



Análisis económico

ISSN: 0185-3937

ISSN: 2448-6655

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad
Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y
Humanidades

Gerónimo Antonio, Víctor Manuel; Ruíz Santiago, Lorena Ivette
Uso de la infraestructura y productividad del puerto de Veracruz en México, 2002-2020*

Análisis económico, vol. XXXVII, núm. 94, 2022, Enero-Abril, pp. 201-220

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades

DOI: <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41370350012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Uso de la infraestructura y productividad del puerto de Veracruz en México, 2002-2020*

Use of infrastructure and productivity at the port of Veracruz in Mexico, 2002-2020

Recibido: 28 julio/2021; aceptado: 03 /noviembre/2021; publicado: 06/enero/2022

<https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v37n94/Geronimo>

Victor Manuel Gerónimo Antonio**
Lorena Ivette Ruíz Santiago***

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar el uso de la infraestructura y productividad en muelles del puerto de Veracruz en México para el periodo 2002-2020. Se utilizó la metodología del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), específicamente se usaron los indicadores portuarios de la interfase buque-puerto. Los resultados indican un aumento de la intensidad de uso y la ocupación de la infraestructura de muelles, esto sugiere que mejoró la eficiencia del flujo de mercancías en el puerto; además, hay un incremento de la productividad de carga y descarga en muelle en el periodo analizado. No obstante, el puerto de Veracruz mostró un estancamiento en la conectividad de transporte marítimo y alcanzó un punto de saturación en 2017 y 2018. Asimismo, los buques destinaron entre el 35% y 45% del tiempo total en puerto a actividades no productivas, el cual se debe en gran medida a la congestión de los muelles y a las decisiones de los usuarios.

Palabras clave: Productividad; Infraestructura Portuaria; Transporte Marítimo.

Clasificación JEL: H54; L92.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the use of dock infrastructure and productivity at the port of Veracruz in Mexico for the period 2002-2020. With the use of proposed methodology by Mexican Institute of Transport (IMT), this article analyzes the port indicators for ship-port interface. The results indicate that there was an increase in the intensity of use and occupancy at the docks, this suggests that improved the port efficiency; in addition, there is an increase in the productivity of



Esta obra está protegida bajo
una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-
NoComercial-
SinObraDerivada 4.0
Internacional.

* Este artículo es producto del proyecto de investigación "Análisis de indicadores de desempeño del uso de la infraestructura del Puerto de Veracruz, 2002-2020", con Clave de Unidad Programática (CUP): 21CS2101.

**Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902. Autor para correspondencia. Correo electrónico: vm.geronimo85@gmail.com

***Licenciada en Ciencias Marítimas de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, Oaxaca, México. Correo electrónico: lirs040290@gmail.com

loading and unloading over the period analyzed. However, the port of Veracruz shows a stagnation in maritime transport connectivity and reached a saturation point during the years 2017 and 2018. Likewise, the ships spent between 35% and 45% of port turnaround times to non-productive activities, which is explained by congestion at the docks and users' decisions.

Keywords: Productivity; Port Infrastructure; Maritime Transport.

JEL Classification: H54; L92.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés), la actividad en el comercio marítimo internacional ha disminuido desde el año 2018. Esta desaceleración se debe a diversas causas, tales como los conflictos comerciales y proteccionistas entre China y Estados Unidos de América, las tensiones geopolíticas, las interrupciones en la oferta de petróleo, y actualmente la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19) ha reducido el volumen de los intercambios comerciales. No obstante, “el transporte marítimo es la espina dorsal del comercio, ya que más del 80% del comercio mundial de mercancías en volumen y más del 70% en valor se transportan por mar y se manejan en los puertos de todo el mundo” (UNCTAD, 2020: 4). Para el caso de México, la demanda de servicios portuarios y de transporte marítimo también es significativa, según datos de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante (CGPMM, 2021), para el año 2019 alrededor del 31% del movimiento de mercancías se realizó por vía marítima.

En este sentido, los puertos marítimos juegan un papel relevante dentro del comercio internacional, ya que representan la principal puerta de entrada y salida de las mercancías a los mercados extranjeros a través de las importaciones y exportaciones; por tanto, es fundamental que cuenten con una infraestructura portuaria adecuada y eficiente (López-Bermúdez, Freire-Seoane y González-Laxe, 2019). Al respecto, Herrera y Pang (2008) señalan que la eficiencia portuaria influye en gran medida en los costos de transporte, de modo que la reducción de dichos costos puede aumentar el volumen del comercio y, en consecuencia, conducir a una mayor productividad de los puertos. En esta línea, Paredes (2007) indica que tanto las navieras como los usuarios demandan servicios portuarios de calidad y con alta productividad, de modo que esto se traduzca en un menor tiempo de estadía de los buques dentro del puerto, así como una reducción de los costos por el uso de la infraestructura portuaria.

Por ello, una tarea fundamental para la toma de decisiones en términos de políticas públicas y priorización de inversiones públicas y privadas es medir la eficiencia y productividad de los puertos. Con el propósito de contribuir en esta dirección, en el año 2016 el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) propuso un sistema de indicadores portuarios que pueden medirse de manera periódica para evaluar el desempeño de los puertos de México. Dichos indicadores están organizados en el marco de un enfoque intermodal de la cadena logística marítima-portuaria, y se clasificaron en tres segmentos operativos: interfase buque-puerto, interfase operación portuaria en terminales e interfase puerto-hinterland (IMT, 2016).

No obstante, existen pocos trabajos sobre el desempeño de los puertos en México. En este sentido, el objetivo de esta investigación es analizar el uso de la infraestructura y productividad en muelles del puerto de Veracruz. Para ello se empleó la metodología del IMT (2016), específicamente se consideraron los indicadores portuarios en la interfase buque-puerto, ya que se dispone de la información estandarizada y comparable para su análisis de forma anual. Asimismo, se utilizaron los datos estadísticos generados por la Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER) para el periodo 2002-2020. De esta manera, se busca identificar las áreas que presentan un mayor o menor rezago en términos de la optimización de los recursos físicos disponibles bajo los criterios de eficiencia y productividad, así como determinar el punto de saturación del puerto, y con ello distinguir las deficiencias, estancamiento u oportunidades de mejora.

En este trabajo se tomó como objeto de estudio al puerto de Veracruz, el cual es catalogado como uno de los más importantes y líderes del país, ya sea por su antigüedad o por la gran cantidad de mercancías que moviliza en el Golfo de México, así como por su ubicación estratégica (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, 2021). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), Veracruz se posicionó en el lugar número 17 en cuanto al movimiento de contenedores para la región de América Latina y el Caribe en el año 2019. Adicionalmente, es relevante analizar a este puerto, ya que se ha contemplado la ampliación de su infraestructura y la mejora de sus servicios, dicho proyecto representa una de las obras más significativas en los últimos 100 años dentro del sector portuario (CGPMM, 2021).

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. En la sección uno se revisan brevemente los conceptos de eficiencia y productividad, así como algunos estudios empíricos que analizan el desempeño de los puertos. En la sección dos se describen los datos y la metodología utilizada. En la sección tres se presentan los resultados y el análisis de los indicadores portuarios para el puerto de Veracruz. En la sección cuatro se realiza una breve discusión de los resultados. Por último, se presentan las conclusiones.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

Eficiencia y productividad en puertos

Los puertos son un conjunto de instalaciones y servicios que permiten la entrada y salida de la mayoría de los productos del comercio internacional, así como la interfase entre el transporte marítimo, terrestre y ferroviario, lo cual refuerza la cadena logística relacionada con el transporte y distribución de las mercancías (Díaz-Bautista, 2009). Por su parte, Arieu (2011) menciona que los puertos se han convertido en importantes centros de desarrollo regional y son puntos estratégicos para el sistema de producción, transporte y comercio mundial. Para Haraldson *et al.* (2021), los puertos deben considerarse como sistemas dinámicos dentro de los sistemas social, económico y político nacional, así como del económico global, en el cual la creación de valor económico ha aumentado a través del tiempo. De esta forma, los puertos son fundamentales para el crecimiento, desarrollo económico y competitividad de los países; por tanto, estos deben prestar atención a diversos desafíos para aumentar el volumen de la carga y descarga de las mercancías, reducir el menor tiempo posible de la estancia de las embarcaciones en el puerto, además de disminuir los costos de las actividades y servicios en el recinto portuario. Por esta razón es necesario medir y evaluar el desempeño de los puertos en términos del uso de su infraestructura y recursos disponibles.

Cuando se requiere cuantificar el desempeño de alguna industria, comúnmente se usan los conceptos de productividad y eficiencia. Al respecto, Guerrero y Rivera (2009: 176) definen a “la productividad como el cociente entre el volumen producido (bienes o servicios) y los medios empleados para producirlo (recursos o insumos), mientras que la eficiencia se refiere a una comparación entre la producción observada y sus valores óptimos”. De acuerdo con De Rus, Campos y Nombela (2003), existen dos conceptos que refinan la idea general de eficiencia. El primero se le conoce como eficiencia técnica o productiva, el cual se obtiene cuando se emplea la menor cantidad de factores o insumos para alcanzar una producción determinada. El segundo concepto se denomina eficiencia económica, y considera minimizar los costos con la mejor combinación de factores para llevar a cabo la producción.

En este sentido, es necesario recolectar datos y estimar indicadores que permitan evaluar la eficiencia y productividad de los puertos. Con relación al análisis de la eficiencia, el método más utilizado es el Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), técnica no paramétrica que permite estimar una frontera de producción eficiente a partir de un conjunto de datos de las unidades de producción (Unidades de Manejo de Decisión, UMD), el cual sirve como punto de referencia para evaluar la eficiencia relativa de cada una de las unidades (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). En cambio, el índice de Malmquist es el más usado para analizar la productividad, el cual permite medir el cambio en la productividad total de

los factores (PTF) en tres componentes: la eficiencia técnica, el cambio tecnológico y la eficiencia en la escala de producción (Färe, Grosskopf, Norris y Zhang, 1994).

