

Propuesta para el Análisis de la Competitividad de la Terminal Pesquera del Puerto de Mar del Plata

Área temática: Cadena productiva. Generación de valor, análisis, logística y experiencias.

Autores: ESTEBAN, Alejandra M.¹; ZÁRATE, Claudia N.¹; GRAÑA, Fernando²

Filiación: 1 Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería; 2 Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas

Contacto: aesteban@fi.mdp.edu.ar

RESUMEN

Los puertos modernos, en general, han dejado de tener una situación preferencial respecto a sus zonas de influencia, debido a las cadenas integradas de transporte. En este sentido, la evaluación de la competitividad a través de la productividad y eficiencia resulta relevante. Mar del Plata posee un importante puerto multipropósito, destacándose principalmente como terminal pesquera. El método de análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA), es una herramienta de evaluación económica cuantitativa válida para estudiar el desempeño comparativo de la productividad a partir de la construcción de una frontera empírica de eficiencia. Esta metodología posee la ventaja de facilitar un tratamiento multidimensional, tanto desde el espacio de los insumos como del de los productos. En este trabajo se diseña una metodología para medir la competitividad global de las terminales pesqueras, comparables con las del puerto de Mar del Plata, a partir de la definición de un modelo DEA apropiado orientado a la entrada, utilizando un panel de datos.

Palabras Claves: Competitividad, productividad, DEA, Terminal pesquera, Puerto de Mar del Plata.

INTRODUCCIÓN

La revolución tecnológica, la globalización y la desregulación de ciertos mercados, son algunos de los principales factores que explican la importancia que ha adquirido la competitividad como preocupación empresarial y de los gobiernos.

Tradicionalmente, la competitividad de una región, se explicaba a través del paradigma de las ventajas comparativas, donde se hacía especial hincapié en la abundancia de sus recursos naturales, factores de producción y/o variables macroeconómicas (Porter, 2002).

El concepto de competitividad ha evolucionado con el tiempo, debido a la necesidad de incluir los elementos impulsores y de crecimiento, estáticos y dinámicos. La principal causa que explica el potencial del crecimiento de una economía y permite lograr un desarrollo sostenido que incide en el bienestar de la población, es la productividad con la cual se producen sus bienes y servicios. Ésta constituye un nexo entre la competitividad de una región y la capacidad de sus industrias para competir en los mercados (Önselet *al.*, 2008). La productividad relaciona la transformación de los insumos de entrada (recursos naturales, humanos y técnicos o tecnológicos, como las herramientas y maquinaria) con las salidas, productos que pueden ser tangibles o intangibles, bienes o servicios.

Los puertos contribuyen al desarrollo de los países o regiones, debido no solamente a su actividad fundamental en el tráfico exterior, sino porque también actúan como promotores del crecimiento de las áreas donde están emplazados. Sumado a ello, tienden cada vez más a integrarse en las cadenas logísticas de producción, transporte y distribución, además de convertirse en verdaderos centros de valor añadido, principalmente, a la carga, naves y pasajeros (Rúa Costa, 2006). En las últimas décadas se ha producido una tendencia a la especialización de las operaciones, que permite brindar la infraestructura y servicios adecuados, donde los distintos agentes que intervienen pueden coordinar sus acciones.

Los puertos modernos, en general, han dejado de tener una situación de monopolio respecto al transporte de sus zonas de influencia o *hinterlands*, debido al desarrollo de cadenas integradas de transporte. Esta es la razón por la cual se ha reducido el tamaño de los mismos dado que en ciertas ocasiones resulta preferible utilizar puertos lejanos. En este contexto arroja gran importancia la evaluación la competitividad de los puertos regionales a través de su productividad y eficiencia. Para mantener una posición competitiva, es necesario conocer los factores que determinan su eficiencia y además establecer comparaciones continuas con otros puertos.

Los indicadores, físicos, económico-financieros o de productividad, si bien brindan información para el monitoreo continuo y permiten encontrar deficiencias en la cadena logística, poseen la desventaja de ser parciales, por lo cual sólo muestran relaciones de un solo producto e insumo. Los puertos poseen la característica de ser multiproducto y/o multiservicio, por lo tanto para evaluar la productividad total de los factores (PTF) es necesaria una metodología de análisis sistémica, que permita facilitar un tratamiento multidimensional (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Para la medición de la eficiencia de las unidades de decisión o gestión es relevante tener un marco de referencia teórico, es decir, alguna función de frontera que delimite el espacio de situaciones posibles.

La metodología de Análisis de la Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis – DEA) es una técnica de programación matemática, a partir de la cual se obtiene una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica a través de los datos disponibles de una muestra de unidades decisionales de transformación (Decision Making Units – DMUs en la terminología habitual). En este análisis se calcula la eficiencia relativa para cada DMU comparando sus entradas y salidas respecto a las demás DMUs, de manera que incluye todas las unidades eficientes dentro de la frontera con sus combinaciones lineales, y las unidades ineficientes quedan fuera de la misma.

