

EFICIENCIA PORTUARIA, ANÁLISIS DE LOS INDICADORES PARA SU DETERMINACIÓN

Área temática: Gestión de Operaciones y Logística

Carbone, Daniel^{(1)*}, Frutos, Mariano^(1,2), Casal, Ricardo⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ingeniería.
Av. Alem 1253, Bahía Blanca (8000), Buenos Aires, Argentina.
daniel.carbone@uns.edu.ar - mfrutos@uns.edu.ar - rcasal@uns.edu.ar*

⁽²⁾ *Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur, CONICET.*

RESUMEN

Los puertos en general y las terminales portuarias en particular, son uno de los principales eslabones dentro de un sistema logístico multi-modal y tienen una importancia fundamental en la economía de la región a la cual pertenecen. Debido a su gran influencia, en aspectos económicos, se hace indispensable saber con certeza si el puerto es competitivo o no. Esa competitividad es medida a través de su eficiencia. Este trabajo de investigación, se inicia con una descripción del rol de los puertos y de las terminales portuarias argentinas especializadas en el movimiento de productos exportables de la actividad agrícola. Seguido a esto, se desarrollan los conceptos de productividad y eficiencia, y se establecen sus diferencias. El desarrollo práctico de la investigación consiste en el análisis de un panel de datos, el cual describe, de las principales terminales portuarias, los indicadores de entrada y salida. Mediante la utilización de la técnica DEA (Data Envelopment Analysis) se obtendrá un ranking de eficiencia de las DMU (Decision Making Unit) involucradas en el análisis, con el objetivo de comparar las distintas terminales y analizar de qué forma cada una de ellas, en el caso de que sean ineficientes, deberían modificar los indicadores de forma tal de aproximarse a la frontera de eficiencia. Un aspecto a resaltar en el objetivo de esta investigación, es que mediante la utilización de esta técnica es posible generar un Benchmarking que le posibilite a los directivos portuarios tomar decisiones y además posibilita la identificación del consumo de sus recursos de entrada antes de generar expansiones de sus instalaciones en pos de mejorar un objetivo medible.

Palabras Claves: eficiencia portuaria, operaciones y logística, SCM (Supply Chain Management), sistema logístico.

ABSTRACT

The ports in general and port terminals in particular, are one of the main shackle in a multi-modal logistics system and are of fundamental importance in the economy of the region to which they belong. Because of his great influence in economics, it is essential to know for sure if the port is competitive or not. This competition is measured by its efficiency. This research, begins with a description of the role of ports and port terminals Argentine specialized in the movement of exportable products of farming. Following this, the concepts of productivity and efficiency are developed, and their differences are established. The practical development of the research is the analysis of data panel, which describes the major port terminals, input and output indicators. Using the technical DEA (Data Envelopment Analysis) a ranking of efficiency of the DMU (Decision Making Unit) involved in the analysis, in order to compare the different terminals and analyze how each of them, in case they are will be obtained inefficient, indicators should be modified so as to approximate the efficient frontier. One aspect to highlight in the objective of this research is that by using this technique it is possible to generate a Benchmarking enables you to port managers make decisions and also enables the identification of the resource consumption of their input before generating expansions facilities towards improving a measurable objective.

Key Words: port efficiency, operations and logistics, SCM (Supply Chain Management), logistics system.

1. INTRODUCCIÓN

El puerto es uno de los eslabones más importante en la cadena del comercio internacional, ya que a través de este se realiza la conexión de su hinterlands o zona de influencia terrestres con el exterior. Esta zona de influencia es parte de la situación geográfica y su proximidad a las zonas de producción en el caso de que el puerto sea exportador, o a las zonas intensamente pobladas en el caso que este sea importador, son aspectos fundamentales para su viabilidad. Como ya se mencionó, los puertos son considerados el portal de entrada, enlace y salida de las operaciones de comercio exterior de una región determinada. También son parte de un gran conglomerado, donde participan diversos actores, algunos de éstos son: los tipos de explotación de los medios de transportes utilizados, el aspecto jurídico del puerto, las zonas de influencia portuaria, etc. Las zonas de influencia pueden ser del tipo industriales y otras en cambio son regiones especializadas en producción agrícola. Es por ello, que los puertos, en función del tipo de carga que manejan, determina la infraestructura de la que disponen. Así, algunos son especializados en carga a granel que demandan un equipo de elevación para su embarque, mientras que en los que se manejan cargas unitarizadas (containers) requieren del uso de equipos especializados para su embarque. Al mencionar algunos de los actores que forman parte del gran conglomerado portuario, se menciona en primer lugar, los medios de transporte, lo cual en este trabajo se tratará del transporte fluvial y/o marítimo, debido a que por su capacidad, mueve mayor volumen de mercaderías en el tráfico internacional y además, es el menos costoso por unidad de carga. Este modo de transporte para que pueda cargar o descargar su mercadería en tierra firme, es necesario el uso de terminales portuarias que faciliten esta operatoria. Algunas estimaciones revelan que el sector marítimo y portuario, representa una gran participación en el PBI Argentino, con lo cual es esperable una importante evolución de este sector en nuestro país. Las exportaciones argentinas de granos, y productos derivados de la actividad primaria, se realizan en su gran mayoría a través del sistema portuario argentino. Dentro de este, existen dos sectores que por su hinterland agrícola hacen que sean las más importantes para la exportación de este tipo de productos. Es acertado suponer que el hinterland es un condicionante necesario para lograr el éxito de un puerto, pero no necesariamente suficiente. Para lograr comercialmente un éxito, no solo es necesario poseer un importante hinterland, sino que se debe contar con una infraestructura adecuada para lograr la transferencia tierra-mar. Esta infraestructura debe ofrecer entre otras cosas: equipos de carga y descarga de la mercadería, grandes áreas de almacenamiento, muelles que permitan el acceso de buques apropiados y un sistema que posibilite el acceso fluido de medios de transportes complementarios, como los son el camión y el ferrocarril, y todo este conjunto de infraestructura debe tener un precio competitivo en los mercados internacionales. Quienes deben poseer las características de esta infraestructura, son las terminales portuarias. Ellas son parte de todos aquellos puertos que están generando trascendencia en el ámbito del comercio exterior, pero como se mencionó antes, para lograr el éxito se necesita identificar no solo su hinterland sino también la infraestructura que posee. Esta infraestructura, en muchos casos, está presente, pero sucede que su utilización no es la correcta. Es por ello que el objetivo de este trabajo es identificar algunos de los indicadores de performance portuaria, que reflejen las chances de éxito de un puerto a través de sus terminales portuarias, en el nuevo contexto de concentración de cargas en el ámbito mundial. Es necesario, cuando mencionamos los hinterland agrícolas, identificar las zonas a las cuales nos estamos refiriendo. Las zonas portuarias de exportación agrícola se pueden dividir en dos, una de ellas es la que tiene como base el recorrido que va desde el puerto de Buenos Aires en el Río de la Plata, hasta el puerto de Santa Fe que incluye a los puertos de Santa Fe, Diamante, San Martín, San Lorenzo, Rosario, Villa Constitución, San Nicolás, Ramallo y San Pedro, entre otros, todos ellos pertenecen al sistema portuario fluvial. La otra zona, la cual pertenece al sistema marítimo portuario son los puertos de nuestro litoral Atlántico, entre los dos puertos más importantes en materia de comercialización de granos y derivados son Bahía Blanca y Quequén (Necochea), ambos compiten con un hinterland portuario similar. Esta zona cuenta con la ventaja adicional de que por lo general los buques graneleros de gran porte no encuentran tantas limitaciones en el acceso marítimo, como sí sucede en la zona fluvial mencionada en la primera parte. En razón a que los puertos desempeñan un papel estratégico y crucial en el bienestar económico de la nación, resulta vital que los gobernantes, operadores portuarios y las autoridades portuarias, centren el foco de sus esfuerzos en promover y resaltar la competitividad y eficiencia de sus puertos [1]. El ambiente altamente competitivo en el cual se encuentra el transporte marítimo-fluvial y los puertos hace que las empresas de la cadena logística, la eficiencia y mejoras en la productividad de los servicios portuarios se conviertan en factores determinantes de esa competitividad. No es solo un desarrollo inherente a la vinculación puerto-mar, sino que es necesaria una interfaz entre el transporte marítimo y el terrestre. Es por ello que los puertos y sus capacidades de producción deben ser cuidadosamente planificados y desarrollados conjuntamente con todas las interfaces involucradas. En la prestación de los servicios portuarios pueden intervenir diversas organizaciones. En particular, el propietario de la infraestructura (administración portuaria) y una empresa de manipulación de carga (compañía que explota la terminal portuaria en régimen de concesión, aunque también puede ser un departamento de la administración portuaria). Si bien sus intereses pueden ser divergentes en algún caso, estas entidades han de funcionar de manera colaborativa y siempre se consideran una entidad única, el puerto. Los puertos modernos sufren la presión tanto interna como externa, teniendo que demostrar una estrategia

