

El sistema logístico del comercio exterior en los países del APEC

The Foreign Trade Logistic System at the APEC Countries

AMÉRICA I. ZAMORA TORRES* Y JOSÉ CÉSAR LENIN NAVARRO CHÁVEZ*

Fecha de recepción:09/01/2022 Fecha de aceptación: 25/02/2022

El objetivo de esta investigación es determinar la eficiencia de la red logística del comercio exterior de diecinueve economías de la región del APEC para el año 2016. Se trabaja para ello con el Data Envelopment Analysis (DEA) network. En la instrumentación del network se consideran dos nodos; en el primero, se incluyen como inputs aduanas e infraestructura, y como outputs se encuentran los envíos internacionales, servicios logísticos, trazabilidad y rastreo y ejecución en tiempo. Los outputs del primer nodo constituyen a la vez los inputs del segundo, en tanto que los outputs de este último nodo son el volumen y el valor de las exportaciones. En los resultados se tiene que ninguna de las economías estudiadas fue eficiente en su red logística del comercio internacional. Las seis economías con mejores puntuaciones fueron China con 0.65, Vietnam con 0.56, Perú con 0.35, Rusia con 0.35, República de Corea con 0.33 y Singapur con 0.32.

Palabras clave: eficiencia, logística, comercio exterior, DEA, network

The aim of this research is to determine the efficiency of the international trade logistics network of nineteen of the APEC region by the year 2016. We work towards this goal using the methodology of the Data Envelopment Analysis (DEA) Network. In the instrumentation of the network, two nodes are considered; in the first one, the inputs are the infrastructure and the transport services, and the outputs are considered to be the logistics services, the costs and the execution time. The outputs of the first node constitute the inputs of the second, while the outputs of the second node are the volume and value of exports. The results show that none of the countries studied were efficient in their international trade logistics network. The six countries with the highest scores during the review period were China with 0.65, Vietnam with 0.56, Peru with 0.35, Russia with 0.35, Republic of Korea with 0.33 and Singapore with 0.32.

Keywords: efficiency, logistics, foreign trade, DEA, network

* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

<https://doi.org/10.46530/cf.vi34/cnfns.n34.p11-28>

INTRODUCCIÓN

La logística del comercio internacional es una industria que ha cambiado de forma radical con el crecimiento y desarrollo de este sector. Ante una creciente competencia y un consumidor cada vez más demandante, es necesario mejorar cualquier proceso relacionado con el comercio.

Los nuevos retos del comercio internacional suponen una mejora constante de los productos a comercializar que cubran con diferentes estándares tanto de calidad como de otros requisitos, como son las regulaciones ecológicas, certificaciones y la responsabilidad social de la empresa. Sin embargo, que una empresa cumpla con toda esta serie de requisitos no hace necesariamente competitivo al producto en los mercados internacionales, puesto que la velocidad de llegada al mercado, la entrega en tiempo y forma tienen papeles clave en la competitividad del comercio internacional, de ahí que la eficiencia del desempeño de la logística sea fundamental.

El objetivo de la presente investigación es determinar la eficiencia de la red logística del comercio exterior de 19 economías del APEC para el año 2017, así como identificar qué aspectos pueden ser solucionados para alcanzar la eficiencia en aquellas economías que resulten ineficientes en su red logística del comercio exterior. Cabe señalar que se realiza el estudio únicamente en diecinueve de las veintiuna economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) debido a que para el caso de Brunei Darussalam y Taiwán no se pudo obtener la información completa de las variables a analizar.

La investigación se encuentra estructurada en cinco apartados. En el primero, se hace una introducción a la logística del comercio internacional; en el segundo, se realiza una revisión de la literatura de la eficiencia en la logística del comercio internacional; en el tercero, se abordan los elementos metodológicos del modelo Data Envelopment Analysis (DEA) network; en el cuarto apartado, se revisan los resultados obtenidos para identificar las economías de la región Asia Pacífico que utilizaron eficientemente sus recursos, y, por último, se tienen las principales conclusiones.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Tradicionalmente, el término logística se refería al arte militar que estudia el movimiento, transporte y estacionamiento de las tropas fuera del campo de batalla. Es la referencia más antigua de la logística como un control de flujos: el de recursos para la batalla. De manera particular, la logística militar en la cual se destacan los acontecimientos relativos a la Segunda Guerra Mundial (SGM).