Mar del Plata cuenta con un puerto de ultramar el cual se constituye en una terminal multipropósito. En él se desarrollan actividades de distinta naturaleza, tales como operaciones relacionadas con la actividad pesquera, operaciones de exportación e importación, servicios derivados de industria naval y del turismo, siendo la pesquera una de las más importantes.

El objetivo de este trabajo es diseñar una metodología apropiada para medir la competitividad global de las terminales pesqueras, comparables con la terminal del puerto de Mar del Plata, utilizando el método de análisis de la envolvente de datos (Data Envelopment Analysis – DEA).

MARCO TEÓRICO

A continuación se describen las características técnicas económicas más relevantes para evaluar los puertos y la importancia de la medición de los indicadores de productividad a efectos de cuantificar la competitividad de los puertos.

Los puertos

La Unión Europea define un puerto como “*una zona de tierra y agua dotada de unas obras y equipos que permitan principalmente la recepción de buques, su carga y descarga, y el almacenamiento, recepción y entrega de mercancías, así como el embarco y desembarco de pasajeros*”. Esta zona de tierra y agua incluye la infraestructura necesaria, que constituyen todas las obras de abrigo y atraque, la superestructura para dar cabida a la carga, el equipamiento fijo y móvil indispensable para la operatoria, las instalaciones marítimas de acceso y los servicios terrestres de comunicación y distribución (Rúa Costa 2006).

Tradicionalmente los puertos eran lugares de resguardo de las embarcaciones, donde se realizaban operaciones de carga y descarga de mercancías, y embarque y desembarque de pasajeros. Posteriormente, sus funciones se han ido ampliando respecto de las mercancías abarcando la manipulación; depósito y almacenaje; inspección y control. Además de la consolidación y des-consolidación de cargas, brindan servicios de apoyo a los buques, como también los servicios que agregan valor y los de gestión de la información intercambiada entre los diferentes agentes que intervienen en las distintas actividades.

La definición de UNCTAD (*United Nations Conference on Trade and Development*) deja explícitamente el carácter multifuncional de los puertos: “Los puertos son interfaces entre los distintos modos de transporte y son típicamente centros de transporte combinado. En suma, son áreas multifuncionales, comerciales e industriales, donde las mercaderías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas. En efecto, los puertos son sistemas multifuncionales, los cuales, para funcionar adecuadamente, deben ser integrados en la cadena logística global. Un puerto eficiente requiere no sólo infraestructura, sino también buenas comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada.”

Los puertos contribuyen al desarrollo de los países y regiones, por su papel esencial en el tráfico exterior y sumado a ello actúan como promotores del crecimiento de la zona donde están emplazados.

La actividad estratégica de los puertos debe exceder su función de interface entre el medio marítimo y terrestre, donde solamente brinda servicios al buque y a la carga. Los puertos tienden cada vez más a integrarse a la cadena logística de producción, transporte y distribución, para convertirse en indiscutibles centros de valor agregado, conformando un entorno productivo y logístico relevante (Rúa Costa 2006).

En un puerto se desarrollan múltiples servicios, desde que el buque se aproxima a un puerto hasta que lo abandona. Dichos servicios se pueden clasificar en servicios a la nave y servicios a la carga, como se puede apreciar en figura 1 (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

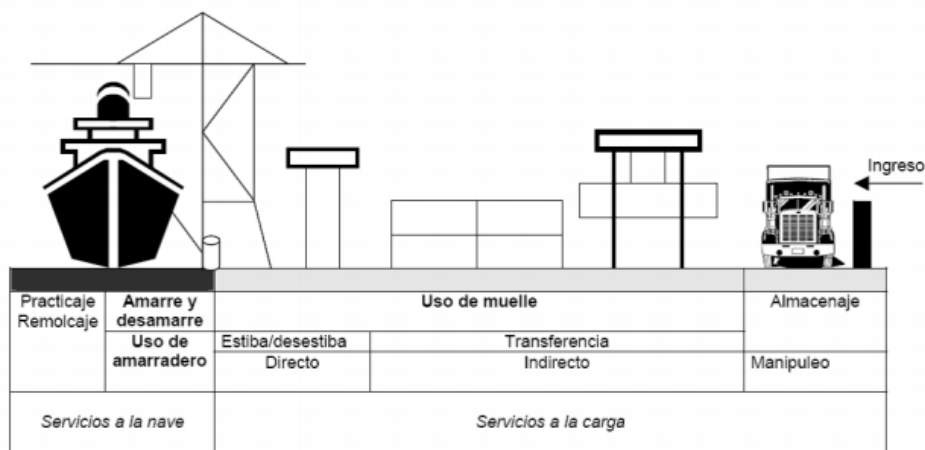


Figura 1: Principales Servicios Portuarios
Fuente: Chang Rojas y Carbajal Navarro (2011)

Debido a los diferentes actores que participan en un puerto, existen múltiples criterios para evaluar la competitividad del mismo. Un puerto debe contar básicamente con (Rúa Costa 2006):

- Buena ubicación geográfica respecto a su proximidad a los mercados, a la zona industrial, al centro de consumo o ser un nodo de conexión importante.
- Amplio espacio que le permita realizar cómodamente las operaciones necesarias.
- Infraestructura apropiada, con buenos accesos terrestres y marítimos, y que posea conexiones favorables que permitan además el transporte multimodal.