Específicamente para el caso de México, el IMT (2016) propuso una serie de indicadores portuarios vinculados entre sí, que abarcan los distintos eslabones de la cadena logística marítimo-portuario e intermodal. Estos indicadores se clasificaron en tres grupos: 1) la interfase buque-puerto, para identificar y evaluar el uso de la infraestructura y productividad en muelles, el nivel de conectividad marítima, los costos de escala en puerto y el fondeo de buques; 2) la interfase operación portuaria en terminales, para determinar la eficiencia en terminales, el tiempo de estadía e inspecciones antes de la aduana, y la relación llenos-vacíos de contenedores; y 3) la interfase puerto-*hinterland*, para identificar la intensidad de uso de la infraestructura en la entrega/recepción por autotransporte y ferrocarril, así como la distribución modal de los sistemas de transporte terrestre y eficiencia en la conectividad con el *hinterland* portuario. De esta manera, la propuesta metodológica del IMT busca brindar información estandarizada para evaluar periódicamente a los puertos mexicanos e identificar las deficiencias en la cadena logística del transporte marítimo.

Evidencia empírica

Varios trabajos empíricos se han realizado en el ámbito internacional sobre la eficiencia y productividad en transporte y para la industria portuaria. Por ejemplo, Kyriacou, Muínelo-Gallo y Roca-Sagalés (2018) analizaron la eficiencia de la inversión en infraestructura de transporte para una muestra de 34 países para el período 1996-2010. Para ello utilizaron la metodología DEA y los datos referentes a la inversión y gastos en carreteras, ferrocarriles, vías terrestres, puertos marítimos y aeropuertos. Los resultados indican que los países de Europa Central, Nueva Zelanda y Japón son los más eficientes, mientras que los países de Europa del Este, Rusia, Turquía y México son los menos eficientes. Igualmente, los autores resaltan que el simple aumento en la inversión pública en infraestructura de transporte no conducirá a una mayor eficiencia, sino que debe acompañarse de una buena calidad del gobierno que adopte políticas para reducir la corrupción del sector público y mejore la capacidad de la administración pública.

Por su parte, Nikolaou y Dimitriou (2021) analizaron la eficiencia de las 50 principales terminales portuarias de contenedores del mundo para el periodo 2013-2017. Usaron un enfoque metodológico de dos etapas, primero un modelo DEA para identificar las terminales de contenedores de bajo y alto desempeño en función de las eficiencias estimadas; segundo, un modelo de regresión Tobit para determinar qué factores afectan los niveles de eficiencia. Los resultados indican que las terminales de contenedores que deben tomarse como ejemplo por su mejor desempeño son asiáticas, entre ellas Dongguan, Ho Chi Minh City, Hong Kong, Jawaharlal Nehru, Shanghái, Tanjung Perak, Tianjin y Tokio. Igualmente, los autores señalan que la infraestructura y equipamiento que mayor efecto positivo tienen sobre la eficiencia son, el número de grúas de muelle, el espacio de la terminal y la longitud del muelle.

En esta misma línea, Ablanado-Rosas, Gao, Zheng, Alidaee y Wang (2010) emplearon un modelo DEA orientado a los resultados basados en indicadores financieros, en lugar de utilizar insumos, para analizar la eficiencia de los 11 principales puertos de China. Los resultados permitieron identificar a 6 puertos eficientes, Yantian ocupó el puesto número uno, seguido de los puertos Shenchuan, Nanjing, Xiamen, Tianjin y Jinzhou; mientras que los puertos ineficientes fueron Yingkou, Wuhu, Chongqing, Shanghái y Rizhao. Del mismo modo, Song y Van (2014) estimaron modelos econométricos con datos de panel a nivel de regiones portuarias de China para el periodo 1999-2010. Sus resultados indican que existe un impacto positivo de la inversión en infraestructura portuaria sobre el crecimiento económico regional, no obstante, la magnitud del efecto muestra diferencias relacionadas con el carácter del puerto (terrestre o marítimo), la etapa de desarrollo de la región y la conectividad a nivel internacional.

Otro estudio sobre la productividad y eficiencia en materia portuaria es el de Chang y Carbajal (2012), quienes emplearon la metodología DEA para los puertos regionales de Perú para el periodo 2002-

2009. Los resultados mostraron que los puertos eficientes fueron Callao, San Martín, Paita y Matarani; por otro lado, se identificó un crecimiento de 3.5% anual promedio en la productividad de los puertos para el periodo analizado. Según los autores, este aumento en la productividad del sector portuario se debe principalmente a factores exógenos, tales como el incremento en la demanda derivada de la infraestructura y servicios portuarios, ya que la inversión portuaria ha sido mínima en términos de la adquisición de grúas portacontenedores, ampliación de la capacidad de almacenamiento de silos para granos o sistemas de embarque de minerales.

Debido a que la eficiencia portuaria ha adquirido mayor importancia como determinante de los costos y la calidad del transporte, González-Cancelas, Soler-Flores y Camarero-Orive (2013) propusieron un enfoque estocástico de redes Bayesianas para analizar la eficiencia de las terminales de contenedores del sistema portuario de España. Los resultados obtenidos indican que las terminales portuarias siguen un modelo de optimización, es decir, alcanzan los objetivos programados con el mínimo de recursos disponibles; por ejemplo, se mueve mayor tráfico de mercancías con la menor cantidad de recursos. Adicionalmente, González-Cancelas *et al.* (2013) agregan que, al emplear los recursos hasta el límite, las terminales españolas se aproximan a un cierto nivel de colapso en términos operativos.

En relación con los estudios en materia de productividad portuaria, Doerr y Sánchez (2006) propusieron un conjunto de indicadores de productividad para evaluar la situación y el comportamiento de más de 30 puertos representativos en tráfico de contenedores de América Latina y el Caribe para el periodo 2000-2004. Una de las dificultades de este estudio fue la obtención de la información estandarizada y comparable entre los puertos; de esta forma, seleccionaron los siguientes indicadores: transferencia por metro lineal, transferencia o productividad del área de depósito, transferencia o productividad de grúa pórtico, tamaño y tiempo de embarque, así como la productividad de naves. Según los resultados, se identificó que algunos puertos de la región con volúmenes de tráfico significativos presentan un nivel de productividad similar e incluso mayor al observado en puertos más desarrollados de Europa; no obstante, la implementación de nuevas tecnologías en los puertos de contenedores puede mejorar la productividad.

Debido a la relevante participación de la región integrada por 21 países miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) dentro del comercio marítimo mundial, Delfín y Navarro (2021) determinaron la PTF de los 40 principales puertos del APEC para el periodo 2005-2015. A partir de la metodología del Análisis de la Frontera Estocástica, se encontró que la productividad creció en promedio un 5.10% durante el período estudiado; el puerto de Lianyungang en China alcanzó el nivel más alto en la PTF, mientras que el puerto de Lázaro Cárdenas en México tuvo la menor productividad. Asimismo, los autores sugieren que el crecimiento de la PTF en los puertos del APEC puede beneficiarse de las políticas que promuevan la inversión en capital humano e infraestructura.

Existen antecedentes sobre el estudio de la eficiencia portuaria para México, tal es el caso de Delfín y Navarro (2016), quienes determinaron la eficiencia técnica, asignativa y económica de los 10 principales puertos mexicanos que manejan carga contenerizada para el periodo 2000-2010. Usaron la metodología DEA, y emplearon como *inputs* la superficie, el número de trabajadores y el número de grúas, mientras que los *outputs* fue el número de contenedores. Los resultados arrojaron que ningún puerto fue económicamente eficiente, ya que la utilización de los recursos del sector portuario, así como la combinación de los inputs no fue la adecuada; no obstante, los puertos de Manzanillo, Progreso, Veracruz y Altamira fueron los más eficientes.

Por otra parte, Guerrero y Rivera (2009) estimaron el índice de Malmquist para determinar el cambio en la PTF de siete puertos de contenedores en México para el periodo 2000-2007. Las variables usadas como insumos fueron, superficie de almacenamiento, la longitud de muelles y la cantidad de equipo (grúas pórtico de patio y de muelle) que posee el puerto; mientras que el producto fue la cantidad de contenedores movilizados. Los resultados mostraron que el cambio en la PTF mejoró en todos los puertos analizados, a excepción de Veracruz y Tampico. Asimismo, se identificó que el puerto de Progreso presentó

las mayores ganancias de productividad, seguido de Ensenada y Manzanillo. Igualmente, se identificó que el puerto de Manzanillo registró los cambios más altos en la PTF, y en seguida se ubicaron Altamira y Veracruz, este último perdió niveles de productividad y eficiencia, debido a que ha cedido terreno en el movimiento de mercancías.

De igual forma, Delfín y Navarro (2015) analizaron el cambio en la PTF de las terminales de contenedores de los principales puertos de México para el periodo 1982-2010. Utilizaron el Índice de Malmquist y analizaron la productividad en dos componentes: cambio en eficiencia (*catch-up effect*) y cambio tecnológico (*frontier shift*). Los resultados mostraron una baja eficiencia técnica en México a lo largo del tiempo, aunque Manzanillo fue un puerto eficiente entre 2000 y 2010, mientras que los puertos de Lázaro Cárdenas y Veracruz resultaron ser eficientes en algunos años. Por otro lado, el cambio tecnológico explicó en mayor medida el crecimiento en la PTF de la mayoría de los puertos, entre ellos sobresalen Manzanillo y Veracruz; en cambio, Tuxpan mostró valores negativos de productividad en casi todos los años, debido a la tendencia decreciente en el tráfico de contenedores.

