manera, la ineficiencia técnica es capturado por un componente de error unidimensional $\exp(-u_{it})$, $\forall u_{it} \geq 0$. Por lo tanto, el índice de eficiencia técnica se define en la expresión (4).

$$TE_{it} = (Y_{it} / f(X_{it}) \exp(v_{it})) \quad (4)$$

Sin embargo, aunque este modelo puede revelar la eficiencia media de la muestra, no puede estimar la eficiencia técnica para cada observación.

Una solución es especificar la forma funcional de la distribución del componente u_{it} y derivar la distribución condicional ($u_{it} / v_{it} + u_{it}$) (Jondow et. al, 1982).

Schmidt y Sickles (1984) formulan y estiman algunos métodos de datos de panel para superar estas desventajas. Si cada productor es observador durante un período de tiempo, las técnicas de datos de panel se pueden aplicar. Una frontera de producción con eficiencia técnica invariante en el tiempo se puede expresar como la ecuación (3).

Los diferentes modelos de datos de panel se pueden aplicar. A partir de esto, se estima un modelo de efectos fijos, donde las variables ficticias representan cada una de las empresas. Estimamos todos los coeficientes asociados a las variables ficticias, α_i , definiendo el valor máximo de estos coeficientes como α_{max} . Por lo tanto, ahora es posible definir la medida en que indica que se obtiene la eficiencia técnica de cada empresa utilizando la ecuación (5) (Ver Hausman y Taylor, 1981).

$$TE_{it} = e^{(\alpha_i - \alpha_{max})} \quad (5)$$

Dado que esta medida es exponencial, se garantiza que sea mayor que 0 y menor que 1.

4. Los datos y de las variables utilizadas

Los datos utilizados en la estimación de la función producción se han obtenido a partir de un panel de siete terminales portuarias españolas observadas durante el período 2000-2012. Las terminales portuarias nacionales observadas son Boluda Terminales; Flota Suardiaz; Maersk Spain; Davila Reefer; Euroports Iberica TPS; EBHI; Grupo Maritim TCB; Terminal Port Nou; Noatum Terminal Polivalent Santa; Noatum Terminal Graneles Santa; Noatum Container Bilbao; Mediterranea Shipping; APM Terminals Algeciras; CAPSA; Terminales Martitimas del Sureste; PortSur Castellon; MEPSA; Terminal Martitima Graneles SL ; TMS Terminales Maritimas Sevilla; Carport Sagunto; Terminal Maritima Cartagena; Terminal Rias Altas y Terminal Graneles Agroalimentarios de Santa. La variable dependiente del modelo, esto es el output, es valor añadido bruto (VAB). El modelo también incluye dos inputs variables: mano de obra (L) y capital (K). La función de producción que se va a considerar es del tipo:

$$Y = F(L, K) \quad (6)$$

Donde, el output: Y, es el Valor Añadido Bruto (VAB); L, representa el número de trabajadores total de la empresa portuaria; y K, representa el capital que se ha aproximado por la capacidad de las terminales. En la tabla 1, se pueden observarse los principales estadísticos de estas variables.

Tabla 1. Análisis descriptivo de las variables

	GVA	L	K
Media	13662000	55,209	14803000
Máximo	198270000	714	138290000
Mínimo	58177	1	6000
Std.Desv.	29475000	116,64	28287000
V.C.	2,1576	2,112	1,910

Fuente: Elaboración propia

5. Especificación econométrica

La forma funcional de la frontera de producción adoptada es una Función de Producción Trnaslog. Su elección se tomó debido a que permite obtener las elasticidades de los inputs respecto al producto y, en este caso particular, respecto a la frontera de producción. De manera que la función que representará la producción de las terminales portuarias, puede ser expresada como sigue:

$$Y_{it} = A(L_{it})^{\beta_1} (K_{it})^{\beta_2} (L_{it} \cdot K_{it})^{\beta_3} (L_{it} L_{it})^{\beta_4} (K_{it} K_{it})^{\beta_5} e^{v_i - u_{it}} \quad (6)$$