Más tarde, Bethel (1945) establece una analogía entre la logística militar y el abastecimiento técnico material y se empieza a relacionar la logística militar con la producción industrial. Se comienza a emplear, pues, el término "logística" en la producción industrial y el comercio para describir el amplio rango de actividades concernientes al movimiento eficiente de productos terminados al final de la línea de producción hasta el cliente. En algunos casos, incluye también el movimiento de materias primas desde la fuente de suministro al comienzo de la línea de producción (Boles, 1966).

El significado de la logística como formulación de una lógica, y en específico de una racionalización de la conducción de flujos, conduce a la acepción moderna de la logística en la empresa como regulación de flujos físicos de mercancías. Así, la logística es concebida como técnica de control y de gestión de flujos de materias primas y de productos, desde sus fuentes de aprovisionamiento hasta sus puntos de consumo (Magee, 1967). En los años ochenta, la distribución del capital cobra tanta importancia en la logística como su costo, debido a la escasez de este factor (esto es crítico puesto que la distribución física y la gestión de materiales son procesos intensivos en capital), por lo que cada vez se reconoce más la influencia de la distribución sobre la rentabilidad empresarial. De igual manera, se hace hincapié en la gestión de la totalidad de la cadena de suministro¹ y así ejercer más control sobre los proveedores, distribuidores y acciones de clientes con el fin de ajustar las tasas de producción a la demanda del usuario final. De esta forma, es posible reducir los inventarios, acortar los tiempos de entrega y reducir los costos logísticos totales. Es en esta época cuando el término de costos y controlar la eficiencia toma gran importancia.

El enfoque de sistemas aplicado a la comprensión de la circulación (Kolb, 1972) conduce a la concepción de la logística como sistema en donde la satisfacción de la demanda es el objetivo de la construcción del sistema logístico de la empresa. De esta manera, la satisfacción marca, directa e indirectamente, el ritmo de los procesos de distribución, producción y aprovisionamiento. La regulación de los flujos de materias primas y de productos se basa en la previsión de la demanda, el control de inventarios y la programación de la producción.

La logística en la circulación es simultáneamente (Colin, 1981):

- a. Una opción fundamental de integración del control de la circulación física de mercancías en la estrategia global de la empresa,
- b. Un esfuerzo permanente de concepción y organización de un sistema

¹ La cadena de suministro es la que controla todo el flujo de trabajo en la gestión de los productos, desde su almacenamiento, distribución, hasta el contacto final con proveedores y clientes. La logística es por lo tanto, un componente más dentro de la cadena de suministro.

- de circulación de flujos físicos perfectamente regulados hacia arriba (producción-aprovisionamiento) y hacia abajo (producción-distribución), cuyo diseño y realización es plenamente ejercido por la empresa; y,
- c. Un modo de gestión de operaciones de circulación de mercancías, ya sea con medios propios o subcontratados, que asegura su control por la empresa.

La logística puede integrar distribución, producción y aprovisionamiento, mientras que sincroniza ritmos y flujos. Este sistema es conocido como logística integrada, y es frecuentemente encontrado entre los fabricantes líderes de productos de consumo masivo.

La logística integrada es un proceso que guía el proceso de planeación, asignación y control de los recursos humanos, técnicos y financieros para realizar la distribución física de los productos, apoyar el proceso de manufactura y ejecutar las operaciones de aprovisionamiento.

Un sistema logístico eficiente y efectivo permite la especialización del trabajo y la separación geográfica de las zonas de producción y consumo, lo que potencia la competencia de mercados distantes. Los costos logísticos tienen un efecto profundo en la estructura económica de un país y a nivel mundial; los avances de la logística han consolidado en diferentes épocas, distintas divisiones internacionales del trabajo. Así como las regiones de una misma nación se especializan en ciertos productos, también las economías se especializan en el marco de una globalización del comercio.

Los sistemas logísticos proporcionan el puente entre las áreas de producción y los mercados separados en tiempo y distancia. La logística tiene una función integradora en la firma, la gente en funciones logísticas está constantemente en contacto con otras áreas funcionales (mercadotecnia, producción, finanzas, contabilidad, investigación y desarrollo) en donde adquieren un alto grado de visibilidad en la firma.