Bajo este contexto, puede señalarse que los estudios sobre la eficiencia y productividad permiten conocer la evolución de los servicios, la operación y la infraestructura de los distintos puertos; en otros términos, proporcionan información referente a qué aspectos presentan mejoras y/o rezagos. Además, a través de estos estudios se pueden implementar planes portuarios adecuados, así como priorizar acciones e inversiones en materia de infraestructura portuaria. No obstante, la mayoría de los trabajos previos se ha centrado en realizar análisis comparativos entre los puertos especializados en el movimiento de contenedores; por tanto, han dejado de lado el análisis a nivel intra-puerto, así como en otras líneas de negocio o tipos de carga.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que se realiza un análisis lógico-deductivo a partir de información estadística publicada por la APIVER (2021) para el periodo 2002-2020, así como los datos de la UNCTAD (2021). Las variables consideradas son las siguientes: a) índice de conectividad del transporte marítimo, b) toneladas movilizadas por tipo de carga o línea de negocio (general suelta, contenerizada, granel mineral, granel agrícola, fluidos e hidrocarburos y vehículos), c) metros lineales de atraque por terminal, d) promedio en la productividad de carga/descarga en muelles, e) porcentaje de ocupación de muelles, f) porcentaje del tiempo de los buques en operación, demoras, espera para zarpe, en fondeo y espera inicio de operaciones, g) total de horas-buque en fondeo de las embarcaciones, y h) número de buques fondeados y no fondeados por año.

A partir de las variables mencionadas y con base en la metodología del IMT (2016), se realizó el análisis de los indicadores portuarios de la interfase buque-puerto, los cuales permiten identificar la evolución del uso de la infraestructura y productividad en muelles, así como la conectividad marítima, el tiempo de fondeo y operativo de buques. La propuesta metodológica del IMT consiste en el diseño de un sistema de indicadores portuarios organizados mediante un enfoque intermodal de la cadena logística marítima-portuaria, cuyo propósito es identificar de manera periódica los factores críticos del desempeño de los puertos mexicanos.

El IMT agrupó a los indicadores en tres bloques: interfase buque-puerto, interfase de la operación portuaria en terminales e interfase puerto-*hinterland*. No obstante, existen limitaciones en términos de la información disponible y estandarizada para realizar un análisis de todos los eslabones de la cadena marítimo-portuario para una serie de tiempo, por ello únicamente se eligieron a seis indicadores de la primera interfase, mismos que son comparables temporalmente. En seguida se describen dichos indicadores:

1. Índice de conectividad marítima. Específicamente se usa el índice de conectividad del transporte marítimo de línea a nivel portuario calculado por la UNCTAD, cuya finalidad es determinar el grado de conexión de un puerto con el resto del mundo a través de las rutas marítimas que arriban al mismo, es decir, es un indicador indirecto de la eficiencia y el acceso al comercio mundial. Este índice se genera únicamente para los puertos de contenedores y considera seis componentes: el número de buques al mes, su capacidad para transportar contenedores, el tamaño máximo de los buques, el número de servicios, el número de compañías que implementan buques portacontenedores y el número de países a los que se puede llegar sin necesidad de un transbordo. El índice toma un valor máximo de 100, que corresponde al mayor nivel de conectividad alcanzado por China en 2006, de manera que los demás índices van en relación con éste (UNCTAD, 2021).
2. Intensidad de uso de la infraestructura de muelles. Este indicador mide la eficiencia en el movimiento de carga por longitud de muelles por terminal (Ml_t), de modo que permite identificar el nivel de aprovechamiento de la infraestructura de la terminal. Para calcular este indicador se dividieron las unidades movidas para cada tipo de carga o línea de negocio tanto de importación como de exportación entre los metros lineales de atraque por terminal. El movimiento de carga se midió en toneladas, mientras que la carga contenerizada se expresó en TEUs¹, la fórmula para el cálculo es:

$$Ml_t = \frac{Ul_t}{L_t}; \quad y \quad t = 1, 2, 3 \dots n \quad (1)$$

Donde l es el tipo de carga o línea de negocio (general suelta, contenerizada, granel mineral, granel agrícola, fluidos e hidrocarburos y vehículos); Ul_t es el número de toneladas o contenedores movilizados de cada línea de negocio por terminal; L_t corresponde a los metros lineales de atraque por terminal; y t se refiere a la terminal.

3. Productividad de carga/descarga en muelle. Este indicador representa la división de las unidades movidas de un buque entre el tiempo (horas) que permanece el buque en operación, desde el atraque hasta el desatraque. Es decir, mide la productividad de carga/descarga en muelle con respecto a los rendimientos planteados dentro del Programa Operativo Anual (POA) del puerto, el cual establece las acciones de seguimiento para el cumplimiento de las metas en el Programa Maestro de Desarrollo Portuario y en el título de la concesión de las terminales. Los rendimientos de las líneas de negocio se expresan en toneladas/hora-buque en operación (THBO)². La fórmula para el cálculo es:

$$THBO = \frac{\sum_{k=1}^t x_l}{t} \quad (2)$$

En donde x_l son las toneladas o unidades movidas en carga/descarga de un buque para cada línea de negocio (general suelta, granel mineral, granel agrícola, fluidos e hidrocarburos, carga contenerizada y vehículos); y t se refiere al tiempo (horas) de operación del buque.

4. Ocupación de muelles por productividad en carga/descarga. Este indicador permite determinar la saturación de carga/descarga del puerto, y se expresa como el porcentaje de ocupación de los muelles en el año con base en la capacidad potencial de la infraestructura. Específicamente se calcula el rendimiento real de cada tipo de terminal (Srt_t) mediante la siguiente fórmula:

$$Srt_t = \frac{U_t}{Rr_t * [(Ho_p - Hc_p) * P_t * A_t * [(2Cc_t) + Cv_t]]} \times 100\% \quad (3)$$

¹ Unidad Equivalente a Veinte Pies (Twenty-foot Equivalent Unit, TEU). Categoría que se utiliza en el mercado internacional de contenedores y se refiere a las cajas de 20 pies.

² Para el caso de la carga contenerizada, los rendimientos se miden en contenedores/hora-buque en operación (CHBO), mientras que los automóviles se miden en unidades/hora-buque en operación (UHBO).

En donde U_t son las unidades movidas por terminal al año para cada línea de negocio; Rr_t es el rendimiento por terminal al año, expresado en CHBO para la carga contenerizada, en UHBO para los automóviles, y en THBO para las otras líneas de negocio; Ho_p es el número de horas por año en operación; Hc_p es el número de horas de puerto cerrado; P_t es el porcentaje de tiempo operativo de buque; A_t es el número de posiciones de atraque por terminal; Cc_t y Cv_t es el porcentaje de contenedores de 40" y 20", respectivamente, en el puerto.

5. Tiempo de estadía en puerto de los buques. Este indicador tiene como objetivo identificar la distribución porcentual del tiempo de estadía de los buques en el puerto en cinco actividades: 1) en operación, se refiere al tiempo total desde que las embarcaciones inician las maniobras de operación hasta que finalizan las mismas; 2) demoras, incluye las interrupciones en la operación a causa de factores como, fallas técnicas (cuando se descomponen las grúas), falta de personal técnico para la operación o ante la presencia de fenómenos naturales que obligan a detener las operaciones; 3) espera zarpe, se refiere al tiempo durante el cual los buques quedan atracados mientras la capitania de puerto verifica que no tienen adeudos con los prestadores de servicio, operadores o autoridades, y finalmente se les otorga el despacho de salida; 4) en fondeo, se considera el tiempo que permanecen los buques en el área de fondeo; y 5) espera inicio de operaciones, es el tiempo que las embarcaciones esperan la orden para el inicio de la operación de carga o descarga de las mercancías.
6. Tiempo de fondeo de buques. Este indicador mide el tiempo promedio (número total de horas por año) de fondeo de los buques por ocupación de muelles por tipo de carga. La expresión formal del indicador es la siguiente:

$$Tf_p = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} (Hc_b - Hf_b)p}{n} \quad (4)$$

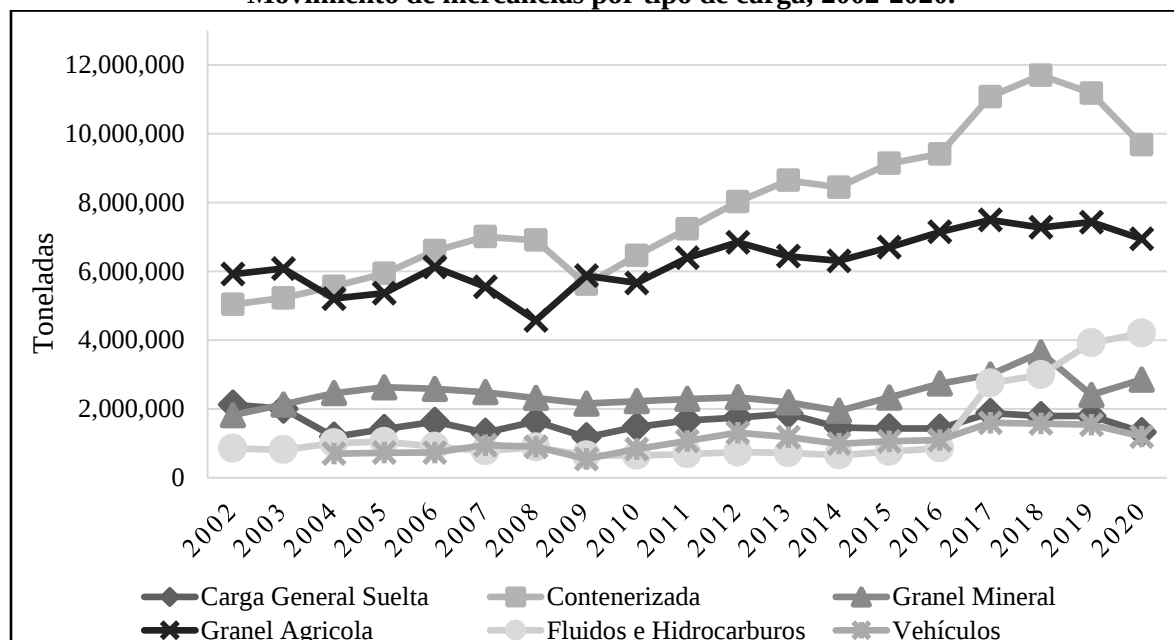
Donde Hc_b es la hora de cruce de escollera de entrada (fecha y hora); Hf_b es la hora de fondeo (fecha y hora); y n es el número de buques que atracan en el puerto. Para una interpretación sencilla, se realiza una comparación en términos porcentuales del número de buques en fondeo y no fondeo. Adicionalmente, se presentan las causas de fondeo de buques, tales como el mal tiempo, la ocupación de muelles, la instrucción del usuario, la espera por marea alta y el fondeo posterior.