- Bajos costos, siendo los más importantes los correspondientes a los servicios portuarios relacionados con la manipulación de la carga, los cánones o tasas portuarias y los fletes marítimos.
- Adecuada seguridad portuaria, con planes de protección y emergencia. Debe brindar medidas para evitar accidentes, incidentes o ataques antiterroristas, que puedan poner en riesgo a las personas o a las instalaciones.
- Procedimientos de control y supervisión ágiles, buenos sistemas de información, que brinden transparencia a la gestión portuaria y favorezcan la integración con la cadena logística.
- Obras e instalaciones complementarias modernas.
- Gestión del medioambiente certificada, en lo que concierne al transporte marítimo y a su desarrollo como centro de servicios e industrial.

Los puertos modernos han dejado de tener una situación preferencial respecto a su *hinterland* y *foreland*. El impacto de la globalización, la desregulación y la privatización y la integración tanto vertical como horizontal, han permitido el quebrantamiento de las fronteras. Los puertos, independientemente de su ubicación pueden competir respecto a las cargas con sus homólogos. Es por ello que resulta fundamental evaluar la productividad y eficiencia (UNCTAD, 2004). En un ambiente altamente competitivo, los puertos, deben ser flexibles y están obligados a desarrollar una estructura que permita dar respuestas rápidas a los cambios de la oferta y demanda (Paixão y Marlow, 2001).

Debido a la globalización, los puertos sufren una competencia tridimensional, es decir, entre puertos, dentro de cada puerto y respecto del modo de transporte. Esto ha conducido a una especialización de las terminales en determinado tipo de tráfico (Rúa Costa 2006).

Se denomina terminal portuaria a la unidad operativa de un puerto habilitada para proporcionar intercambio modal y servicios portuarios; incluye la infraestructura, las áreas de depósito transitorio y las vías internas de transporte.

Un tipo específico de terminal es la pesquera, cuya función principal es dar servicio a los buques de pesca, a su carga, y a las empresas que operan con ellos. En función de las especies que se capturan, varían las características de los tipos de embarcaciones, los recursos utilizados en su manipulación, y la estructura de la terminal.

Las terminales pesqueras pueden diferenciarse entre sí, en función del tipo de flota con la que operan flota de buques fresqueros, formado por fresqueros de altura, costeros grandes y costeros chicos o también llamados de rada ría; o flota de buques congeladores, que poseen capacidad de congelamiento a bordo en túneles y placas Ambos tipos de flota requieren distintos tipos de recursos del puerto y en consecuencia las terminales pesqueras deben adecuarse a dicho requerimientos.

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

La medición de la productividad es necesaria para el desarrollo de cualquier actividad económica y es considerada una herramienta útil para los distintos actores que

intervienen. No sólo se utiliza para una planificación de las operaciones, sino también a la hora de establecer estrategias a largo plazo, tanto a nivel local, regional, nacional y/o internacional, permite realizar una proyección de próximos planes de comercio y transporte, analizando la competitividad del sistema. La medición del desempeño admite orientar el rumbo de una actividad en la dirección esperada.

Los conceptos de productividad y eficiencia, si bien se utilizan en forma indistinta no significan lo mismo. Por productividad se entiende a la capacidad de transformar y combinar recursos o insumos de entrada en productos o servicios de salida. Se define como el cociente entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos o insumos.

En los casos donde se posee una sola entrada y salida se habla de productividad cuando existen múltiples entradas y salidas se emplea la productividad total de los factores (PTF) (ver ecuaciones 1 y 2 respectivamente).

$$\text{Productividad un solo insumo un solo producto} = \frac{\text{producción creada}}{\text{recurso consumido}} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (1)$$

$$\text{Productividad varios insumos varios productos (PTF)} = \frac{\text{suma ponderada de outputs}}{\text{suma ponderada de inputs}} \quad (2)$$

En realidad, la productividad de una entidad aislada no tiene relevancia, a menos que se realice una comparación con una unidad de referencia, obteniendo una medida de eficiencia. Por lo tanto, la eficiencia es una medida de productividad relativa. Una empresa puede ser técnicamente eficiente, pero a pesar de ello puede ser capaz de aumentar su productividad explotando economías de escala.

Toda ineficiencia en la cadena logística debe ser identificada, para posteriormente ser corregida a partir de redefinir sus procesos y operaciones. Luego se requerirá de una evaluación y comparación para verificar si se han alcanzado las metas perseguidas. En este proceso jugarán un rol significativo la correcta utilización y definición de indicadores de productividad (Doerr y Sanchez, 2006).