El puesto de gerente ocupa una posición de alta complejidad y tiene frente a sí un constante desafío. Debe ser tanto experto técnico como un generalista, por lo que es necesario que conozca sobre el mercado de servicios de transporte y la negociación de fletes, el diseño de planta de almacenes, el análisis de inventarios, compras, aspectos de producción entre otras informaciones, pero también que comprenda las relaciones entre las diferentes operaciones logísticas y aquellas otras de la firma que se vinculan a estas, así como las vinculadas a proveedores y clientes.

También, cada vez más el centro de atención de los gerentes de logística trasciende más allá de los muros de la firma para integrar los ritmos de los proveedores y de los consumidores.

La logística estratégica se define actualmente como la búsqueda de una ventaja competitiva de la firma a obtener, por medio de alianzas con prestatarios de servicios de transporte y logística que permitan satisfacer a menores costos, mayores y mejores requerimientos de los clientes, y así ofrecer nuevos niveles de servicio que faciliten la conservación y la ampliación del mercado que atiende la firma.

Para J. Arvis et al. (2018) el desempeño logístico es central en el crecimiento económico y competitividad de los países, y el sector logístico es reconocido hoy en día como uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico. Servicios logísticos eficientes conectan firmas con mercados nacionales e internacionales a través de una cadena de suministro; contrariamente, países con cadenas de suministro ineficientes enfrentan mayores costos, no solamente por el precio del transporte u otros eslabones, sino además, por la poca fiabilidad de sus servicios logísticos.

El Banco Mundial (2007, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018) ha publicado 6 ediciones de su estudio respecto a la logística *Connecting to Compete: The Logistics Performance Index (LPI)*, con el fin de proveer evaluaciones cualitativas a los países en seis áreas definidas, realizadas por profesionales del mundo de la logística que trabajan fuera del país en cuestión y que cuentan con los siguientes indicadores:

- Eficiencia del proceso del despacho de aduanas (*customs*)
- Calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte (*infrastructure*)
- Facilidad de acordar envíos internacionales a precios competitivos (*international shipment*)
- Competencia y calidad de los servicios logísticos (*logistics competence*)
- Capacidad de seguir y rastrear los envíos, o trazabilidad (*tracking and tracing*)
- Frecuencia con la cual los embarques llegan al destinatario en el tiempo programado, o puntualidad (*timeliness*)

El Índice de Desempeño Logístico por parte del Banco Mundial hace referencia a la eficiencia del despacho aduanero. Los datos proceden de encuestas realizadas por instituciones académicas e internacionales, compañías privadas e individuos involucrados en la logística internacional en asociación con el Banco Mundial. Los encuestados evaluaron la eficiencia de los procesos de despacho aduanero (es decir, la velocidad,

la sencillez y la previsibilidad de los trámites), en una clasificación que va desde 1, muy baja; a 5, muy alta. Los puntajes se promedian entre los encuestados.

A continuación, se presentan los primeros diez lugares incluyendo el que México ocupó respecto a la eficiencia, así como el del último lugar del informe *Connecting to compete. Trade Logistics in the Global Economy*, presentado por el Banco Mundial. Donde Alemania se encuentra en el primer lugar con un puntaje de 4.20 y México alcanza el puesto 54, como el año pasado, con un puntaje de 2.77 (véase tabla 1). El índice lo integran 160 países, donde el último puesto lo obtiene Afganistán (véase tabla 2).

TABLA 1. ÍNDICE DE DESEMPEÑO LOGÍSTICO DEL BANCO MUNDIAL, 2018

MÉXICO		
Año	Rango	Puntaje
2007	56	2.87
2010	50	3.05
2012	47	3.06
2014	50	3.13
2016	54	3.11
2018	54	2.77

Elaboración propia con base en los datos del Banco Mundial, 2018.

TABLA 2. ÍNDICE DE DESEMPEÑO LOGÍSTICO DE MÉXICO DURANTE EL PERÍODO 2007-2018

País	Rango	Puntaje
Alemania	1	4.20
Suecia	2	4.05
Bélgica	3	4.04
Austria	4	4.03
Japón	5	4.02
Holanda	6	4.00
Singapur	7	3.99
Dinamarca	8	3.99
Reino Unido	9	3.99
Finlandia	10	3.11
México	54	2.77
Afganistán	160	1.95

Elaboración propia con base en los datos del Banco Mundial (2007, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018).