III. RESULTADOS

Según datos de la CGPMM (2021), el puerto de Veracruz ocupó el cuarto lugar en términos del flujo de mercancías para el año 2020 al participar con el 9.8% del total nacional. Igualmente, en la gráfica 1 se puede observar una tendencia ascendente en el movimiento de mercancías durante el periodo analizado, incluso la tasa de crecimiento media anual (tcma) fue positiva para los seis tipos de carga, a excepción de la carga general suelta que decreció 2.6% en promedio anual, el cual se debe en buena medida al hecho de que una alta proporción de los productos han sido paulatinamente contenerizados. No obstante, debido a la interrupción de las operaciones portuarias que provocó la pandemia de la COVID-19, se identifica una caída del flujo marítimo en el 2020 con respecto al año previo para la carga general suelta (-26%), vehículos (-22.4%), contenerizada (-13.4%) y granel agrícola (-6.5%). A pesar de estos descensos, un hecho notable es que la carga contenerizada aumentó su participación a 37% en 2020, con ello superó a la de granel agrícola, cuya participación disminuyó en 11% y solo aportó el 27% para el mismo año. Finalmente, la carga de fluidos e hidrocarburos muestra un movimiento relativamente constante de 2002 a 2016, aunque en los últimos cuatro años de análisis las cifras se dispararon al presentar un crecimiento de 390% entre 2016 y

2020, así como una tcma de 9.3% que lo convierten en el tipo de carga con el mayor dinamismo en todo el periodo.

Gráfica 1
Movimiento de mercancías por tipo de carga, 2002-2020.

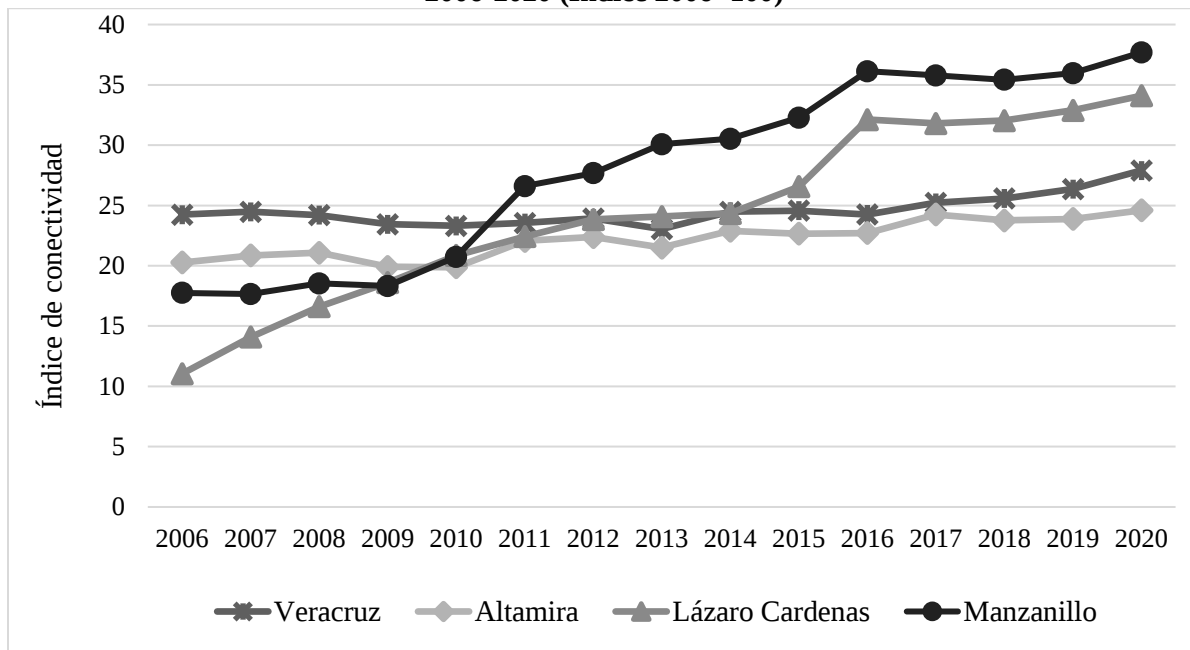


Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2002-2020.

Índice de conectividad marítima

Con el objeto de identificar la situación del puerto de Veracruz con respecto a la red mundial de transporte marítimo de contenedores, en la gráfica 2 se muestra la tendencia del índice de conectividad marítima de línea de los cuatro principales puertos de México para el periodo 2006-2020. Veracruz es considerado el puerto comercial más importante del Golfo de México, ya que es un punto de acceso para las importaciones y exportaciones mexicanas, además de ser un centro de transbordo para el comercio internacional, esto lo ubica en el lugar 14° en la región costa oriental de América del Norte en términos de conectividad marítima (UNCTAD, 2019). No obstante, el índice de conectividad del puerto de Veracruz presentó una situación de estancamiento con una tcma de 1.0% en el periodo analizado. Por otro lado, los puertos del Pacífico mexicano registraron las tasas de crecimiento más elevadas, Manzanillo (5.5%) y Lázaro Cárdenas (8.4%), incluso Manzanillo fue el segundo puerto más conectado de la región América Central y el Caribe en 2020.

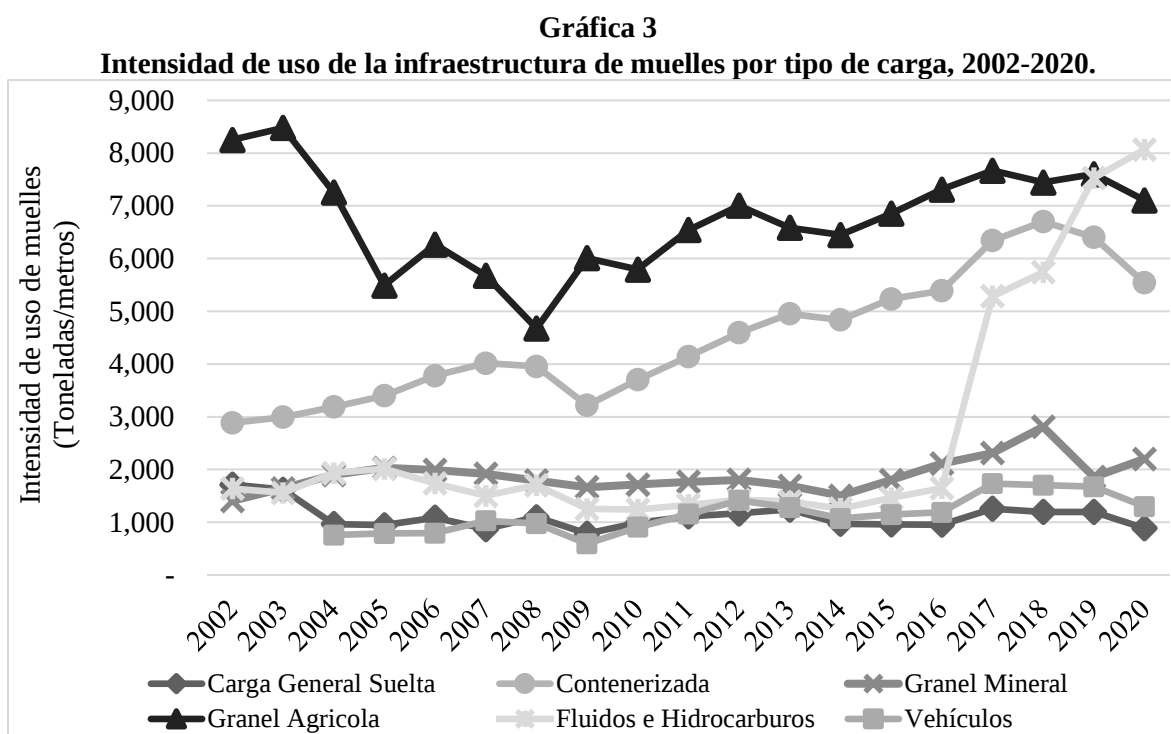
Gráfica 2
Índice de conectividad del transporte marítimo de línea de los cuatro principales puertos en México, 2006-2020 (Índice 2006=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de UNCTAD, 2021.