Para diseñar indicadores de producción se debe establecer previamente, los objetivos que se persiguen y quién los establece. El puerto es analizado como un sistema multiproductivo, la meta principal, como la de toda organización, debe ser minimizar el uso de recursos de entrada y maximizar los volúmenes producción y/o servicios. No existe un consenso sobre la definición de indicadores de producción que evalúen la actividad portuaria: en lo que respecta a las variables de entrada se trabaja sobre capital y trabajo y como variables de salida se utilizan las relacionadas con el tráfico de carga. Existen distintas aproximaciones:

- La primera aproximación se considera la categoría de corto y largo plazo, en el corto plazo se incluyen las áreas operativas, como la carga, los servicios en el acceso, las operaciones intermodales y las manipulaciones en los almacenes o patios; y en el largo plazo engloba la transferencia total o por unidad de superficie y el tiempo de permanencia de la mercadería en depósito.
- La segunda aproximación se refiere a la accesibilidad portuaria, productividad neta y bruta de muelles, productividad neta y bruta de las cuadrillas y equipos utilizados.

- La tercera aproximación contempla la productividad de los estibadores, la disponibilidad de los muelles y disponibilidad de estibadores.
- La cuarta aproximación se basa en los servicios a las naves, en el área de depósito y al transporte terrestre (Doerr y Sanchez, 2006).

La productividad portuaria debe considerar la medición de la operación en los muelles, depósitos, transporte terrestre, las conexiones y accesos terrestres, y la evaluación si se están aprovechando correctamente los activos. Actualmente se tiene en cuenta la medición respecto a las interfases con el transporte terrestre y con la nave.

Los indicadores de productividad se pueden agrupar en (Carbone, Viceconte y Frutos 2012):

- Indicadores operacionales
- Productividad de los activos
- Indicadores financieros
- Indicadores de movimientos de grúa
- Indicadores de tiempos
 - Tiempos de nave
 - Tiempos de las grúas
 - Productividad
 - Tiempo en la terminal de camiones

ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS.

Conceptos de productividad y eficiencia

El análisis de la eficiencia y la productividad es un campo de creciente importancia tanto en la actividad económica como en sectores de infraestructura y servicios, ya que permite poder comparar el desempeño de las unidades productivas o también llamadas unidades decisionales de transformación (UDT o en inglés *desitionmakingunit*, DMU) (Chang Rojas y Carbajal Navarro, 2011).

Desde el punto de vista económico, se habla de asignación eficiente de recursos utilizando el óptimo de Pareto, es decir, cuando no existe otra asignación posible que mejore la situación de alguna unidad productiva sin perjudicar a otra. Por lo tanto, se trata de un concepto relativo, el cual se basa en la comparación del desempeño de una unidad respecto de otras similares.

La noción de eficiencia no se basa en un concepto global, dado que existen diferentes definiciones y características de la misma. Normalmente se habla de eficiencia técnica. Las medidas de eficiencia técnica pueden ser evaluadas desde dos dimensiones. La primera hace referencia a evitar desaprovechamiento a través de la minimización de los recursos, también llamada orientación a la entrada (*input*). Para ello se propone optimizar los recursos para obtener un nivel dado de salida (*output*). En la otra dimensión, orientada a la salida, evalúa su maximización para un nivel dado de entrada.

Otro tipo de eficiencia es la eficiencia de escala, la cual significa que la firma no está operando a escala óptima: si esta es muy pequeña va a presentar retornos a escala

crecientes, por otro lado si la firma es muy grande presentará retornos a escala decrecientes. En ambos casos la eficiencia debe ser mejorada cambiando la escala de operación, es decir mantendrá el mix de entrada pero cambiará el tamaño o capacidad de operación. La medida de eficiencia de escala indica en cuánto puede aumentar la productividad. En el caso de retornos a escala constante, es decir cuando se está operando en la escala óptima, la eficiencia técnica orientada a la entrada coincide con la de salida.

Por otro lado, la eficiencia asignativa se refiere a la capacidad de combinar las entradas y salidas de la forma más adecuada teniendo en cuenta sus precios y productividades marginales. Este tipo de eficiencia, con orientación a la entrada indica la mezcla de insumos que produce una cantidad dada de salida a un costo mínimo, teniendo en cuenta sus precios.

La suma de la eficiencia técnica, la eficiencia de escala y la eficiencia asignativa constituyen la eficiencia global o económica.

Evaluación y medición de la productividad y eficiencia

La evaluación y medición de la eficiencia de las unidades de decisión y gestión implica tener como marco de referencia teórico alguna función que delimite el espacio de situaciones posibles. La primera función a considerar es la función de producción, que se define como la cantidad de salida q que se puede obtener a partir de unas cantidades determinadas de un conjunto de variables de entrada (x_1, x_2) , ecuación 3, figura 2:

$$Q = f(x_1, x_2) \quad (3)$$

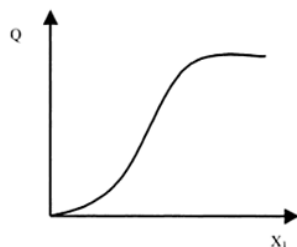


Figura 2: Función de Producción
Fuente: Seijas Días (2004)

Por consiguiente, la función de producción es una frontera que separa las combinaciones de salida-entradas posibles de las que no son factibles, dada una tecnología. Cuando se debe describir un proceso de múltiples salidas, no se habla de función de producción, sino de conjunto de posibilidades de producción, set de producción, conjunto de transformaciones o tecnología de producción. Este conjunto está formado por todos los procesos productivos imaginables factibles, no sólo reales y observables en el sistema, sino además todos los que potencialmente podrían realizarse teniendo en cuenta el estado de la ciencia y tecnología y las condiciones en que este proceso se realiza.