adecuada y la correcta utilización de recursos escasos. A lo antes mencionado se incorporan las demandas, tanto de inversionistas, propietarios y clientes que sufren las administraciones portuarias. Estas administraciones deben cumplir con complejas metas que les imponen el propietario, autoridades, contratos y el mercado, y deben formular y poner en ejecución las mejores y más modernas estrategias para su operación y desarrollo [2]. Sin embargo, en un puerto, al tratarse de un complejo multi-productivo, es necesario identificar de qué forma se utilizan los recursos disponibles para lograr el éxito que se planteó en los párrafos anteriores. La forma de identificar el consumo de esos recursos es a través de indicadores, los cuales son necesarios para la planificación de las operaciones operativas y estratégicas. La determinación de una medida de eficiencia portuaria es un trabajo arduo debido al gran número de parámetros implicados, así como la carencia de datos actualizados y confiables. Resulta al menos interesante las mediciones de productividad como una herramienta esencial para los administradores, autoridades, operadores y planificadores portuarios involucrados en la planificación de todo el sistema, pero no solo en lo referente a una planificación operativa sirve la determinación de la productividad, sino que es más importante a la hora de establecer estrategias de largo alcance en los cuales, autoridades locales, regionales y nacionales posean una herramienta para la proyección de futuros planes de comercio y transporte mundial, a través de la competitividad portuaria [3]. En este trabajo se propone determinar y comparar la eficiencia de las principales terminales agroexportadoras pertenecientes al sistema marítimo fluvial de la República Argentina, con la finalidad de poder identificar cuál es la escala de operación, de qué manera consumen los recursos e identificar cuáles son los parámetros que los hacen eficientes.

2. PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA

Medir la productividad es algo necesario para conocer el desarrollo de una actividad económica y establecer los indicadores para medir esa productividad es un papel importante en el desarrollo de cualquier institución. En [4] se señalan que los indicadores de productividad desempeñan un papel esencial en la evaluación de la producción porque pueden definir no solamente el estado actual de los procesos sino que además son útiles para proyectar el futuro de los mismos. El sector portuario, posee instalaciones de larga vida útil y se realizan inversiones que se proyectan con horizontes de recuperación y planificación a muy largo plazo. En este sentido, se hace indispensable identificar los indicadores de manera de utilizar eficientemente los recursos necesarios y generar ahorros de costos en la actividad portuaria. Con el avance fugaz de las economías y comercio internacional, muchos puertos deben analizar con frecuencia las capacidades instaladas para asegurar que podrán satisfacer los servicios a sus usuarios y mantener su competitividad. Resulta a veces la necesidad de construir una nueva terminal o un aumento de su capacidad resulta algo que es inevitable. Sin embargo, antes que un puerto ponga un plan en ejecución, es de gran importancia que sepa si ha utilizado completamente sus instalaciones existentes y maximizado su producción, es decir, si obtiene el máximo que es posible con los recursos disponibles. En los puertos, los indicadores de productividad juegan un rol importante en el desarrollo de sus actividades. Estos indicadores se construyen según los intereses o la perspectiva de quienes los utilizan [2]. Pueden tratarse del punto de vista del estibador u operador portuario que provee servicios, de la línea naviera que es cliente de ellos o de la autoridad portuaria que busca aumentar el tráfico, la competencia y la calidad del servicio en el puerto. Por lo general, los puertos utilizan un número limitado de indicadores de desempeño de sus actividades. Aun cuando se reconoce la importancia que tiene la medición del funcionamiento de un puerto, no existen métodos estándares, ni existe metodología comúnmente aceptada en la actividad, por lo que se nota, que diferentes puertos aplican diferentes términos para evaluar su productividad. Debido a que no hay metodologías comunes, diversos estudios señalan que los indicadores de la productividad portuaria tienen ciertas dificultades para ser medidos y aplicados. Esto se debe a la gran variedad de datos estadísticos de las operaciones, a la carencia de datos actualizados y confiables, a la influencia de factores locales en los datos, y a la interpretación divergente de resultados idénticos que suele tenerse por intereses distintos.