Intensidad de uso de la infraestructura de muelles

Uno de los activos principales para la operación de un puerto son sus muelles (Doerr y Sánchez, 2006). Al respecto, en la gráfica 3 se puede identificar un comportamiento positivo de la intensidad de uso de la infraestructura de muelles para todos los tipos de carga, a excepción de la carga general suelta que redujo a la mitad la utilización de esta infraestructura entre 2002 y 2020. Debido a que los contenedores permiten movilizar mayor cantidad de mercancías en el menor tiempo posible, el uso de los muelles para la carga contenerizada aumentó significativamente en 92% entre el primer y último año de análisis, y registró una tcm de 3.7%. Asimismo, se aprecia que la utilización de los muelles para la carga granel mineral y vehículos incrementó en 57% y 71%, respectivamente. Al cuadruplicar su uso en el periodo estudiado, se observó un mayor aprovechamiento de los muelles destinados para la carga y descarga de fluidos e hidrocarburos, el crecimiento (221%) más notorio se presentó entre 2016 y 2017, el cual se debió principalmente al aumento de las importaciones de aceite vegetal, diésel y combustibles. Adicionalmente, es importante señalar que la optimización del uso de los recursos físicos disponibles se ve afectada de manera negativa por factores externos al puerto, ya que se percibe una caída en la utilización de los muelles en 2008 por la crisis financiera internacional, así como en 2020 por la pandemia de la COVID-19.

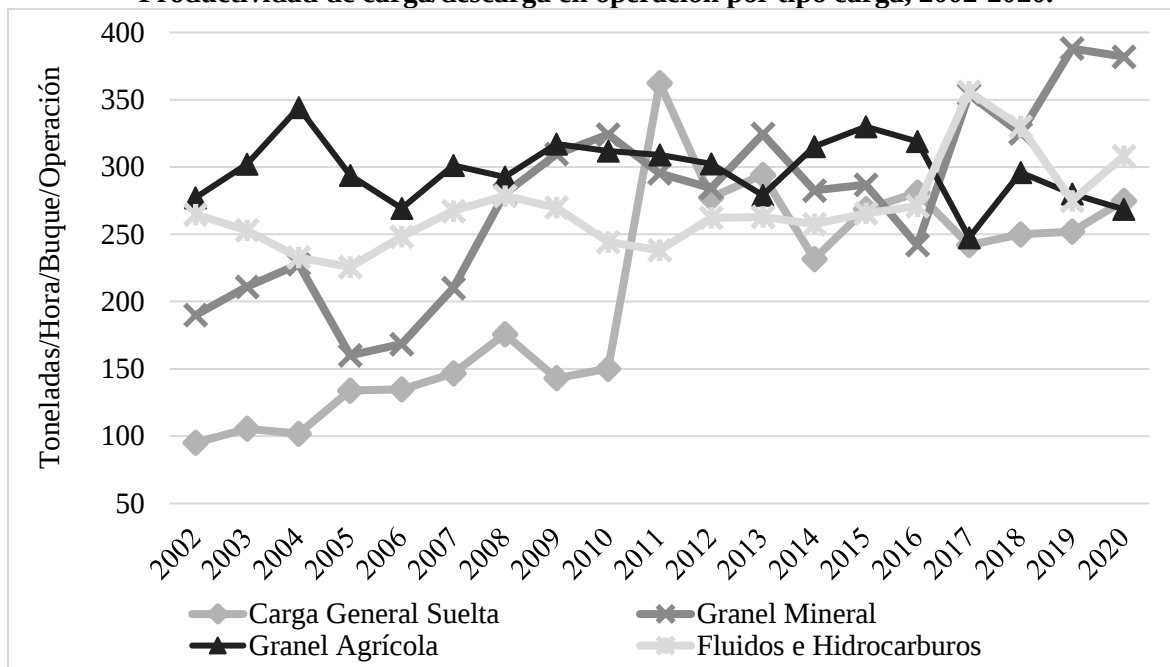


Productividad de carga/descarga en muelle

Una de las medidas principales de productividad en un puerto es el tiempo que le toma a un buque para realizar sus operaciones y el tonelaje transferido por hora. En este sentido, en la gráfica 4 se muestra el número de toneladas movidas (carga/descarga) por hora buque en operación (THBO), desde el atraque hasta el desatraque. En primer lugar, se observa una tendencia ascendente en el manejo de THBO a través del tiempo de los tipos de carga que maneja el puerto de Veracruz. Específicamente se identifica que, a pesar de la disminución del movimiento de la carga general suelta, el rendimiento en términos de THBO aumentó en 189% al finalizar el 2020, y registró una tcma de 6.1% en todo el periodo estudiado. De igual forma, se duplicó el promedio de THBO de las mercancías a granel mineral, mientras que los fluidos e hidrocarburos aumentaron en 16%, esto se traduce en una mayor agilidad en el movimiento de este tipo de cargamentos, pues los buques cargaron y descargaron un mayor número de toneladas durante el tiempo que permanecieron en los muelles. En cambio, los niveles de productividad de la carga granel agrícola se mantuvieron en una situación de estancamiento al presentar una tcma de -0.2%.

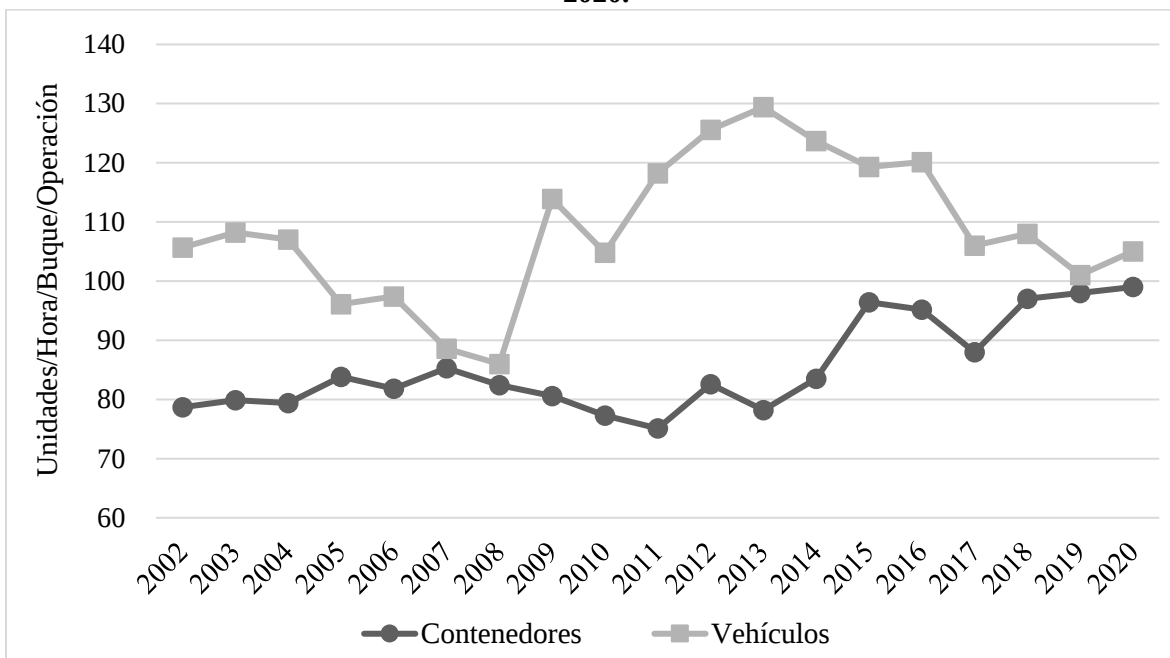
Asimismo, en la gráfica 5 se muestra el número de contenedores (unidades)/hora/buque en operación (UHBO) para la carga contenerizada y vehículos. Por un lado, se observa que la productividad de carga y descarga en muelles en el manejo de contenedores aumentó en 26% para el 2020 (99 UHBO) con respecto al 2002 (79 UHBO), y una tcma de 1.3%. Los incrementos en los niveles de productividad se debieron al aumento en el número de grúas para movilizar a los contenedores, y con ello se rebasaron las metas del POA. Por otro lado, en el manejo de buques Car Carrier (vehículos), el rendimiento promedio de UHBO mostró una tendencia decreciente de 2002 a 2008, así como un comportamiento cíclico con una fase de recuperación en 2009 hasta alcanzar la máxima expansión en 2013, y finalmente una desaceleración que se prolongó hasta el 2020.

Gráfica 4
Productividad de carga/descarga en operación por tipo carga, 2002-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2002-2020.

Gráfica 5
Productividad de carga/descarga en operación de contenedores (cajas) y vehículos (unidades), 2002-2020.