Modelos de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA)

La metodología de Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) utiliza el método de programación lineal para construir una frontera empírica, no paramétrica por tramos sobre los datos. El primer modelo, asumiendo retornos constantes a escala, fue presentado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), conocido en la literatura como CCR. El objetivo de la metodología es obtener una envolvente de datos que incluya todas las unidades eficientes, de esta manera las unidades ineficientes quedan por debajo de la misma. La envolvente representa la frontera eficiente, por lo tanto la distancia de las unidades ineficientes a la misma constituye una medida de la ineficiencia relativa, dado que se compara con unidades que operan en forma similar respecto a los factores productivos utilizados para obtener determinadas salidas (Coelliet al., 2005).

En la práctica resulta más sencillo el cálculo, en la forma envolvente, también llamada dual¹, a través del cual se construye una aproximación lineal por tramos a la verdadera frontera, a partir de los datos de todas las unidades que forman la muestra, el modelo se muestra en las ecuaciones 4 a 6:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} z_0 = \theta \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k y_{jk} \geq y_{j,0} \quad (5)$$

$$\theta x_{i,0} \geq \sum_{k=1}^N \lambda_k x_{i,k} \quad (6)$$

$$j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, N$$

$$\lambda_k \geq 0$$

Siendo:

x_{ik} cantidad de entrada i consumida por la k -ésima DMU

x_{i0} cantidad de entrada i consumida por la DMU analizada

y_{jk} cantidad de salida j generada en la k -ésima DMU

y_{j0} cantidad de salida j generada por la DMU analizada

$i = 1, \dots, n$ (entradas), $j = 1, \dots, m$ (salidas), $k = 1, \dots, N$ (DMUs)

λ_k el ponderador de la k -ésima DMU

$z_0 = \theta$ representa la medida de eficiencia técnica de la DMU₀, cuanto más cercano a 1 sea, la DMU resulta más eficiente, en el límite indica que la DMU será eficiente en relación con las otras unidades intervinientes.

En el problema dual se plantea una restricción para cada producto respecto a todas las DMUs, más una restricción por cada insumo para todas las DMUs. El modelo se debe resolver N veces, una por cada DMU, por lo tanto se obtiene un valor de θ para cada una de ellas.

La suposición CCR es apropiada cuando todas las firmas están operando a escala óptima. Cuando la competencia es imperfecta, por regulaciones gubernamentales, restricciones imperfectas, la unidad no puede operar en la escala óptima. En este caso el

¹Todo modelo de programación lineal original, llamado primal, tiene un dual asociado, el que puede ser empleado para obtener la solución, dado que ambos comparten las condiciones de optimalidad. Para el modelo dual se define una variable dual por cada restricción y una restricción dual por cada variable primal.

uso del modelo CCR provoca medidas de eficiencia técnica que están confundidas por la eficiencia de escala.

Banker, Charnes y Cooper (1984), generalizaron el modelo anterior para considerar la existencia de rendimientos variables a escala, usualmente se conoce como DEA-BCC. Al modelo CCR se agrega la restricción de convexidad, ecuación 7 (Coelliet *al.*, 2005).

$$\sum_{k=1}^N \lambda_k = 1 \text{ restricción de convexidad} \quad (7)$$

DESARROLLO

A lo largo del extenso litoral marítimo argentino existen más de 100 puertos marítimos y fluviales, que ofrecen distintas características. La provincia de Buenos Aires comprende terminales fluviales y marítimas. Sobre el río Paraná, están situados los puertos San Nicolás, San Pedro, Campana y Zárate, en el Río de la Plata, se ubican los puertos de Dock Sud y La Plata y sobre el litoral atlántico, se encuentran los puertos de Mar del Plata, Quequén, Coronel Rosales y Bahía Blanca (Gualdoni y Errazti, 2006). Sobre el resto del litoral atlántico, la provincia de Río Negro posee los puertos de San Antonio Oeste y San Antonio Este; en Chubut se encuentran los puertos de Caleta Córdova, Comodoro Rivadavia, Puerto Madryn, Rawson y Camarones; Santa Cruz incluye Caleta Olivia/Paula, Puerto Deseado, Punta Quilla y Puerto San Julián y por último en Tierra del Fuego se localizan los puertos de Ushuaia y Almanza.

De estos puertos, el presente trabajo se centra en el puerto de Mar del Plata, el cual es el principal puerto pesquero del país, ha concentrado aproximadamente el 54% de los desembarques nacionales en los últimos cinco años, figura 3. En 2014 se registraron 416.160 toneladas desembarcadas, dicho volumen representa el 53% del total a nivel nacional (Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca).