La productividad, se puede definir como un proceso por medio del cual se transforman los insumos de entrada y se logra convertirlos en productos de salida. Este es un concepto fundamental en la teoría económica [5]. Los insumos de entrada normalmente se pueden generalizar como recursos de tipo: natural, humano y técnico o tecnológico (herramientas y maquinaria). Los productos de salida, se pueden clasificar en productos tangibles como intangibles, bienes y productos, incluidos los servicios. El estudio de la productividad es de gran importancia debido a que se necesitan lograr la mayor cantidad de productos de salidas con la utilización de insumos que por lo general son escasos. En [6] se identifican algunas ventajas que puede obtenerse a través de la medición de la productividad: identificar buenas prácticas de explotación, conocer la escala más eficiente de producción, alcanzar ahorros por eficiencia en el uso de los recursos y/o para el aumento de la producción, orientar una unidad ineficiente para mejorar su desempeño, establecer las tasas marginales de sustitución entre los factores de producción, y determinar el momento en que deberá aplicarse un cambio en la unidad productiva por una unidad productiva mayor o por una unidad más eficiente.

Productividad y eficiencia son los dos conceptos más importantes en la medición del desempeño. Sin embargo, estos dos conceptos diferentes erróneamente han sido tratados como iguales en la mayoría de la literatura. La productividad, como ya se mencionó, puede ser definida como la relación de salida y entrada. Esta definición es fácil y entendible en la situación donde hay una sola salida y una entrada. Pero es más común encontrarse que la producción tiene varias salidas y entradas, en las que la productividad se refiere a productividad total de los factores [7]. La eficiencia puede definirse como la productividad relativa en el tiempo o el espacio, o ambos. Por ejemplo, se pueden dividir en medidas de eficiencia intra e inter empresa. La primera consiste en medir el uso del potencial de la empresa de producción propia mediante el cálculo del nivel de productividad en relación a un tiempo específico de la empresa, que se refiere al conjunto de los máximos resultados, dado el diferente nivel de insumos. La segunda, mide el rendimiento de una empresa en particular con respecto a su mejor competidor disponible en la industria [8].

Con la definición del concepto de eficiencia, se hace énfasis en el tipo de eficiencia técnica, para la cual se puede medir su nivel a través de los denominados “métodos frontera”. Estos se construyen generando una referencia para contrastar el comportamiento de una empresa determinada, y valorar así su eficiencia. La eficiencia de una empresa en el desarrollo de su actividad se asocia a un uso racional de los recursos disponibles. Así, desde un punto de vista productivo, la eficiencia trata de describir aquel proceso de producción que utiliza de una manera óptima sus recursos, según la tecnología existente. Esta eficiencia en producción se denomina eficiencia técnica o productiva. Con esta metodología, la eficiencia se determina por la combinación del nivel entradas (inputs) y salidas (outputs) que una empresa emplea a partir de un estado de la tecnología. Las medidas de eficiencia que se obtienen como resultado del empleo de métodos frontera son medidas relativas. En particular, la metodología no paramétrica permite evaluar la eficiencia de un determinado grupo de empresas a partir de la identificación de una frontera que incluye aquellas cuyo resultado es el más eficiente. La resolución de un conjunto de programas de optimización matemática permite obtener un valor límite para las empresas que se sitúan en la frontera eficiente y cuantifica la ineficiencia de una empresa determinada a partir de la distancia que la separa de la frontera.

2.1 DETERMINACIÓN Y TIPOS DE EFICIENCIA

En [9] se diferencian la eficiencia técnica (cuando la empresa utiliza el mínimo de inputs para producir un output determinado) y la eficiencia asignativa (cuando la empresa combina los inputs en la proporción que minimiza sus costos de producción). En todo proceso de producción, la eficiencia técnica orientada a los inputs viene dada por el consumo de inputs mínimo necesario para lograr un determinado volumen de outputs. Por otra parte, una empresa es eficiente en precios o asignativamente cuando combina los inputs en la proporción que minimiza sus costos. En la primera se comparan los inputs y los outputs en unidades físicas, y en la segunda se añaden los costos de producción. La combinación de estos dos indicadores proporciona una medida de la eficiencia denominada “económica” o “global”. Años posteriores se añade el concepto de eficiencia de escala (cuando la empresa está produciendo en una escala de tamaño óptima).

Se considera, que a partir de la combinación de inputs y outputs, el nivel de eficiencia técnica de cada entidad viene determinado por el resultado de su proceso productivo y su contraste con el que obtienen el resto de las empresas del grupo. Al establecer esta comparación, se identifican las entidades menos eficientes cuando es posible reducir el consumo de algún factor para llegar a producir el mismo output. En consecuencia, los niveles de eficiencia obtenidos para cada una de las entidades deben ser entendidos como una medida relativa. El desarrollo matemático de las medidas de productividad y eficiencia está basado en [9], considerado el precursor de las medidas modernas de la eficiencia. De forma que si designamos por x_{ij} la cantidad de recurso i utilizado por la entidad j , y como y_{kj} el producto de tipo k que produce la misma, se obtiene para la productividad, la expresión (1).

$$Productividad_j = \frac{y_{kj}}{x_{ij}} \quad (1)$$

En el caso de que se encuentren varios inputs y generan varios outputs, es necesario utilizar medidas ponderadas de productividad. Se obtiene para la productividad, la expresión (2)

$$Productividad_j = \frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \quad (2)$$

Donde u_{kj} y v_{ij} son, respectivamente, los pesos correspondientes a cada entrada y a cada salida, m es el número total de entradas consideradas y s es el número de salidas de la entidad j .

Sin embargo, el cálculo de la productividad para una entidad aislada, no tiene relevancia, salvo que se haga referencia a otras entidades respecto al aprovechamiento que se hace de los recursos empleados en la producción de los outputs. Por lo que es necesario expresarla como eficiencia relativa. La eficiencia relativa de cualquier entidad siempre será menor o igual que la unidad. Aquélla que tenga eficiencia igual a 1 se le denomina eficiente, en caso contrario se le denomina ineficiente. Se obtiene para la eficiencia relativa la expresión (3).

$$Eficiencia_j = \frac{\frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}}{\frac{\sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}}} \quad (3)$$

En la que el denominador corresponde a la eficiencia de la entidad j tomada como referente. Se observa que existen infinitos números de pesos que dan la misma eficiencia. Por lo tanto, para reducir la cantidad de pesos asignables se establece que la productividad de la unidad de referencia es igual a 1 (se normaliza), con lo que la eficiencia relativa de la entidad j queda definida en la expresión (4).

$$Eficiencia_j = \frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \quad (4)$$

2.2 METODOLOGÍA DEA

Como se mencionó en los párrafos, en [9] se define por primera vez una frontera no paramétrica, y con el pasar del tiempo han surgido propuestas que han depurado y mejorado la metodología. Estos nuevos avances han ido superando las restricciones de la tecnología de referencia y se han abordado en los programas matemáticos que calculan el índice de eficiencia. Durante las últimas décadas se han desarrollado dos enfoques principales para medir la eficiencia relativa. Uno de los enfoques es el econométrico, cuya principal característica es que hace uso de las fronteras estocásticas, y el otro es la utilización de las técnicas de programación lineal, representadas básicamente por DEA (Data Envelopment Analysis). Estos dos enfoques tienen diferencias marcadas. La aproximación econométrica se supone estocástica y, por tanto, puede distinguir los efectos del ruido de los efectos de la ineficiencia, mientras que el enfoque de programación lineal es no estocástico y trata conjuntamente el ruido y la ineficiencia, denominando a ambos ineficiencia.