Expresada en su forma logarítmica tenemos:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 (\ln L_{it} \cdot \ln K_{it}) + \beta_4 (\ln L_{it} \ln L_{it}) + \\ & + \beta_5 (\ln K_{it} \ln K_{it}) + v_i - u_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

Con $i = 1, \dots, 23$ terminales portuarias; $t = 1, \dots, 12$ años

Donde: Y_{it} es el output (VAB), K_{it} es un vector que hace referencia al inputs de capital, y L_{it} es un vector que hace referencia al input de trabajo. Finalmente, u_{it} representa el término de error en la estimación.

En el presente estudio, se utilizará el método de cálculo de la eficiencia técnica dinámica desarrollada por Batesse et al (1989), por lo que se basará en la siguiente frontera de producción estocástica:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + v_i - u_{it}) \quad (8)$$

Dónde Y_{it} es la función de producción; x_{it} es el vector conocido de los insumos, incluyendo el número de trabajadores de la terminal portuaria y la capital de la terminal portuaria; β es el conjunto de parámetros desconocidos; v_i son los errores aleatorios idénticamente distribuidos con media cero y varianza constante; y u_{it} son un conjunto de variables no negativas asociadas con la ineficiencia técnica en la producción.

Por lo tanto, la probabilidad máxima estima ecuación de regresión (9):

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 (\ln L_{it} \cdot \ln K_{it}) + \beta_4 (\ln L_{it} \ln L_{it}) + \\ & + \beta_5 (\ln K_{it} \ln K_{it}) + v_i - u_{it}; \gamma, \sigma^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Donde γ , σ^2 , son la media y la varianza - parámetros de estimación de máxima verosimilitud -. Por su parte, v_i y u_{it} son los términos descritos anteriormente. Por último, la especificación de la ineficiencia técnica como eficiencia técnica estocástica como la expresión $u_{it} = z_{it}\delta + W_{it}$, se calcula la eficiencia técnica estocástica como (10):

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - W_{it}) \quad (10)$$

Dónde W_{it} es el punto de truncamiento de la distribución normal de tal manera que $W_{it} \geq -z_{it}\delta$.

6. Resultados

La estimación del modelo estocástico paramétrico se presenta en la Tabla 3. En este modelo, es posible observar que los primeros coeficientes de orden de las entradas tienen el signo positivo esperado.

La ecuación (9) se estimó por estimación ML utilizando el programa R.

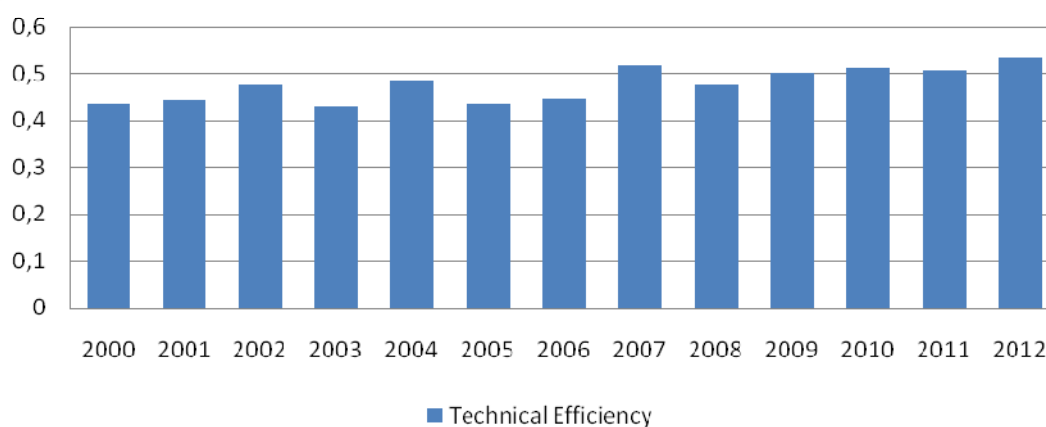
Tabla 2. Final Maximun Likelihood Estimates de la function Translog.