De acuerdo con los datos sobre la eficiencia del índice de desempeño logístico de México a lo largo de los años, se observa que, en el primer año registrado, se ubicó en el rango 56 con un puntaje de 2.87, mientras que, para el 2018, se situó en el 54 con un puntaje de 2.77. Este movimiento en las posiciones demuestra cierta inconsistencia en la eficiencia de la logística; no obstante, esto no significa necesariamente un aumento en la eficiencia, ya que también se puede explicar a través de la ineficiencia de los otros países.

Es de mencionar que la eficiencia de la logística tiene diversos componentes que conforman el Índice de Desempeño Logístico, integrado por el desempeño de las aduanas, la infraestructura, los envíos internacionales, la competencia de servicios logísticos, el seguimiento y rastreo y la puntualidad. Si bien este índice es un referente en el orden cualitativo al basarse en encuestas, el objetivo de esta investigación es realizar un análisis de eficiencia en este campo, a partir de los indicadores obtenidos de las bases estadísticas de la Organización Mundial de Comercio, la Organización Mundial de Aduanas y el Banco Mundial para diecinueve economías de la región del APEC, de las que fue posible disponer de la información requerida. En específico, nos interesa conocer la eficiencia de las aduanas de México de manera comparativa con estas economías.

Existen diversas aproximaciones al tema de la logística en los mercados internacionales dentro de los cuales destacan algunos autores tales como Ta et al. (2000), que señalan en su estudio el desempeño logístico internacional de Singapur como una limitante del comercio internacional al transporte, mientras que Carter et al. (1997), llegan a la misma conclusión en su estudio realizado acerca del comercio entre Estados Unidos y China, en donde agregan las siguientes variables: almacén en aduanas, servicios de importación y exportación y costos.

Para autores como Loder (2014) y Gebresenbet y Bosona (2012), el volumen del comercio internacional mejora significativamente entre los países que poseen redes globales y una infraestructura logística eficiente. Garaviz (2009), en su propuesta para el desarrollo de un *cluster* logístico para un corredor logístico nacional e internacional competitivo en Colombia, toma tres factores como clave: acceso a mercados, administración de fronteras e infraestructura de comunicación y transporte.

Para Szymonik (2014) la logística internacional consiste en dos elementos básicos: la configuración de un sistema internacional de logística o *network* y una dimensión de la cadena de suministro internacional, o bien los canales internacionales de operación de la logística internacional. Estos elementos básicos incluyen rutas para todo tipo de transporte, almacenes, centros logísticos, terminales, contenedores, equipo de transporte y sus facilidades, medios de transmisión y rastreo, puntos de inspección y recursos humanos capacitados a lo largo de la red.

En Tüzün y Conkuntuncel (2015), los servicios logísticos, los sistemas de información y los recursos de infraestructura son los tres componentes del sistema y están íntimamente ligados. De tal forma que la interacción de estos componentes principales en el sistema logístico se interpreta de la siguiente manera: los servicios logísticos permiten el movimiento de materiales y productos, por lo que los servicios logísticos comprenden actividades físicas tales como transporte y almacenaje, así como actividades no físicas como el diseño de la cadena de suministro, etc.

Buharči et al. (2020) realizaron un estudio para medir el impacto del desempeño logístico en el volumen del comercio en países del centro y el este europeo, así como los Balcanes Occidentales. Para dicho estudio, hicieron uso de un modelo gravitacional que mostraba como su principal resultado una alta importancia del desempeño logístico en relación al volumen del comercio, por lo que una mejora en el desempeño logístico significaría un impacto positivo en el volumen comercial de dichos países. Este hallazgo se confirma en los resultados del trabajo realizado por Takele y Buvik (2019) en el que analizan el caso del comercio de países africanos, en donde se observa una mejora en algunos de los componentes del índice de desempeño presentado por el Banco Mundial y que conllevan a un aumento de las exportaciones de mercancía en el comercio internacional.

DESARROLLO METODOLÓGICO: DEA NETWORK EN DOS ETAPAS

Los métodos de mediciones de fronteras de eficiencia se pueden dividir en paramétricos y no paramétricos, donde se incluyen: el análisis envolvente de datos o Data Envelopment Analysis (DEA), las fronteras estocásticas o Stochastic Frontier Approach (SFA), de libre disposición o Free Disposal Hull (FDH), el enfoque de frontera gruesa o Thick Frontier Approach (TFA) y el enfoque de libre distribución o Distribution Free Approach (DFA). Las principales diferencias entre estos modelos son las restricciones impuestas en las especificaciones de cada modelo, los supuestos de errores aleatorios y las ineficiencias de cada uno (Bauer et al., 1998; Paradi et al., 2011).