En este trabajo se utilizará la metodología no paramétrica DEA que permite cuantificar una medida de eficiencia individual para cada una de las observaciones de la muestra a partir de su distancia respecto a la frontera. Además, la frontera eficiente refleja una tecnología de referencia que se elabora a partir de los inputs y outputs de las observaciones de la muestra. DEA, se trata de una técnica de programación matemática introducida inicialmente en [10], que permite calcular el índice de eficiencia técnica relativa, propone resolver un programa lineal para cada unidad productiva (DMU, Decision Making Unit) observada, optimiza cada observación individual con el propósito de construir una frontera determinada por las DMU eficientes [11]. DEA, en principio, fue enfocado en la idea de que existiría una relación constante entre los productos a obtener y los insumos utilizados, esto es el modelo original DEA o llamado CCR (Figura 1). Lo que plantea este método es que la eficiencia es una razón constante entre los recursos utilizados por las DMU y los productos que se obtienen, es decir, si se aumenta un valor proporcional las entradas del sistema, las salidas aumentarán el mismo valor. En este desarrollo se obtiene la eficiencia global, que es la suma de la eficiencia de escala y la técnica pura. El sistema descrito anteriormente se llama modelo de rendimientos constantes a escala, pero este modelo presenta el inconveniente de tener que manejar las DMU que operaran en una escala óptima o admitir otro tipo de rendimiento. Por lo tanto, en [12] se plantea una modificación al DEA original en donde las DMU ya no era necesario que debieran estar operando en una escala óptima. Con ello, se desprende el segundo modelo de DEA, el modelo BCC (Figura 1), que es denominado modelo de rendimientos variables a escala. Aquí se proporciona la eficiencia técnica pura, o sea que con un aumento del valor de las entradas se puede obtener un aumento de las salidas en un valor menor, mayor o igual a este.

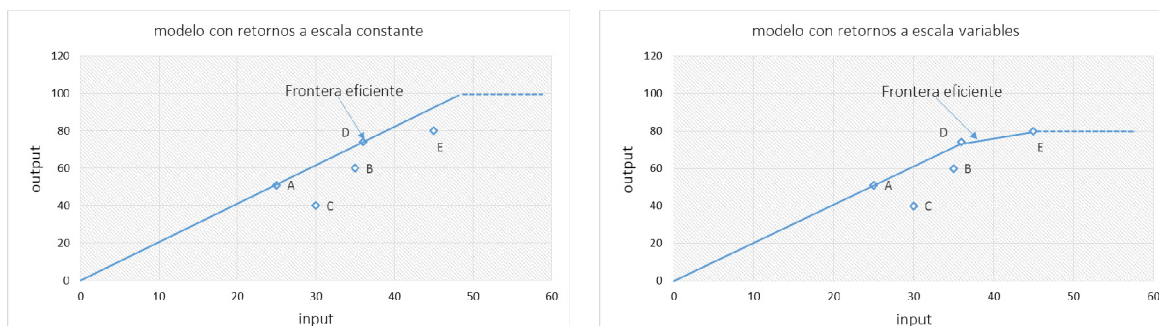


Figura 1 Modelos CCR y BCC.

Como se trata de relaciones de entradas y salidas, para ambas metodologías se puede dar un enfoque u orientación que va a depender de cuáles son los factores que podemos controlar. En función de ello, se desprende que podemos generar una orientación al producto o comúnmente denominado orientación al output, en el cuál se tiene como objetivo medir la eficiencia considerando la máxima producción alcanzable dada una cierta cantidad de insumos. El otro enfoque es el orientado al insumo o al input en el que la medida de la eficiencia se centra en la mínima combinación de insumos posibles para una cantidad de producción dada [11]. En relación a las mediciones de las eficiencias, un aspecto interesante de evaluar es la evolución a través de distintos períodos de tiempo. Esto se puede determinar mediante la utilización del índice de productividad de Malmquist, el cual se utiliza para medir la eficiencia de una misma unidad en dos o más períodos de tiempo diferentes. Mejorar la eficiencia técnica, producir bajo una escala adecuada y la introducción de nuevas tecnologías tendrá un efecto positivo en la determinación de la productividad. Los tres factores anteriores son las componentes indispensables del factor de productividad total y ello es lo que podemos lograr mediante el cálculo del índice de productividad.

3. DESARROLLO

Lo que aquí se intenta aportar es una manera de determinar las eficiencias de las terminales exportadoras de productos derivados del sector agrícola. Estas entidades representan las que generan el mayor movimiento de exportación de dichos productos en la República Argentina. Ellas pertenecen a diferentes corredores exportadores y en algunos casos son parte de un sistema portuario y en otros son puertos, de allí que a lo largo del trabajo se pueda mencionar en forma indistinta terminal o puerto, si bien no es lo mismo en la generalidad. Aquí, en este trabajo, podemos tratarlas de esta manera [13]. Lo que se desarrollará a continuación será el modelo de variables a escala y con una orientación a la salida para las distintas terminales que se muestran en la Tabla 1. La misma está conformada por las DMU que son las terminales propiamente dichas y cuál es su ubicación en el territorio Argentino. Este panel de datos a su vez lo integran indicadores tanto de entrada como de salida. En el caso de algunos indicadores, estos, están ajustados por un factor de proporcionalidad para que no se genere una disparidad en los cálculos y al aplicar los modelos no se produzca sesgo. Los indicadores que se utilizan para los cálculos de la eficiencia son: capacidad de almacenaje (CA) que poseen las terminales expresada en toneladas métricas (este es un indicador muy interesante que analizan las empresas navieras que son contratadas por los importadores), profundidad de calado (PC) que poseen las terminales en sus muelles expresado en pies, longitud de los muelles (LM) expresado en metros lineales, y capacidad de transferencia de carga (CTC) que posee cada terminal expresada en toneladas métricas por hora (este da una idea de cuánto será el tiempo promedio de espera de carga de un buque en cada terminal) [14]. Como indicador de salida expresada en toneladas métricas se indican las exportaciones (E) de cada terminal para el año considerado, que en este caso es el 2013. Cabe aclarar que los datos de los indicadores de entrada corresponden al mismo período de tiempo.

Tabla 1 DMU e Indicadores.