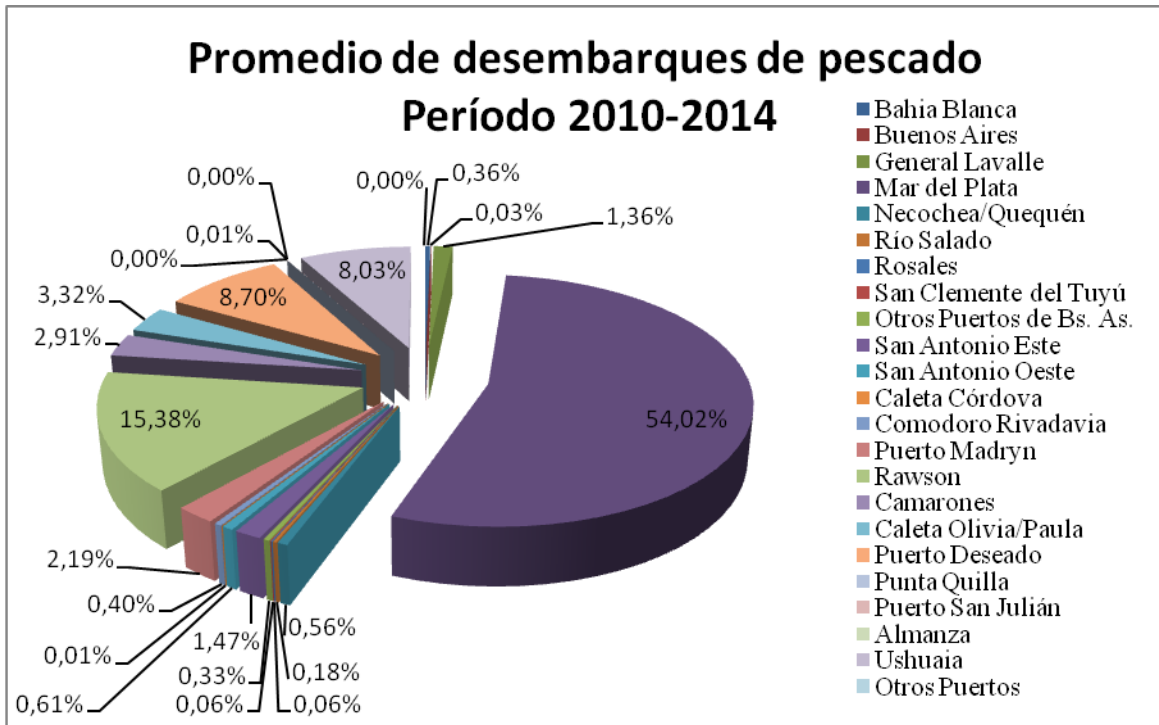
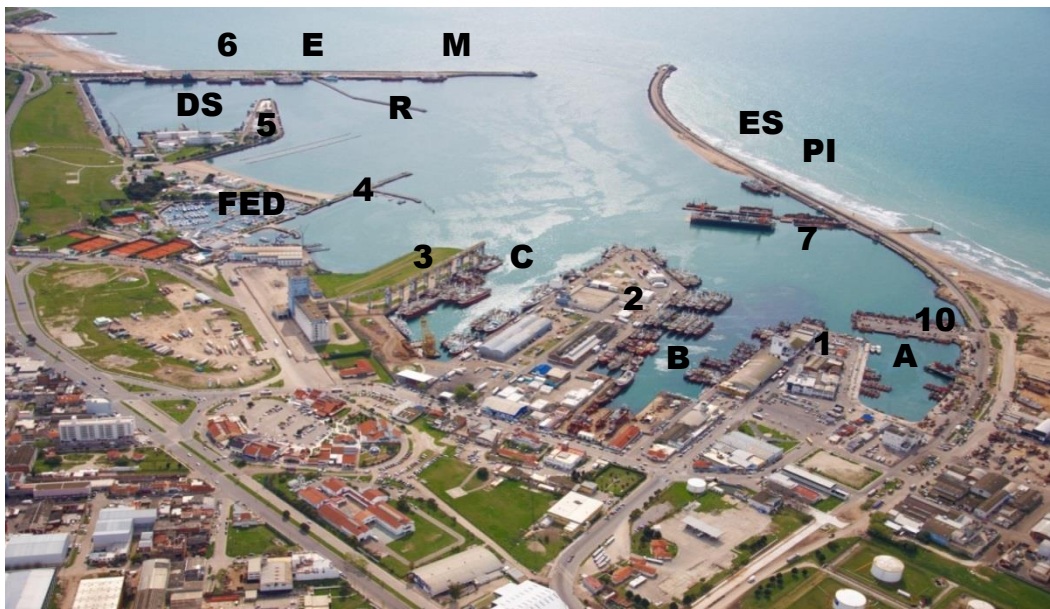


Figura 3: Promedio de Desembarques de los Puertos Pesqueros Argentinos 2010-2014
Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

En Mar del Plata se inició la historia y el desarrollo del sector pesquero, es el asiento del mayor número de plantas procesadoras, así como también es el mayor proveedor del mercado interno (Hobert *et al.*, 2009). Este puerto provincial de uso público, administrado por una delegación dependiente de la Administración Portuaria Bonaerense. Es un puerto marítimo de ultramar y pesquero, con un área netamente militar, actual asiento de la Base Naval Mar del Plata, que se encuentra bajo jurisdicción de la Prefectura Mar del Plata. Además, constituye una terminal multipropósito, donde se suman a la industria pesquera, actividades de distinta naturaleza como exportación, importación, industria naval y explotación turística (Fundación Nuestro Mar, 2007), (ver figura 4).