El análisis envolvente de datos (DEA) es una técnica que sirve para medir la eficiencia relativa de cada una de las unidades de decisión o Decision Making Units (DMUs), tomando los insumos utilizados (*inputs*) y los resultados generados (*outputs*), para saber no solo la eficiencia de cada caso de análisis o DMU, sino también las medidas de corrección –a través del análisis de los *slack*s– y los mejores modelos de *benchmarking*. Entre las ventajas de este modelo comparado con otras aproximaciones, los modelos DEA son reconocidos como modelos robustos para medir la eficiencia puesto que utilizan datos reales de las unidades a analizar para construir una frontera de eficiencia sin una preconfiguración funcional

específica, lo que reduce la posibilidad de sesgo, además de permitir que la eficiencia cambie con el tiempo, así como disminuir la existencia de errores aleatorios (Berger y Humphrey, 1997).

Sin embargo, los modelos DEA estándar presentan como desventaja el desconocimiento de la estructura interna del modelo o bien de la “caja negra” a partir de la cual se calculan las eficiencias relativas, de ahí que se han desarrollado diferentes modelos que permiten conocer dicha estructura interna del modelo. Estas técnicas se conocen como modelos DEA *network* (Yang y Liu, 2012).

De acuerdo a Kao (2014), el primer artículo que discute la idea de no solo estudiar la eficiencia total del modelo, sino la de sus componentes, es el de Charnes et al. (1986), donde descubrieron que el proceso de reclutamiento de soldados en el ejército se componía de dos etapas. La primera consistía en tener el interés de los reclutas por medio de anuncios y la segunda se componía de la documentación y papeleo. La solución más sencilla a la que llegaron en ese entonces fue realizar dos procesos separados de medición de eficiencia. No obstante, Fukuyama y Weaver (2010), así como Färe y Grosskopf (1996), proponen para medir la eficiencia un sistema interrelacionado, un modelo DEA que proporcione un acceso más amplio a la información, que permita un diagnóstico subyacente de “la caja negra”, al medir el desempeño global y de los subcomponentes de las DMUs, también conocidos como modelos DEA *network*.

Actualmente existen diferentes estudios que utilizan modelos DEA *network*, entre los cuales se encuentran el de Wang et al. (1997), que analiza el desempeño de 22 bancos entre los 100 usuarios más eficientes de los sistemas de información en el mundo; dividen el sistema en dos procesos, la recaudación de fondos y la inversión. Por su parte, Seiford y Zhu (1999) examinaron el desempeño de los 55 principales bancos comerciales de los Estados Unidos, donde las operaciones de un banco se dividen en dos procesos, la medición de la rentabilidad y la negociabilidad. Más tarde, al tomar a estos estudios como referencia, surge un análisis realizado por Zhu (2000), donde se miden las eficiencias de las compañías de Fortune 500, a través de un análisis DEA *network*, considerando sus procesos intermedios. Tsolas (2013) realiza un análisis para 19 constructoras en Grecia, mientras que Lo (2010), efectúa el análisis para las firmas estadounidenses de S&P 500. Entre los estudios encontrados está el análisis de la eficiencia operativa y la eficacia de 28 corredores en Taiwán (Ho & Oh, 2008), el *marketing* y los servicios de 49 hoteles en Asia Pacífico (Keh, Chu, & Xu, 2006), y, la eficiencia de la invención de R & D y la comercialización de 28 empresas taiwanesas de diseño de circuitos integrados (Lu, 2009).

El modelo DEA *network* que se propone para este estudio, es un modelo estático que consta de dos etapas compuestas por dos nodos y variables

intermedias. Para este estudio se realizaron tres pruebas; una para el nodo 1, otra para el nodo 2 y una última para verificar la relación entre los *inputs* iniciales y los *outputs* finales, a través del estadístico Kaiser, Meyer y Olkin (KMO) para determinar la validez de los *inputs* y los *outputs* utilizados en el estudio. El estadístico KMO considera la correlación entre las variables un objeto de análisis, de tal forma que entre más cercano se tenga un valor a 1 en el test KMO, la relación entre las variables será más alta.²

El modelo DEA *network* a utilizar se divide en dos etapas en donde se considera que cada DMU transforma algunas entradas externas x a las salidas finales y , a través de las medidas intermedias z en un proceso de dos etapas, como se muestra en la figura 1.