UBICACIÓN	DMU	INPUT			OUTPUT	
		CA x 100	PC	LM	CTC	E x 1000
VILLA CONSTITUCIÓN	SERVICIOS PORTUARIOS	1207	30	220	1200	345,66
RAMALLO	RAMALLO	2500	44	284	3000	299,98
SAN NICOLÁS	OFICIAL	800	32	250	1400	335,72
	TERMINAL	21000	32	143	1000	345,66
ROSARIO	SERVICIOS PORTUARIOS III	821	33	220	950	53,31
	SERVICIOS PORTUARIOS VI	1300	35	240	2500	2837,51
	SERVICIOS PORTUARIOS VII	900	34	252	3600	2837,51
	PUNTA ALVEAR CARGILL	3000	32	240	2000	2217,08

	ARROYO SECO TOEPFER	2000	45	240	2400	2419,24
	GRAL. LAGOS DREYFUS	11000	60	280	2800	1306,21
SAN LORENZO SAN MARTIN	ACA	3100	45	270	2400	2715,53
	VICENTIN SA	3000	40	250	2400	306,60
	DEMPA BUNGE SA	2100	40	250	1500	547,59
	PAMPA BUNGE SA	1900	40	270	2000	215,66
	TERMINAL NIDERA	4020	40	250	1600	1722,51
	QUEBRACHO CARGILL	7300	32	270	2000	2210,34
	TERMINAL N6	7300	42	270	3000	2327,12
	TRANSITO TOEPFER	1650	32	275	1500	2357,76
DIAMANTE	TERMINAL CARGILL	800	29	160	1800	71,83
NECOCHEA	TERMINAL QUEQUÉN	1250	42	260	1600	2547,58
	ACA FACA	2700	42	140	1800	2210,94
BAHÍA BLANCA	TERMINAL BAHÍA BLANCA	2000	45	294	1900	1062,94
	GLENCORE TOEPFER	550	42	250	1800	1634,45
	OLEAGINOSA MORENO PG	1400	40	270	1600	393,13
	CARGILL	2650	45	280	2400	2171,83

El modelo DEA aquí aplicado es con orientación al output y con un rendimiento de escala variable, el resultado de la aplicación de este modelo se puede apreciar en la Tabla 2, que muestra las eficiencias técnicas de las distintas terminales, como así también el ranking que conforman estas eficiencias.

Tabla 2 Ranking y Eficiencia.

DMU	Ranking	Eficiencia
PUNTA ALVEAR CARGILL	1	1,0000
TERMINAL BAHÍA BLANCA	1	1,0000
GLENCORE TOEPFER	1	1,0000
ACA FACA	4	1,0000
TERMINAL QUEQUÉN	5	0,8067
ACA	6	0,7111
TRANSITO TOEPFER	7	0,7102
ARROYO SECO TOEPFER	8	0,5709
GRAL. LAGOS DREYFUS	9	0,5345
SERVICIOS PORTUARIOS VII	10	0,5150
CARGILL	11	0,5070
SERVICIOS PORTUARIOS VI	12	0,4925
TERMINAL NIDERA	13	0,4922
DEMPA BUNGE SA	14	0,4844
QUEBRACHO CARGILL	15	0,4616
SERVICIOS PORTUARIOS	16	0,3769
PAMPA BUNGE SA	17	0,3509
TERMINAL CARGILL	18	0,3451
TERMINAL	19	0,2998
TERMINAL N6	20	0,2887
RAMALLO	21	0,1845
OFICIAL	22	0,1809
OLEAGINOSA MORENO PG	23	0,1697
VICENTIN SA	24	0,1448
SERVICIOS PORTUARIOS III	25	0,0325
% EFICIENTES		16%
% INEFICIENTES		84%
PROMEDIO DE EFICIENCIA		0.5064

Lo que se puede apreciar en la Tabla 2 y en la Figura 2, es el bajo porcentaje de terminales eficientes y el bajo promedio de eficiencia. Los causales de estos valores pueden deberse en

muchos casos a una escala de trabajo que no es la óptima, y a problemas coyunturales del mercado internacional. Las terminales con mayor eficiencia corresponden en su gran mayoría a las pertenecientes al corredor de mayor actividad agrícola: PUNTA ALVEAR CARGILL, TERMINAL BAHÍA BLANCA, ACA FACA, TRANSITO TOEPFER, entre otras.

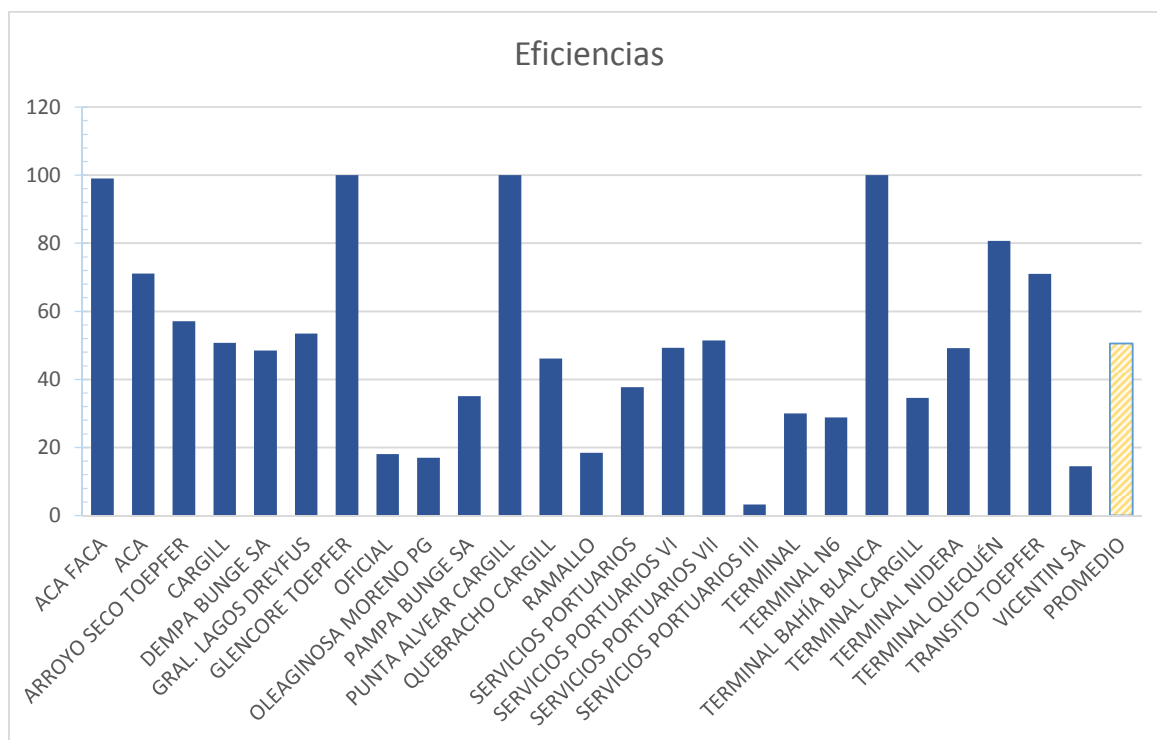


Figura 2 Gráfico de Eficiencias.