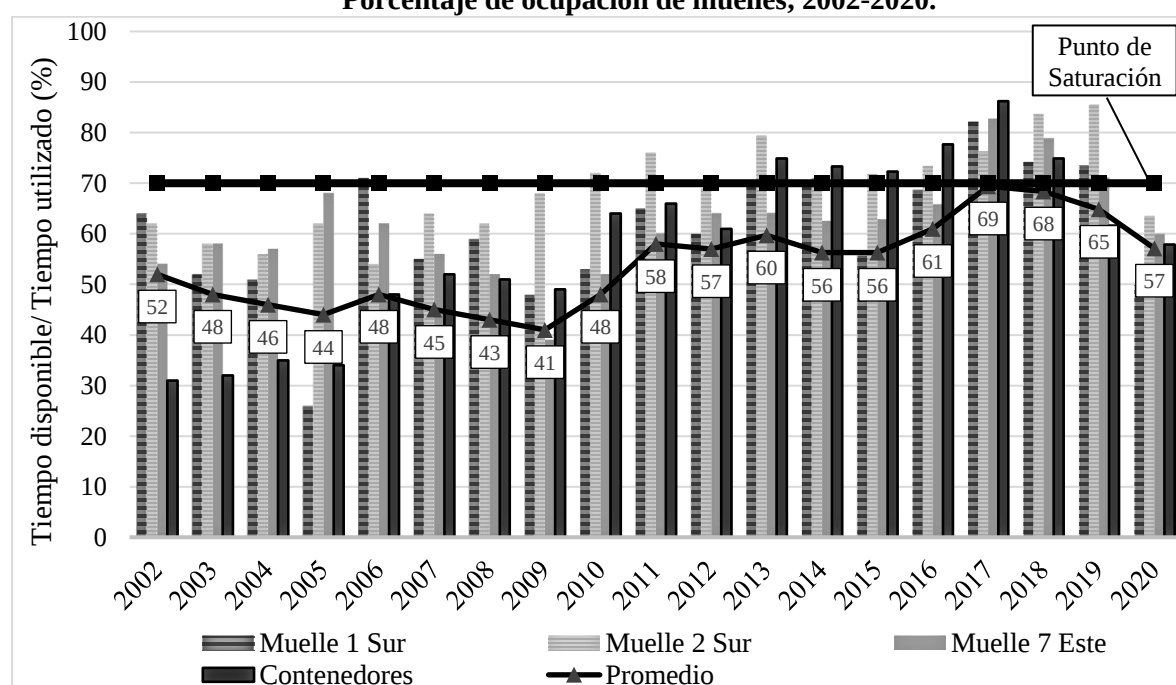


Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2002-2020.

Ocupación de muelles

El análisis del indicador de ocupación de muelles por productividad en carga/descarga es útil para la planificación de la infraestructura y mejora operativa portuaria, además permite identificar signos de saturación del puerto. En la gráfica 6 se observa que el porcentaje promedio de ocupación de los muelles no presenta una tendencia definida para el periodo analizado; por un lado, se distingue un descenso de 11 puntos porcentuales en la media de este indicador entre 2002 ($\bar{x}$ = 52%, σ = 22.45%) y 2009 ($\bar{x}$ = 41%, σ = 17.73%); por otro, el comportamiento creciente es a partir de 2010 que se prolonga hasta aproximarse al punto de saturación³ de los muelles del puerto en los años 2017 y 2018. Al igual que el indicador de intensidad de uso de muelles, la caída en la ocupación de esta infraestructura está vinculado a factores exógenos, los más notables son en 2009 por la crisis financiera mundial y en 2020 por las medidas restrictivas implementadas al comercio marítimo ante la pandemia de la COVID-19.

Gráfica 6
Porcentaje de ocupación de muelles, 2002-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2002-2020.

Al presentarse un aumento en el aprovechamiento de la infraestructura de muelles y una mejora en los rendimientos de las maniobras (THBO y UHBO), la mayoría de los muelles mostraron indicios de saturación en 2017, sin embargo, debido a que la información disponible está incompleta para todo el periodo de análisis, no se representaron en la gráfica 6. Un aspecto relevante que destacar es que el problema de saturación de muelles se presenta de manera diferenciada según los tipos de carga que se manejan. Específicamente, se sobrepasaron los límites de capacidad para manipular la carga contenerizada (muelle de contenedores) desde el 2013 (74.9%), e incluso se alcanzó un máximo en la ocupación de los muelles en 2017 (86.2%), situación que puede deberse al incremento notable del flujo de mercancías a través de contenedores. De igual manera, a partir del 2010 se identifica una tendencia de mayor saturación para los

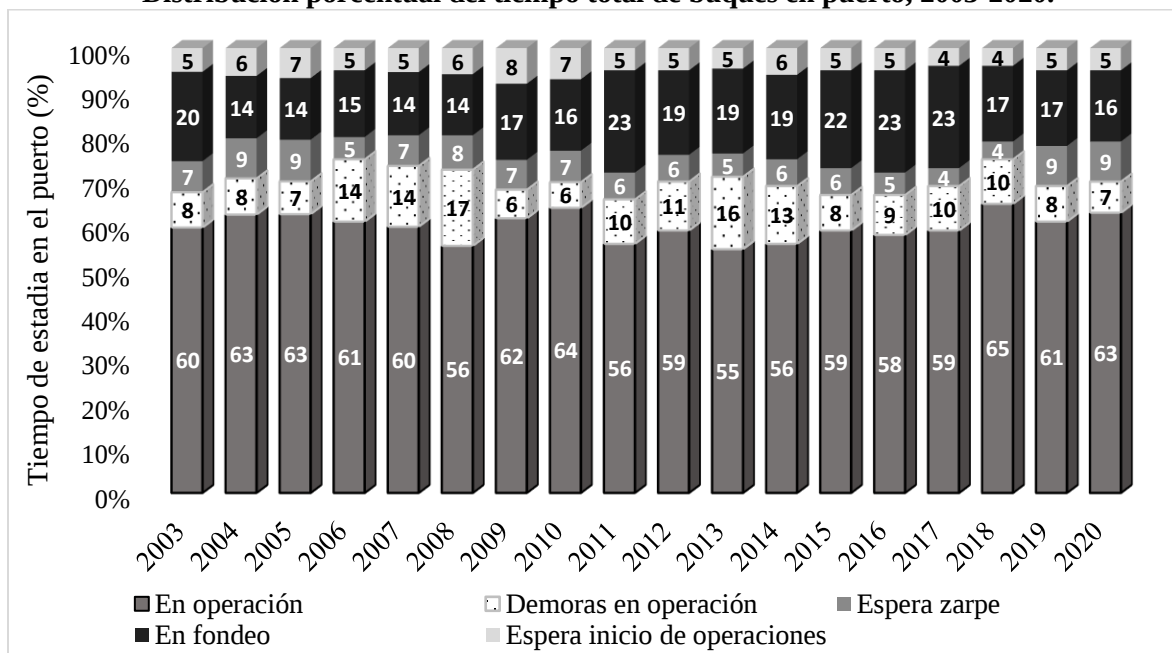
³ Según las estadísticas de la APIVER (2021), el puerto de Veracruz llega a un punto de saturación cuando el porcentaje de ocupación de muelles es de 70%.

embarques de carga que se manejan de forma no especializada, tales como la carga general suelta, vehículos y fluidos (muelles 1 Sur, 2 Sur y 7 Este), y únicamente la ocupación de muelles descendió en el 2020, de nueva cuenta se hace evidente el efecto de la pandemia.

Distribución del tiempo total de buques en puerto

De acuerdo con los indicadores analizados previamente, el puerto de Veracruz ha aumentado sus niveles de eficiencia y productividad en el manejo de carga y descarga de los buques. Por tanto, se espera una reducción de la estadía de los buques en puerto y, de manera simultánea e inversa, esto se refleje en un incremento porcentual del tiempo destinado a la operación de las embarcaciones. En este sentido, en la gráfica 7 se observa que, para el periodo 2003-2020, la proporción del tiempo de operación de buques es mayor en comparación con otras actividades (demoras en operación, espera zarpe, en fondeo y espera inicio de operaciones) que no agregan valor a la carga, además de provocar retrasos en la operación y pérdida de capital. A pesar de que el porcentaje del tiempo destinado a las maniobras de operación de las embarcaciones es el más alto, su comportamiento ha sido relativamente estable y poco dinámico a lo largo del periodo analizado; por ejemplo, la proporción más alta (65%) se registró en 2018, mientras que el porcentaje más bajo (55%) se presentó en 2013.

Gráfica 7
Distribución porcentual del tiempo total de buques en puerto, 2003-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2003-2020.

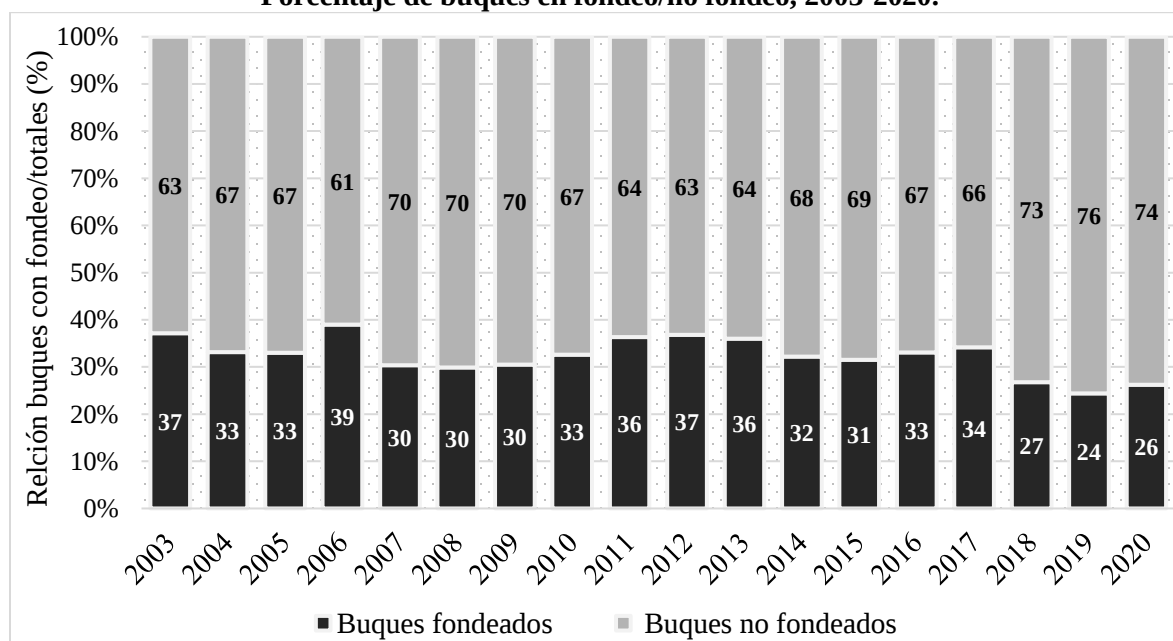
En la gráfica 7 se observa que la permanencia del buque en el puerto veracruzano se ha distribuido en tiempos no productivos que oscilan entre el 35% y 45% del total. La mayor parte de este tiempo se debió a que los buques permanecieron fondeados en promedio el 18% del tiempo, que equivalen a 11 minutos por cada hora de estadía. Asimismo, las interrupciones o demoras en la operación han provocado tiempos muertos en alrededor del 10%, el cual es causado por diversos factores como las fallas técnicas, falta de personal o ante la presencia de fenómenos naturales. Finalmente, aparecen otras actividades ociosas cuando

los buques permanecen atracados, ya sea por el tiempo de espera para el inicio de operaciones de carga y descarga o por el tiempo de espera de zarpe, en ambos los porcentajes variaron anualmente entre el 4% y 9%. Estos resultados están relacionados con la progresiva saturación de los muelles del puerto, por tanto, podría señalarse que los cuellos de botella en las maniobras de operación del puerto son un reflejo de las limitaciones de la infraestructura portuaria para atender simultáneamente a las embarcaciones.