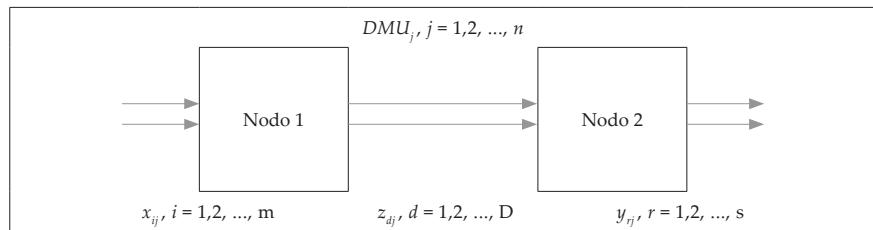


Figura 1. Construcción de un modelo de dos etapas. Elaboración a partir de lo expuesto por Liang et al. (2008) y Zhu, (2011).

El modelo DEA estándar bajo el supuesto de rendimientos constantes a escalas, se puede medir a través del modelo propuesto por Charnes, et al. (1978). En el modelo estándar, cada DMU aplica ciertos *inputs* para producir determinados *outputs*, sin considerar productos intermedios, ni el proceso de transformación. Mientras que en el modelo DEA *network* de dos etapas sí se considera el proceso de transformación y los productos intermedios, en donde los *outputs* de la primera etapa o nodo son también *inputs* del segundo nodo, de tal forma que la eficiencia no se calcula de manera independiente. El modelo consiste, entonces, en una serie de relaciones entre todo el sistema y las dos etapas correspondientes, así como la eficiencia total (Yang y Liu, 2012).

Debido a que los *outputs* del primer nodo son también los *inputs* del segundo, los multiplicadores asociados deberían ser los mismos en ambos nodos, y la eficiencia total podría ser transformada en el producto de la eficiencia de los nodos (Yang y Liu, 2012).

Para esta investigación, el primer nodo es el de logística e infraestructura y se compone de aduanas e infraestructura como *inputs*. El segundo nodo

2 Resultado de la prueba de KMO para la primera etapa: Medida Kaiser-Mayer-Olkin de adecuación de muestreo .499; Prueba de esfericidad de Barlett, Aprox. Chi-cuadrado 282.865, gl 91, sig .000; Resultado de la prueba de KMO para la segunda etapa: Medida Kaiser-Mayer-Olkin de adecuación de muestreo .546; Prueba de esfericidad de Barlett, Aprox. Chi-cuadrado 329.301, gl 78, sig .000; Resultado de la prueba de KMO para el modelo de dos etapas: Medida Kaiser-Mayer-Olkin de adecuación de muestreo .583; Prueba de esfericidad de Barlett, Aprox. Chi-cuadrado 270.779, gl 45, sig .000.

es el de comercio internacional y tiene como *outputs* el valor y volumen de las exportaciones. Las variables intermedias –que fungen como *outputs* en el primer nodo y como *inputs* en el segundo nodo– son envíos internacionales, servicios logísticos, trazabilidad y rastreo y ejecución en tiempo (ver figura 2).

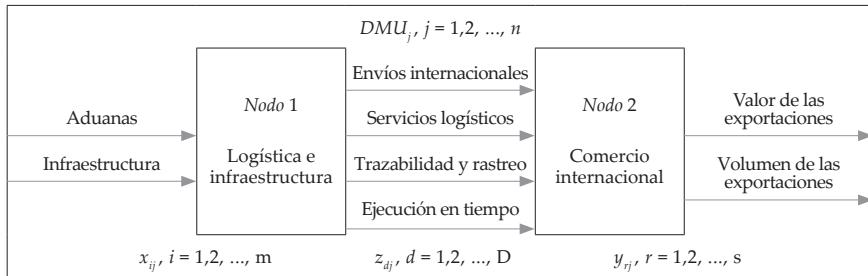


Figura 2. Modelo DEA network propuesto para obtener la eficiencia de la logística del comercio internacional. Elaboración propia con base en Liang et al. (2008) y Zhu (2011).