Coefficients:	Estimate	Std. Error	t-statistic	P value
(Intercept)	17.745	0.467	37.984	0.000***
Ln K	0.130	0.042	3.094	0.001***
Ln L	0.674	0.094	7.150	0.000***
T	-0.334	0.151	-2.211	0.027*
(Ln K)^2	0.104	0.051	2.026	0.043*
(Ln L)^2	-0.159	0.15	-1.036	0.305
(Ln K) (Ln L)	-0.005	0.025	-0.206	0.836
T^2	0.036	0.017	2.053	0.039*
σ -squared:	1.579	0.676	2.335	0.019*
γ	0.823	0.081	10.111	0.000***
Log likelihood value	-182.343	Number cross-sections		23
Total number of Observations	193	Number of time periods		13

Source: Own elaboration. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*'.

En la Figura 1, puede observarse la evolución de los índices de eficiencia técnica medos para cada año durante el período de tiempo analizado, comprobando que, en términos generales, la eficiencia se mantuvo constante durante el período de 2000-2012.

Figura 1. Evolución de la eficiencia técnica de las terminales portuarias españolas, 2000-2012



Fuente: elaboración propia

7. Conclusiones

Es habitual en teoría económica enlazar las regulaciones con incentivos a la mejora de la eficiencia de las empresas. En este contexto, el objetivo de este trabajo ha sido explorar la relación entre la regulación de las terminales portuarias acontecida en el periodo de estudio (2000-2012) y el cambio en eficiencia ocurrido en las terminales del sector. Con este fin, se ha estudiado el comportamiento de veintitrés terminales portuarias españolas, empleando los modelos de frontera estocástica y determinística, que nos permiten estimar la evolución de la eficiencia técnica.

Los resultados obtenidos en esta investigación aceptan nuestra principal hipótesis que indica que la regulación de las terminales portuarias llevadas a cabo en 2003 aumentó su eficiencia técnica.

Por lo tanto, la eficiencia técnica de las terminales portuarias españolas se incrementó como consecuencia del proceso de liberalización portuaria desarrollada en 2003. Puerto liberalización ha permitido una mayor competencia en los impuestos y una mayor presencia del sector privado en las terminales portuarias, lo que ha dado como resultado una mayor eficiencia técnica.

Sería interesante explorar otras líneas de investigación que estudien cómo esta nueva regulación a partir de 2003 ha afectado a otros grupos de agentes portuarios como consignatarios, estibadores, remolcadores, etc.

Referencias

Aigner, D.J., C.A.K. Lovell y P.J. Schmidt (1977): "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.

Coto-Millán, P., Baños-Pino, J. y Rodríguez-Álvarez, A. (2000): "Economic efficiency in Spanish ports: Some empirical evidence", *Maritime Policy and Management*, 2(2): 169-174.

Castillo-Manzano, Lopez-Valpuesta, L. y Pérez, J. (2008): "Economic analysis of the Spanish port sector reform Turing the 1990s", *Transportation Research A*, 42:1056- 1063.

Greene, W.H. (1980): Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. *Journal of Econometrics*, nº 13, pp. 27-56.

González, M. M. y Trujillo, L. (2008): "Reforms and infrastructure efficiency in Spanish's containers ports", *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, vol. 42, 1, pp. 243-257.

Hausman, J.A., y W.E. Taylor. Panel Data and Unobservable Individual Effects, *Econometrica*, 49, 1981, pp. 1377- 1398.

Jondow, J., C.A.K. Lovell, I.S. Materov, y P. Schmidt. Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model, *Journal of Econometrics*, 19, 1982, pp. 233-238.

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

Rodríguez-Álvarez, A., Tovar, B. y Trujillo, L. (2005). "Reformas regulatorias y eficiencia en el sector portuario español". *International Journal of Production Economics*, 109: 149-161

Schmidt, P., y R.C. Sickles. Production Frontiers and Panel Data, *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 2, 4, 1984, pp. 367-376.