Referencias

A	Dársena A o de pescadores
B	Dársena B o de cabotaje
C	Dársena A o de ultramar
DS	Dársena de submarinos
FED	Fondeadero embarcaciones deportivas
EN	Escollera norte
ES	Escollera sur
MP	Muelle de pasajeros
PI	Posta de inflamables
RO	Rompeolas
1	Espigón N° 1 Permisarios
2	Espigón N° 2 o muelle de cabotaje
3	Espigón N° 3 o muelle de ultramar
4	Espigón N° 4 Clubes
5	Espigón N° 5 Base Naval
6	Espigón N° 6 interior a la escollera norte
7	Espigón N° 7 atracadero de embarcaciones inactivas
10	Espigón N° 10 o muelle de pescadores

Figura 4: Vista aérea del puerto de Mar del Plata

Fuente: Elaboración Propia sobre imágenes obtenidas del sitio web del Consorcio Portuario Regional Mar del Plata (2014).

La zona portuaria se puede dividir en dos sectores: norte y sur, en los que se emplazan varias áreas: comercial, industrial, militar, turística y operativa. La zona norte, corresponde principalmente a la zona militar, jurisdicción de la Armada Argentina, donde se asienta la Base Naval, protegida por un rompeolas de 474m de longitud que comienza en la Escollera Norte. Dicha zona, además, está integrada por un muelle de pasajeros, adyacente al tramo interior de la escollera, una dársena para submarinos y un fondeadero destinado a embarcaciones deportivas. El sector sur, es de carácter industrial, comercial, turístico y operativo; contiene tres dársenas: pescadores, cabotaje y ultramar, además de la posta de inflamables, El sector operativo está compuesto por las terminales N° 1, 2, 3, 4 y 5 (Sociedad Patronos Pescadores, 2015) (Consorcio Portuario Regional Mar del Plata, 2014).

En el sector industrial se encuentran fábricas de harina de pescado, talleres y carpinterías navales, astilleros, lavaderos de cajones, depósitos de enseres de pesca y cooperativas de pesca, procesadores de pescado y la planta de almacenamiento de combustibles. Existe una amplia cobertura para realizar reparaciones navales conjuntamente con instalaciones de varaderos y diques flotantes para la atención de embarcaciones pesqueras.

MODELO PROPUESTO

Se evalúa la competitividad del puerto de Mar del Plata como terminal pesquera, ya que es su principal actividad. Se compara el puerto de Mar del Plata con otras terminales pesqueras del país. Para ello se propone un modelo de Análisis de la Envoltura de Datos (DEA), orientado a la entrada, debido a que el objetivo es optimizar los insumos para una salida determinada. Se estudia el modelo CCR ecuaciones 4 a 6 y el modelo BCC ecuaciones 4 a 7, para obtener las eficiencias técnicas y de escala correspondientes a cada unidad decisional de transformación estudiada (DMU).

Se definen tres variables de entrada:

- metros lineales de muelle operativo;
- horas hombre promedio por tonelada, empleada en la descarga de buques fresqueros y
- horas hombre promedio por tonelada, empleada en la descarga de buques congeladores.

Se definen dos variables de salida:

- toneladas de pescado desembarcadas por buques fresqueros;
- toneladas desembarcadas por buques congeladores.

Para seleccionar las DMUs, que van a intervenir en el modelo, se utilizan los datos de la figura 3. Del análisis de dicha figura surgen los puertos más importantes de acuerdo al volumen desembarcado. Dichos puertos se detallan en la tabla 1.

Puerto	Desembarques 2010-2014
Mar del Plata	54,02%
Rawson	15,38%
Puerto Deseado	8,70%
Ushuaia	8,03%
Caleta Olivia/Paula	3,32%
Camarones	2,91%
Puerto Madryn	2,19%
San Antonio Este	1,47%
General Lavalle	1,36%

Tabla 1: Promedio de desembarques de pescado. Período 2010-2014

Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del Sitio Web Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca

Las DMUs seleccionadas son los puertos pesqueros a nivel nacional, ellos son: Mar del Plata; Rawson; Puerto Deseado; Ushuaia; Caleta Olivia/Paula; Camarones; Puerto Madryn; San Antonio Este y General Lavalle.

El modelo CCR se debe correr nueve veces, una por cada DMU, consta de tres restricciones de entrada y dos de salida una por cada variable, (m+n restricciones). A través del mismo se obtienen las eficiencias a rendimientos de escala constante (θ)_{CCR}, para cada unidad de decisión estudiada.