La información estadística de los *inputs*, *inputs* intermedios y *outputs* fue obtenida del banco de datos de la Organización Mundial de Comercio, la Organización Mundial de Aduanas y el Banco Mundial para el año 2016.

RESULTADOS

En la primera etapa se obtuvieron los valores más altos, lo que muestra que la administración aduanera, la inversión en infraestructura y en los servicios de transporte, así como los servicios logísticos, el costo de exportaciones y los tiempos de ejecución han incidido positivamente en la eficiencia en términos generales en las economías que se tomaron como objeto de estudio. Sin embargo, Papúa Nueva Guinea, Perú, Filipinas y Rusia únicamente llegan a ser eficientes en el primer nodo. Si bien México, al igual que Indonesia, se distinguió en esta primera etapa por sus elevados valores, no llegan a ser eficientes debido a que sus valores no son iguales a 1 (véase tabla 3).

En el segundo nodo vinculado con los servicios logísticos, costo de exportaciones y tiempos de ejecución en el comercio internacional a través del volumen y valor de las exportaciones, los valores fueron más bien bajos. En esta etapa, solamente dos países resultaron ser eficientes: China y Vietnam. México, al igual que el resto de las economías, se situó con valores bajos.

En la quinta columna de la tabla 1, se tienen los resultados de eficiencia para todo el sistema o modelo DEA *network* durante el año 2016. Como se

observa, ningún país resultó ser eficiente, lo que conlleva a la existencia de problemas en el sistema logístico del comercio internacional. Los cinco países con mejores resultados fueron, en orden descendiente: Vietnam, China, Perú, Rusia, República de Corea y Singapur. México se ubica en el grupo de las economías con los menores niveles de eficiencia.

TABLA 3. RESULTADOS DE EFICIENCIA 2016

No.	DMU	Score Etapa 1	Score Etapa 2	Score	Bias	Bootstrap score
1	Australia	0.83	0.32	0.26	0.12	0.14
2	Canadá	0.82	0.16	0.13	0.04	0.09
3	Chile	0.94	0.37	0.35	0.15	0.2
4	China	0.91	1.00	0.91	0.26	0.65
5	Hong Kong, China	0.85	0.28	0.24	0.07	0.17
6	Indonesia	0.99	0.26	0.26	0.11	0.15
7	Japón	0.81	0.21	0.17	0.04	0.13
8	Rep. Corea	0.85	0.56	0.47	0.14	0.33
9	Malasia	0.92	0.23	0.21	0.07	0.14
10	México	0.99	0.27	0.27	0.08	0.19
11	Nueva Zelanda	0.84	0.28	0.24	0.10	0.14
12	Papúa Nueva Guinea	1.00	0.34	0.34	0.15	0.19
13	Perú	1.00	0.60	0.60	0.25	0.35
14	Filipinas	1.00	0.30	0.30	0.07	0.23
15	Rusia	1.00	0.56	0.56	0.21	0.35
16	Singapur	0.82	0.56	0.42	0.10	0.32
17	Tailandia	0.94	0.33	0.31	0.10	0.21
18	Estados Unidos	0.80	0.22	0.18	0.05	0.13
19	Vietnam	0.97	1.00	0.97	0.41	0.56

Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA network.

La sexta columna de la tabla, (*bias*), expresa la diferencia computada entre el resultado DEA y el resultado DEA *bootstrap*; es decir, se muestra el error estándar de los valores *bootstrapped* o el ruido que se elimina del estudio a fin de tener un resultado más robusto de eficiencia (Simar y Wilson, 2000). Una vez realizada la estimación se puede observar que los resultados del *bootstrapping* son significativamente más bajos que los resultados de eficiencia iniciales.

Con la instrumentación del *bootstrapping*, ninguna de las economías fue eficiente en términos de la red logística del comercio internacional. Más aún, con esta técnica los valores obtenidos en todas las economías se encuentran por debajo del resultado DEA inicial. Si bien se tienen

resultados más robustos, en este caso, sólo China y Vietnam tienen valores significativos. En este rubro, México también se encuentra en el grupo de las economías con los menores niveles de eficiencia.