Un aspecto a resaltar es lo que indica la Tabla 3, la cual plasma los valores de referencia, cuya interpretación sirve para identificar las mejores DMU y generar una comparación (Benchmarking) entre las que poseen bajo rendimiento. En términos generales, esto significa que el conjunto de referencia tiene una mezcla "similar" de insumos y salidas con respecto a la DMU eficiente [12],[13],[14]. Este conjunto de unidades puede ayudar a proporcionar una idea de por qué es bajo su rendimiento y se puede mostrar claramente a través de sus holguras las áreas en las que son débiles.

Tabla 3 Benchmarking.

	DMU	Benchmarking	Frecuencia
1	ACA FACA	11(0,583333) 7(0,059916)	
2	ACA	11(0,711159)	
3	ARROYO SECO TOEPFER	11(0,153387)	
4	CARGILL	11(0,329597) 20(0,177475)	
5	DEMPA BUNGE SA	11(0,141477) 20(0,296451)	
6	GRAL. LAGOS DREYFUS	11(0,534571)	
7	GLENCORE TOEPFER	9	0,41
8	OFICIAL	20(0,0488615) 7(0,0855076)	
9	OLEAGINOSA MORENO PG	11(0,0124436) 20(0,0826813) 7(0,0636234)	
10	PAMPA BUNGE SA	11(0,0271661) 20(0,292406)	
11	PUNTA ALVEAR CARGILL	17	0,77
12	QUEBRACHO CARGILL	11(0,461616)	
13	RAMALLO	11(0,0922688) 20(0,0922688)	
14	SERVICIOS PORTUARIOS	11(0,0198138) 20(0,181322)	
15	SERVICIOS PORTUARIOS VI	20(0,293843) 7(0,0955924)	
16	SERVICIOS PORTUARIOS VII	20(0,166027) 7(0,239044)	
17	SERVICIOS PORTUARIOS III	11(0,0057571) 7(0,0171559)	
18	TERMINAL	7(0,114507)	

19	TERMINAL N6	11(0,288717)	
20	TERMINAL BAHÍA BLANCA	12	0,55
21	TERMINAL CARGILL	20(0,114251) 7(0,0865045)	
22	TERMINAL NIDERA	11(0,492272)	
23	TERMINAL QUEQUÉN	11(0,099105) 20(0,223172) 7(0,48144)	
24	TRANSITO TOEPFER	11(0,102541) 20(0,432174)	
25	VICENTIN SA	11(0,144819)	

A modo de ejemplo, se puede mencionar que la terminal ubicada en la posición 7 de la Tabla 3 (GLENCORE TOEPFER), sirve de comparación para 9 terminales y en qué relación efectúa esa comparación. Cada terminal eficiente sirve de comparación para las demás y con qué frecuencia lo hacen. Así como las terminales eficientes sirven de comparación para las ineficientes, un aspecto a considerar en esta clase de análisis, es la de individualizar si los insumos que poseen cada terminal es utilizado en forma correcta, esto es si aquellas que son eficientes son fuertemente eficientes o débilmente eficientes. Esto se puede analizar viendo si en sus insumos poseen holguras, es decir, que no son utilizados en un 100% y en las ineficientes cuales son aquellos insumos incorrectamente utilizados. De allí que en la Tabla 4 se muestran los porcentajes de holgura de los insumos de cada terminal [14] [15].

Tabla 4 Porcentajes de holgura.

DMU	INPUT (%)				OUTPUT (%)
	CA	PC	LM	CTC	E
SERVICIOS PORTUARIOS	0,44	0,00	0,00	0,00	4,54
RAMALLO	0,00	0,00	12,60	2,30	1,10
OFICIAL	0,30	0,00	0,46	0,00	3,77
TERMINAL	0,00	0,00	9,88	14,94	9,97
SERVICIOS PORTUARIOS III	0,00	0,00	0,00	0,48	0,64
SERVICIOS PORTUARIOS VI	0,49	0,00	20,00	0,00	3,29
SERVICIOS PORTUARIOS VII	0,33	0,00	30,78	0,00	8,42
PUNTA ALVEAR CARGILL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARROYO SECO TOEPFER	1,37	0,00	30,08	12,09	0,00
GRAL. LAGOS DREYFUS	0,00	38,88	53,39	24,83	7,64
ACA	0,00	2,29	71,04	20,53	7,90
VICENTIN SA	0,00	0,00	14,46	2,88	0,58
DEMPA BUNGE SA	0,37	0,00	10,87	3,77	0,00
PAMPA BUNGE SA	0,28	0,00	7,25	0,00	0,81
TERMINAL NIDERA	0,00	12,49	49,13	9,82	1,97
QUEBRACHO CARGILL	0,00	27,18	46,10	0,00	5,13
TERMINAL N6	0,00	17,01	28,83	6,86	3,21
TRANSITO TOEPFER	0,45	0,00	16,27	0,00	15,87
TERMINAL CARGILL	0,51	0,00	13,78	4,24	0,00
TERMINAL QUEQUÉN	0,02	0,00	0,00	1,07	0,00
ACA FACA	0,04	35,19	9,94	55,48	0,00
TERMINAL BAHÍA BLANCA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GLENCORE TOEPFER	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OLEAGINOSA MORENO PG	0,24	0,00	0,00	0,00	0,97
CARGILL	0,00	0,00	36,63	9,51	3,82

Si analizamos la característica del modelo, observamos que con ese nivel de salida, algunas de las DMU tienen mal utilizado sus insumos, dada la orientación empleada. Este análisis es muy importante desde la perspectiva de un nivel estratégico, porque supongamos que alguna de las terminales desea ser eficiente puede analizar que recurso deberá mejorar para lograrlo, o en el caso de si existiera alguna terminal débilmente eficiente antes de tomar una decisión de

ampliación de su infraestructura debería analizar el consumo del mismo. Como resumen de la salida del modelo se presenta la Tabla 5.