El modelo BCC se debe plantear nueve veces, una por cada DMU, consta de tres restricciones de entrada y dos de salida más la restricción de convexidad (m+n+1 restricciones). A través del mismo se obtienen las eficiencias a rendimientos a escala variable (θ)_{BCC}, para cada unidad de decisión estudiada.

A partir de las eficiencias θ _{CCR} (eficiencia global, EG) y θ _{BCC} (eficiencia técnica, ET), se obtiene la eficiencia de escala (EE) a través de la ecuación 8.

$$EE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}} \quad (8)$$

CONCLUSIONES

Los puertos constituyen puentes para el desarrollo económico regional, por lo tanto, resulta indispensable evaluar su competitividad a través de la medición de la productividad y eficiencia, dado que a través de la productividad se puede explicar el crecimiento y desarrollo de una región.

Los puertos, en general, poseen características multipropósito. Es por ello, que resulta necesario utilizar metodologías de tratamiento multidimensional para medir su competitividad.

La metodología de Análisis de Datos de la Envolvente (DEA) mide la eficiencia, a través de la construcción de una frontera de producción empírica. Además, permite utilizar múltiples entradas y salidas en la evaluación, de cada unidad a comparar o estudiar.

Se definen como unidades de decisión a estudiar (DMUs) a los puertos pesqueros del país, más relevantes. Se utilizan las DMUs para hacer una comparación entre los distintos puertos nacionales, a fin de evaluar si se encuentran trabajando en la frontera o por debajo de la misma.

Se proponen los modelos DEA-CCR y DEA-BCC, orientados a la entrada, para medir la eficiencia global, eficiencia técnica y eficiencia de escala, de las distintas DMUs. Se estudia el puerto de Mar del Plata, en particular, dado que es el principal puerto pesquero del país, registrando en los últimos cinco años el 54% del total de los desembarques a nivel nacional.

Se plantea como desafío, ampliar la comparación con otros puertos de América y Europa, para hacer una simulación del modelo. Posteriormente, se deberá evaluar el mismo en forma cuantitativa, para identificarlas ineficiencias y áreas de mejora correspondientes.

REFERENCIAS

- BANKER R., CHARNES A., COOPER W. (1984). *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science. Vol 30, N°9, pp 1078-1092.*
- CARBONE D., VICECONTE M., FRUTOS M. (2012). Identificación de factores para la aplicación de la técnica DEA en la evaluación de la eficiencia portuaria. V Congreso Argentino de Ingeniería Industrial V COINI 2012. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- CHARNES A., COOPER W., RHODES E.(1978). *Measuring the Efficiency Decision-Making Units. European Journal of Operational Research. Vol2, pp.91-107.*

- CHANG ROJAS V. A., CARBAJAL NAVARRO M. A. (2011). Medición de la productividad y eficiencia de los puertos regionales del Perú: un enfoque no paramétrico Informe Final del proyecto Breve Cerrado de Investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Consorcio de Investigación Económica y Social – CIES.
- COELLI T. J., PRASADA RAO D. S., O'DONNELL C. J., BATTESE G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2da. Edición Springer.
- Consorcio Portuario Regional Mar del Plata (2014). Puerto Mar del Plata. Extraído el 15 de diciembre de 2014, de <http://www.puertomardelplata.net/index-1.html>.
- DOERR O., SÁNCHEZ R. (2006). Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL ONU. Santiago de Chile.
- Fundación NuestroMar (2007). Puerto de Mar del Plata. Extraído el 18 de diciembre de 2014, de http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_maritimos/pto_mar_del_plata.
- GUALDONI P., ERRAZTI E. (2006). El Puerto de Mar del Plata. FACES, año 12, N° 26 Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – UNMdP.
- HOBERT M. C., MERINO A. M., OSPITAL C., SAAB A. C. (2009). Economía. Sector Pesquero un Recurso Económico no Convencional. Observatorio de Políticas Públicas. Cuerpo de Administradores no Gubernamentales. Secretaría de Gabinete.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (2014). Desembarques. Extraído el 18 de diciembre de 2014, de http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/pesca_maritima/02-desembarques/index.php.
- ÖNSEL S., ÜLENGİN F., ULUSOY G., AKTAŞ E., KABAK O., TOPCU Y.I. (2008). *A new perspective on the competitiveness of nations. Socio-Economic Planning Sciences* 42 (2008) 221–246.
- PAIXÃO A.C., MARLOW P.B. (2002). *Strengths and weaknesses of short sea shipping Marine Policy*. 26 167–178.
- PORTER M. (2002). Ventaja Competitiva. Alay Ediciones, S.L. (Grupo Patria Cultural).
- RÚA COSTA C. (2006). Los puertos en el transporte marítimo. EOLI: *Enginyeriad'Organització i Logística Industrial*, Universidad Politécnica de Cataluña. Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales.
- SEIJAS DÍAZ A. (2004). Evaluación de la Eficiencia en Educación Secundaria Primera Edición NETBIBLO S. L. Producción Editorial: GESBIBLO S. L. Impreso en España.
- Sociedad Patrones Pescadores (2015). Descripción del Puerto de Mar del Plata. Extraído el 18 de febrero de 2015, de http://www.patronespescadores.com.ar/?page_id=441.