Tiempo de fondeo de buques

Finalmente, se analiza el indicador referente al tiempo de fondeo de buques, el cual ha ocupado un porcentaje alto, por ello en la gráfica 8 se contrasta la proporción del número de buques que se fondearon antes de ingresar a los muelles contra los que no lo hicieron. El problema de fondeo en el puerto de Veracruz no sólo está relacionado con el incremento del flujo de mercancías y la congestión de los muelles, sino también con el número de embarcaciones atendidas que creció un 18% entre 2003 (1,576 buques) y 2020 (1,861 buques). Aunque no se han logrado evitar los tiempos de fondeo, se observa una disminución del 11% en el número de buques fondeados al pasar de 585 a 488 buques entre el primer y último año de análisis. Es importante resaltar que, a excepción de los años 2003 y 2006, el número de embarcaciones que no fondearon se mantuvo por encima de 1,000, en términos porcentuales representaron más del 60% en todo el periodo analizado, incluso tres de cada cuatro (75%) buques redujeron los tiempos perdidos a causa del fondeo a partir del 2018. Por último, en años críticos, 2008 y 2020, se registró el menor número de buques que se trasladaron al área de fondeo, no obstante, esta situación no se debe a una mayor rapidez en las operaciones portuarias, sino a la reducción de las actividades de tráfico marítimo.

Gráfica 8
Porcentaje de buques en fondeo/no fondeo, 2003-2020.

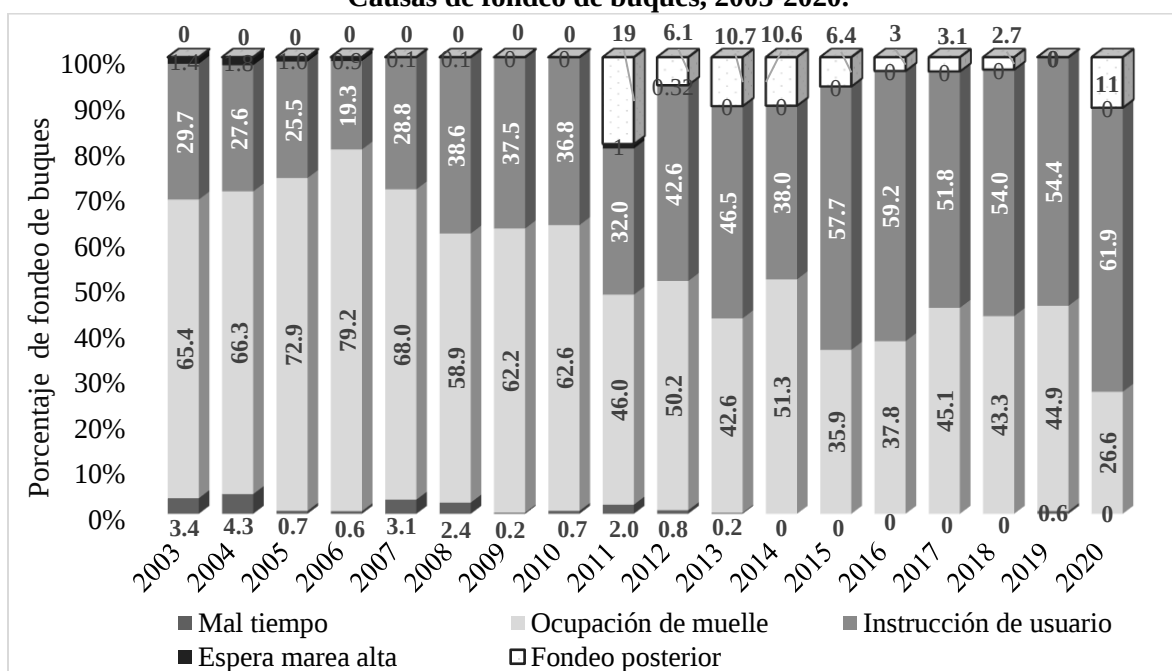


Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2003-2020.

En definitiva, el tiempo de fondeo representa uno de los mayores retos que debe atender el puerto de Veracruz, ya que tiene efectos negativos en el desempeño portuario y que se traducen en mayores costos

de transporte. De esta manera, en la gráfica 9 se presentan las causas que condujeron al fondeo de buques para el periodo estudiado, en términos relativos, los principales causantes son la ocupación de muelles ($\bar{x}=53.3\%$, $\sigma=14.2\%$) y la instrucción del usuario⁴ ($\bar{x}=41.2\%$, $\sigma=12.9\%$), mientras que el mal tiempo, la espera por marea alta y el fondeo posterior representaron problemas menores, sobre todo del 2014 al 2020. Asimismo, se observaron tendencias contrapuestas para las dos causas que provocaron mayores tiempos de espera en la zona de fondeo; por un lado, un comportamiento decreciente del tiempo de fondeo debido a la ocupación de muelles; por otro, una tendencia ascendente de demorar la entrada del buque por las decisiones del usuario. Estos resultados indican que probablemente las prácticas de los usuarios para realizar pagos y documentación de la carga marítima no son las más adecuadas, ya que a partir del 2015 estos agentes contribuyeron de manera significativa en el tiempo de fondeado, incluso representó el 62% del total en 2020.

Gráfica 9
Causas de fondeo de buques, 2003-2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de APIVER, 2003-2020.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de un análisis a nivel intraportuario, se identificó un aumento de la productividad de carga y descarga de las mercancías, así como un mayor aprovechamiento del uso y la ocupación de la infraestructura de muelles del puerto de Veracruz, esto con respecto a las metas planteadas en el Programa Operativo Anual y el Programa Maestro de Desarrollo Portuario. De esta forma, los resultados podrían interpretarse como un incremento de la eficiencia y productividad en las operaciones de carga y descarga en los muelles, y con ello un mayor nivel de servicio. Sin embargo, esta aparente mejoría puede estar asociado, de manera paralela, con un mal servicio portuario, tal y como se observó en esta investigación al presentarse una

⁴ Se refiere a que el usuario del puerto ordena que el buque se vaya a fondeo. El término usuario se define como aquella persona natural o jurídica que, de forma intermedia o final, utiliza la infraestructura e instalaciones del puerto o recibe suministros o servicios portuarios.

saturación diferenciada de los muelles del puerto para la carga contenerizada, general suelta, granel agrícola, fluidos e hidrocarburos. De acuerdo con Duru *et al.* (2020), el modelo DEA no permite distinguir el nivel de servicio de los puertos; en cambio, los indicadores portuarios propuestos por el IMT pueden mostrar si el aumento del desempeño del puerto coexiste con una situación de congestión de muelles, de modo que podrían complementar y enriquecer los estudios previos.

Por otro lado, sin importar qué métodos o indicadores se utilicen para el estudio del desempeño de los puertos, es conveniente tener cuenta el contexto para la interpretación de los resultados respecto al uso de la infraestructura como insumo o variable de análisis. Por ejemplo, en este trabajo se mostró una caída en la intensidad de uso y ocupación de los muelles en los años 2008 y 2020, situación que podría interpretarse como una reducción de los niveles de eficiencia y productividad por factores internos del puerto. No obstante, este descenso se debe a factores exógenos, tales como la crisis hipotecaria acontecida en Estados Unidos de América en el 2008 que se extendió al resto del mundo y afectó a todos los puertos, así como la contracción del comercio marítimo por la pandemia de la COVID-19 en 2020.

Finalmente, aunque la propuesta metodológica del IMT representa uno de los mayores esfuerzos en desarrollar un sistema de indicadores portuarios vinculados entre sí, resulta difícil darles un sustento empírico. En otros términos, cuando se busca aplicar los datos a la metodología se enfrenta con la limitante y restricciones de una falta de datos e información necesaria que permita aportar evidencia empírica sobre la evolución temporal de los indicadores que englobe a todos los eslabones de la cadena logística marítima-portuaria. La dificultad de obtener información estandarizada y comparable entre los puertos ha sido un problema común en la mayoría de los estudios previos (Chang y Carbajal, 2012; González-Laxe *et al.*, 2021; Duru *et al.*, 2020). En coincidencia con el IMT (2016), es conveniente institucionalizar un mecanismo que permita suministrar y acopiar datos de forma continua para poder analizar el comportamiento temporal de la eficiencia y productividad que incluya a todos los tipos de carga y a nivel intra e interpuerto.

CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó la eficiencia y productividad del uso de la infraestructura del puerto de Veracruz para el periodo 2002-2020. Se utilizó la metodología del IMT (2016), específicamente se consideraron los indicadores portuarios de la interfase buque-puerto. Al analizar el primer indicador sobre la conectividad marítima, se identificó que el puerto de Veracruz era el más conectado de México en 2006, no obstante, mostró poco dinamismo en el periodo analizado para ampliar su acceso al sistema mundial de transporte marítimo de mercancías. A pesar de esta situación, el puerto veracruzano mantiene una ubicación estratégica y tiene el índice de conectividad más alto del Golfo de México, con un perfil importador que le ha permitido consolidar y aumentar el movimiento de mercancías a una tasa de crecimiento media anual de 3%.

El segundo indicador revela que ha aumentado la intensidad de uso de la infraestructura de muelles. Por tanto, mejoró la eficiencia del flujo de mercancías que circulan por el puerto de Veracruz durante el periodo estudiado. Sin embargo, los resultados difieren según los tipos de carga, por un lado, se observa un mayor nivel de aprovechamiento de los muelles para la carga contenerizada, granel mineral, fluidos e hidrocarburos y vehículos; por otro, un descenso en la intensidad de uso de estos activos para la carga general suelta y granel agrícola. En esta misma línea, el tercer indicador muestra una tendencia ascendente de la productividad de carga/descarga en muelle a través del tiempo, en otros términos, se registró un incremento paulatino en el número de toneladas y unidades movidas por hora buque en operación (THBO y OHBO) para todos los tipos de carga, a excepción de la carga a granel agrícola que se mantuvo en una situación de estancamiento.

Por otra parte, al analizar el cuarto indicador, se identificó un comportamiento diferenciado del porcentaje promedio de ocupación de muelles a lo largo del tiempo. Al inicio del periodo y hasta el 2009, este indicador registró una tendencia decreciente; a partir del 2010, se observó una tendencia creciente, hasta

llegar al punto de saturación de carga y descarga del puerto en 2017 y 2018, para finalmente mostrar una caída al final del periodo por la pandemia de la COVID-19. La saturación de los muelles ha sido diferente para cada tipo de carga; por ejemplo, desde el 2010 ha causado mayores problemas para las mercancías que se manipulan por métodos no especializados como la carga general, y a partir del 2013 el movimiento de la carga contenerizada también empezó a enfrentar estos inconvenientes, situación que se acentuó aún más en el 2017 al llegar a una ocupación del 86.2%.

El quinto indicador mostró que los buques destinan entre el 35% y 45% del tiempo total de su estadía a actividades no productivas. En este sentido, el sexto indicador advierte que el tiempo de fondeo es uno de los problemas que deben atenderse, ya que está determinado en su mayor parte por factores internos al puerto, pues más del 90% del tiempo de fondeo se debe a la ocupación de los muelles y a las decisiones tomadas por los usuarios. Al respecto, los usuarios contribuyeron con el 62% del tiempo fondeado en 2020, por tanto, existe un amplio margen de maniobra para mejorar el desempeño del puerto. De esta manera, se sugiere una mayor coordinación entre los prestadores de servicio y los usuarios para que las operaciones portuarias sean más eficientes y, al mismo tiempo, se conciba al puerto como un centro logístico que articula cadenas productivas en un sistema de comercio mundial, y no sólo como un lugar para la carga y descarga de mercancías.

Aunque únicamente se analizó la interfase buque-puerto a partir de indicadores parciales, se puede señalar que el puerto de Veracruz ha aumentado sus niveles de eficiencia y productividad en términos del uso de la infraestructura de muelles. Sin embargo, el puerto presenta rezagos para la atención de embarcaciones comerciales y el movimiento de mercancías, debido a que ha mostrado saturación en el uso de sus muelles. Por tanto, puede mencionarse que es de gran importancia la ampliación de la infraestructura portuaria que se ha planeado realizar en el puerto veracruzano, con el fin de aumentar la capacidad instalada para las operaciones de carga y descarga.

Por último, este trabajo da cuenta de que existe un campo de estudio extenso en el sector marítimo portuario en México. Entre las líneas de investigación futura se encuentran: a) realizar un estudio comparativo entre puertos a partir de los indicadores portuarios analizados en este trabajo; b) analizar las tres interfases propuestas por el IMT (2016), con el propósito de tener un conocimiento más amplio y completo sobre la cadena logística marítima-portuaria; y c) usar otras metodologías para la medición y análisis de la eficiencia y productividad de los puertos, con el fin de complementar y enriquecer los resultados.

REFERENCIAS

- Ablanedo-Rosas, R., Gao, H., Zheng, X., Alidaee B., & Wang, H. (2010). A study of the relative efficiency of Chinese ports: A financial ratio based data envelopment analysis approach. *Expert Systems*, Vol. 27(5), pp. 349-362. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0394.2010.00552.x>
- Administración Portuaria Integral de Veracruz (APIVER) (2021). Estadísticas (Varios años), recuperado de: <https://www.puertodeveracruz.com.mx/wordpress/estadisticas-2/>
- Arieu, A. (2011). Puertos y competitividad regional. *Vector* 6, pp. 30-35.
- Chang, V., y Carbajal, M. (2012). *Medición de productividad y eficiencia de los puertos regionales del Perú: un enfoque no paramétrico*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Charnes, A., Cooper, W., and Rhodes, E. (1978). Measurement the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, Vol. 2(6), pp. 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020). *Informe de la actividad portuaria de América Latina y el Caribe 2019*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (2019). *Informe sobre el transporte marítimo 2019*. New York: United Nations Publications, UNCTAD/RMT/2019.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (2020). *Desafíos en la competencia y la regulación de infraestructuras y servicios portuarios y del sector del transporte marítimo*. Estados Unidos de América: United Nations Publications, UNCTAD Research Paper, no. 48.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (2021). Port liner shipping connectivity index, quarter.
<https://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=170026>
- Coordinación General de Puertos y Marina Mercante (CGPMM) (2021).
<http://www.sct.gob.mx/index.php?id=7184>
- De Rus, G., Campos, J. y Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Delfín, O., y Navarro, J. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: una medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, Vol. 60(3), pp. 663-685. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.05.011>
- Delfín, O., y Navarro, J. (2016). Eficiencia económica en los Puertos de México, 2000-2010. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, Vol. 11(3), pp. 179-197. <https://doi.org/10.21919/remef.v11i3.27>
- Delfín, O., y Navarro, J. (2021). La productividad de los puertos en la región del APEC: un estudio a través del análisis de la frontera estocástica. *Contaduría y Administración*, Vol. 66(1), pp. 1-34. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2021.1998>
- Díaz-Bautista, A. (2009). México y la política económica portuaria internacional. *Comercio Exterior*, Vol. 59(9), pp. 685-692.
- Doerr, O., y Sánchez, R. (2006). *Indicadores de productividad para la industria portuaria: aplicación en América Latina y el Caribe*. SERIE Recursos Naturales e Infraestructura, No. 12, Chile: CEPAL.
- Duru, O., Galvao, C.B., Mileski, J., Robles, L.T., and Gharehgozli, A. (2020). Developing a comprehensive approach to port performance assessment. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 36(4), pp. 169-180. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2020.03.001>
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., and Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, Vol. 84(1), pp. 66-83. <https://www.jstor.org/stable/2117971>
- González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., y Camarero-Orive, A. (2013). Modelo de eficiencia de las terminales de contenedores del sistema portuario español. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, Vol. 14 (1), pp. 49-67.
- González-Laxe, F., Bermúdez, F., and Prado, A. (2021). Are Spanish ports efficient and profitable? A quantitative analysis. *Utilities Policy*, Vol. 70. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101195>.
- Guerrero, A., y Rivera, C. (2009). México: cambio en la productividad total de los principales puertos de contenedores. *Revista CEPAL*, no. 99, pp. 175-187.
- Haraldson, S., Lind, M., Breitenbach, S., Croston, J.C., Karlsson, M., and Hirt, G. (2021). The Port as a Set of Socio-technical Systems: A Multi-organisational View. In: Lind M., Michaelides M., Ward R., y Watson R. (eds) *Maritime Informatics*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50892-0_4
- Herrera, S., and Pang, G. (2008). Efficiency of Infrastructure: The Case of Container Ports. *Economía*, Vol. 9, pp. 165-194. <http://hdl.handle.net/10986/5834>
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2016). *Sistema de indicadores portuarios: Metodología*. México: IMT.
- Kyriacou, A., Muinelo-Gallo, L., and Roca-Sagalès, O. (2018). The efficiency of transport infrastructure investment and the role of government quality: An empirical analysis. *Transport Policy*, Vol. 74, February 2019, pp. 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.017>

- López-Bermúdez, B., Freire-Seoane, M.J., and González-Laxe, F. (2019). Efficiency and productivity of container terminals in Brazilian ports (2008-2017). *Utilities Policy*, Vol. 56 (C), pp. 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.11.006>
- Nikolaou, P., and Dimitriou, L. (2021). Lessons to be Learned from Top-50 Global Container Port Terminals Efficiencies: A Multi-Period DEA-Tobit Approach. *Maritime Transport Research*, Vol. 2. <https://doi.org/10.1016/j.martra.2021.100032>
- Paredes, V. (2007). *Privatización de Puertos en México: Reformas y Mercados de Servicios Portuarios*. México, D.F.: CIDAC.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2021). Estadística mensual del Sector Comunicaciones y Transportes. Recuperado el 25/02/2021 de: <https://www.sct.gob.mx/planeacion/estadistica/estadistica-mensual/2020/>
- Song, L., y Van, M. (2014). Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. *Transport Policy*, Vol. 36, Issue C, pp. 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.08.003>