Tabla 5 *Tabla resumen.*

DMU	θ_{CRS}	θ_{VRS}	SCALE	NIRS	RTS
ACA FACA	0,725870	1,000000	0,725870	1,000000	1,000000
ACA	0,669141	0,711159	0,940916	1,000000	1,000000
ARROYO SECO TOEPFER	0,563213	0,570942	0,986462	1,000000	1,000000
CARGILL	0,492368	0,507072	0,971002	0,808717	1,000000
DEMPA BUNGE SA	0,482679	0,484444	0,996356	0,510339	1,000000
GRAL. LAGOS DREYFUS	0,458204	0,534571	0,857143	1,000000	1,000000
GLENCORE TOEPFER	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000
OFICIAL	0,180399	0,180940	0,997010	1,000000	1,000000
OLEAGINOSA MORENO PG	0,169367	0,169776	0,997594	0,195643	1,000000
PAMPA BUNGE SA	0,349727	0,350690	0,997254	0,384554	1,000000
PUNTA ALVEAR CARGILL	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000
QUEBRACHO CARGILL	0,461616	0,461616	1,000000	1,000000	0,000000
RAMALLO	0,180096	0,184538	0,975931	1,000000	1,000000
SERVICIOS PORTUARIOS	0,375332	0,376999	0,995577	0,444225	1,000000
SERVICIOS PORTUARIOS VI	0,490086	0,492509	0,995080	0,622620	1,000000
SERVICIOS PORTUARIOS VII	0,513348	0,515031	0,996731	1,000000	1,000000
SERVICIOS PORTUARIOS III	0,032518	0,032518	1,000000	1,000000	1,000000
TERMINAL	0,299899	0,299899	1,000000	1,000000	0,000000
TERMINAL N6	0,256637	0,288717	1,000000	1,000000	0,000000
TERMINAL BAHÍA BLANCA	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000
TERMINAL CARGILL	0,343331	0,345100	0,994875	0,636324	1,000000
TERMINAL NIDERA	0,472581	0,492272	0,960000	0,672620	1,000000
TERMINAL QUEQUÉN	0,806611	0,806760	0,999815	1,000000	1,000000
TRANSITO TOEPFER	0,707084	0,710286	0,995493	1,000000	1,000000
VICENTIN SA	0,142905	0,144819	0,986786	0,250040	1,000000

En la Tabla 5 se aprecia las diferencias entre las eficiencias calculadas por los dos modelos mencionados en párrafos anteriores, lo que trata de identificar el comportamiento que sigue cada DMU analizada en función de su posible rendimiento y escala de trabajo. La primera columna indica el valor de eficiencia (θ_{CRS}) para el modelo de rendimientos constantes a escala, la segunda columna indica el valor de eficiencia (θ_{VRS}) para rendimientos variables a escala. Por lo tanto, en el caso que $\theta_{CRS} = \theta_{VRS}$ la DMU está operando en una escala correcta, esto se ve reflejado en la columna identificada como $SCALE = \theta_{CRS} / \theta_{VRS}$, por lo tanto se desprende que si $\theta_{CRS} / \theta_{VRS} = 1$ se está operando en una escala correcta. Pero puede suceder que $\theta_{CRS} = \theta_{VRS} = 1$ por lo que las DMU son eficientes, si $\theta_{CRS} \neq \theta_{VRS} \neq 1$ son ineficientes pero no por operar en una escala inadecuada. El otro caso es que si $\theta_{CRS} / \theta_{VRS} \neq 1$ las DMU operan en una escala inadecuada. En lo referente a la clase de rendimiento que posee cada DMU se analiza θ_{VRS} y la columna de NIRS, si $\theta_{VRS} \neq NIRS$ indica rendimientos crecientes a escala, si $\theta_{VRS} = NIRS$ indica rendimientos decrecientes a escala o constantes. En la última columna se muestra el RTS (return to scale), el cual define como se comportó la DMU, es decir, si tuvo un crecimiento, se mantuvo constante o decreció. Del análisis surgen que el 76% de las terminales operan con rendimientos crecientes, el 16% son eficientes operando a rendimientos constantes y el 24% operando a una escala inadecuada y por ende ineficientes. Para poder identificar el motivo de sus ineficiencias es posible analizarla por medio de la evaluación de los niveles de productividad a lo largo del tiempo. La forma de identificar los niveles es a través del índice de Malmquist. Un enfoque a considerar, es que Malmquist estima que porcentaje de la variación en la productividad total se debió a cambios tecnológicos y que porcentaje se originó por un mejor aprovechamiento de los insumos. A su vez esto último se clasifica en una variación del cambio de gestión y en una variación del cambio de escala. En nuestro caso se tomaron los períodos de evolución 2005 y 2013 de las terminales en análisis [16] [17] [18].

Tabla 6 Índices de Malmquist.

DMU	tfpch	effch	techch	pech	sech
SERVICIOS PORTUARIOS	2,1087	2,06792	1,01972	1	2,06792
RAMALLO	2,04352	1,99138	1,02618	0,993977	2,00345
OFICIAL	0,859204	1,01059	0,850203	0,996409	1,01423
TERMINAL	0,551522	0,645421	0,854516	1	0,645421
SERVICIOS PORTUARIOS III	0,900833	0,922655	0,976349	0,957131	0,963974
SERVICIOS PORTUARIOS VI	0,366516	0,490086	0,747862	0,862334	0,568325
SERVICIOS PORTUARIOS VII	0,313757	0,513348	0,611198	0,928396	0,55294
PUNTA ALVEAR CARGILL	44, 856	1,13134	39,6485	1	1,13134
ARROYO SECO TOEPFER	0,635461	0,668105	0,95114	0,832528	0,802501
GRAL. LAGOS DREYFUS	1,38494	1,04927	1,31991	0,945271	1,11002
ACA	0,920012	0,7342201	1,25308	0,831337	0,883157
VICENTIN SA	1,68254	1,35487	1,24185	0,992205	1,36551
DEMPA BUNGE SA	2,55519	2,10524	1,21373	0,97318	2,16326
PAMPA BUNGE SA	4,53652	4,47908	1,01282	1,000002	4,47901
TERMINAL NIDERA	1,05771	0,679272	1,55712	0,88524	0,767331
QUEBRACHO CARGILL	0,77294	0,52384	1,47553	0,947385	0,552933
TERMINAL N6	0,445545	0,33847	1,31635	0,857973	0,3945
TRANSITO TOEPFER	0,722338	0,707084	1,02157	0,958612	0,737612
TERMINAL CARGILL	6,82247	9,01007	0,757205	1	9,01007
TERMINAL QUEQUÉN	0,722363	0,806611	0,895553	0,88626	0,910129
ACA FACA	0,708797	0,72587	0,976479	1	0,72587
TERMINAL BAHÍA BLANCA	2,79666	2,62485	1,065646	1,30727	2,00788
GLENCORE TOEPFER	0,989986	1,10282	0,897684	1	1,10282
OLEAGINOSA MORENO PG	1,03108	1,09396	0,942513	0,995933	1,09843
CARGILL	0,793588	0,683268	1,16146	0,827384	0,825817

En la Tabla 6 se identifican para cada una de las DMU el índice de Malmquist, lo que demuestra cómo se ha realizado el cambio en cada una de las eficiencias que podemos determinar. Cabe destacar que la expresión del índice de Malmquist se descompone en Δ eficiencia y Δ tecnología. El cambio en la eficiencia se puede descomponer en cambio de eficiencia técnica pura y cambio en eficiencia de escala. El significado de cada una de los términos de la Tabla 6 es: tfpch: cambio en la productividad total de los factores, effch: cambio en la eficiencia técnica, techch: cambio en la tecnología, pech: cambio en la eficiencia técnica pura (influye la gestión), sech: cambio en la eficiencia de escala. A su vez cada una de las eficiencias se descompone como sigue, $pech \times sech = effch$, $effch \times tech = tfpch$. En base a la Tabla 6, podemos identificar que el 56% de las terminales lograron un cambio favorable en la utilización de la tecnología o de la adecuación de sus instalaciones, lo que significa que se han modernizado o que están utilizándola correctamente, un porcentaje menor se reproduce cuando se analiza el cambio en la eficiencia técnica, lo que hace que se mantenga el mismo porcentaje al momento de analizar la variación de los cambios en la productividad total de los factores, pero que dicha variación positiva en la variación del cambio de la tecnología no fue acompañada en el mismo porcentaje para el cambio de eficiencia pura relacionada con la gestión, que es del apenas 28%. Los cambios que se observan en la variación de la eficiencia de escala es del 44% aproximadamente lo que indica que cerca de la mitad de las terminales está trabajando en una escala cercana a la óptima, y que un 20% está operando con una escala muy desfavorable, y existe solo una que es muy arcada lo fuera de escala.

4. CONCLUSIONES

El trabajo utiliza una metodología de programación no paramétrica basada en el análisis de datos involucrados (Data Envelopment Analysis), que permite computar los índices de Malmquist de cambios en la productividad. Algo a destacar es la posibilidad de generar Benchmarking y con ello, analizar de qué manera consumir los recursos para lograr acercarse a una DMU eficiente. La metodología empleada para calcular los índices de Malmquist, permite separar las variaciones de los cambios ocurridos en la productividad total de los factores en un componente de cambios en la eficiencia y otro de cambios en la tecnología. A su vez, al considerar el supuesto de retornos constantes a escala, los cambios en la eficiencia pueden descomponerse en cambios en la eficiencia pura y en cambios de escala. En el caso de este trabajo, luego de la aplicación de las diferentes metodologías, estudiamos y analizamos de qué manera se comportan las variables de entrada y salida para lograr una tendencia a

ser eficiente y como varían los distintos aspectos de eficiencia en diferentes períodos temporales. Como conclusión del análisis de la eficiencia podemos destacar que cerca del 50% de las terminales operan en una escala correcta y que la eficiencia técnica, producto de la gestión ronda cerca del 80%, con lo cual se evidencia que los órganos directivos de las terminales toman decisiones acertadas en los aspectos estratégicos. La situación portuaria abocada a este tipo de actividad, tiene un excelente desarrollo a través de los tiempos, y es debido a ello que trabajos de esta naturaleza les puede ser de guía en su toma de decisiones y en la producción de cambios de política, por lo general, para mejorar las condiciones de competencia de las exportaciones del país y de la región. Lo que aquí se puede desprender es que el sistema portuario Argentino tiene alta capacidad de servicio al comercio exterior de materia prima pero que no obstante debe producir cambios que favorezcan el desarrollo y competitividad de las empresas y generar una modernización de las actividades portuarias para favorecer el desarrollo del transporte multi-modal.

5. REFERENCIAS

- [1] Khalid N., Muda A. F., Zamil A. S. (2004). "Port competitiveness: SWOT analysis of Malaysian Ports under Federal Port Authorities". Centre of Economic Studies & Ocean Industries. Maritime Institute of Malaysia.
- [2] Doerr O., Sánchez R. J. (2006). Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicable en América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL. Vol. 1, pp. 1-76.
- [3] Trujillo L., González M. M. (2005). "Reforms and infrastructure efficiency in Spain's container ports". World Bank, Policy research working paper series. WPS 3515. Vol. 1, pp. 1-21.
- [4] Cullinane K., Song D. W., Ji P., Wang T. F. (2004). "An application of DEA windows analysis to container port production efficiency". Review of Network Economics. Vol. 3 (2), pp. 1-23.
- [5] Case K. E., Fair R. C. (1999). Principles of economics. 5th. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- [6] Thanassoulis E. (2001). Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis. A foundation text with integrated software. Kluwer Academic publishers, London.
- [7] Coelli T., Prasada R., Battese G. E. (1998). An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [8] Lansink A. O., Silva E., Stefanou S. (2001). "Inter-firm and Intra-firm efficiency measures". Journal of Productivity Analysis. Vol. 15, pp. 185-199.
- [9] Farrell M. J. (1957). "The measurement of productive efficiency". Journal of the Royal Statistical Society. Vol. 120 (3), pp. 253-290.
- [10] Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units". European Journal of Operational Research. Vol. 2, pp. 429-444.
- [11] Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. (2000). Data Envelopment Analysis. Kluwer Academic Publishers, London.
- [12] Banker R., Charnes A., Cooper W. W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis". Management Science. Vol. 30, pp. 1078-1092.
- [13] Deshmukh A. (2003). "Indian Ports - The current scenario". Mumbai. Vol. 14, pp. 1-22.
- [14] Estache A., Tovar de la Fé B., Trujillo L. (2004). Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico. The World Bank.
- [15] Hoffmann J. (2001). "Latin-American Ports: results and determinants of private sector participation". International Journal of Maritime Economics. Vol. 3, pp. 221-241.
- [16] Frei F. X., Harker P. T. (1999). "Projections onto efficient frontier: theoretical and computational extension to DEA". Journal of Productivity Analysis. Vol. 11 (3), pp. 275-300.
- [17] Ji Y., Lee C. (2009). "Data Envelopment Analysis". The Stata Journal. Vol. 10 (2), pp. 267-280.
- [18] Martínez E., Díaz R., Navarro M., Ravelo T. (1999). "A study of the efficiency of Spanish Port Authorities using Data Envelopment Analysis". International Journal of Transport Economics. Vol. 26 (2), pp. 237-253.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a la Secretaria General de Ciencia y Tecnología de la UNS (PGI 24/J056), a la Subsecretaría de Gestión y Coordinación de Políticas Universitarias de la UNS (Fortalecimiento de Redes VII FRVII 27-54-154) y al Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (AGENCIA) (PICT 2011-0396), por el apoyo económico brindado.