Por un lado, las economías que tuvieron un mayor diferencial entre los dos resultados de eficiencia (DEA original y DEA con *bootstrap*) fueron las siguientes: Vietnam, con una disminución en su eficiencia de 0.41; China con 0.26; Perú con 0.25; y, Rusia con 0.21. Por otro lado, las economías con menor diferencial entre los dos resultados de eficiencia fueron Japón y Canadá con 0.04, Estados Unidos con 0.05 y Filipinas, Malasia y Hong Kong con 0.07.

En el trabajo se busca, además, identificar las mejores prácticas de las DMU objeto de análisis, para lo cual se instrumenta la técnica del *benchmarking*. El *benchmarking* es un anglicismo que se puede definir administrativamente como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos en diferentes organismos, lo que permite la comparación con diferentes compañías, países, etc. Este proceso ayuda a determinar la manera en la que las empresas con mejor desempeño han logrado dichos niveles de actuación. En la economía se utiliza como una herramienta destinada a lograr comportamientos competitivos y que consiste en la comparación del desempeño de las empresas u organismos, a través de la métrica por variables, indicadores y coeficientes. En el presente estudio DEA, cada unidad o DMU (que en este caso son las diecinueve economías) se compara con las DMU eficientes, donde se consideran a estas últimas como el valor de referencia para las DMUs no eficientes.

Al instrumentar la herramienta del *benchmarking* en un modelo DEA *network*, se puede observar en cada etapa del proceso de análisis cuáles de las DMUs eficientes fueron utilizadas como referencia por las economías no eficientes en el modelo. Esto puede ser de gran ayuda al momento de construir líneas de acción en torno a la mejora de los indicadores de eficiencia en cada nodo. El *benchmarking* es una herramienta comúnmente utilizada tanto en el sector público como privado que facilita la implementación de estrategias eficaces en la mejora de los procesos, en este caso, del comercio internacional. De tal forma que, en la primera etapa, todas las economías eficientes fueron consideradas como referencia en el modelo para el *benchmarking*, en donde destacó Rusia con diecinueve referencias, seguido de Filipinas con diecisiete, Perú con trece y por último Papúa Nueva Guinea con diez (ver figura 3). En la segunda etapa, los dos países eficientes –China y Vietnam– fueron igualmente referenciados en el análisis del *benchmarking*. Debido a que en la eficiencia global con ambos nodos ninguno de los países fue eficiente, no se tiene un análisis de *benchmarking*.

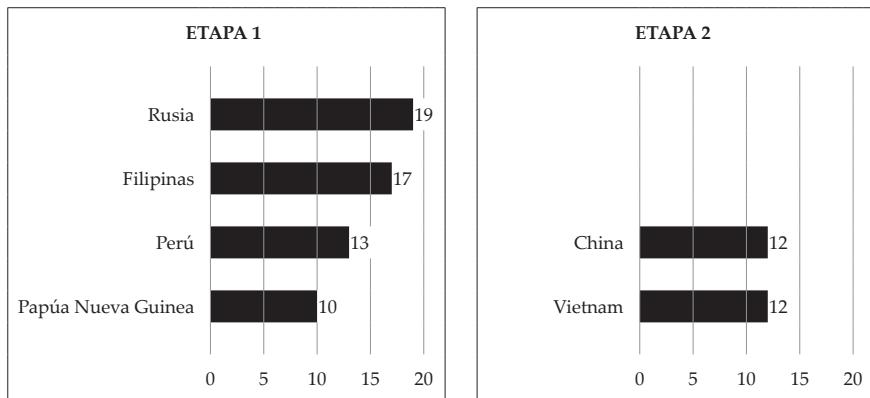


Figura 3. Benchmarking por etapas. Elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA *network*.

CONCLUSIONES

Los fundamentos teóricos de la investigación están basados en el concepto de la logística y la eficiencia. Se toma a la logística como un ejemplo del enfoque de sistemas para la solución de problemas dentro del comercio exterior y a la eficiencia como una parte de la competitividad que hace referencia al cumplimiento de metas con la menor cantidad posible de recursos, o al modo de operar en donde los recursos son utilizados de la forma más adecuada.

La técnica DEA es una aplicación de los métodos de programación lineal, que se emplea para medir la eficiencia relativa de unidades organizativas que presentan las mismas metas y objetivos. Esta técnica fue desarrollada inicialmente por Charnes et al. (1978), quienes se basaron en un trabajo preliminar de Farrell (1957).

La técnica DEA es una alternativa a los modelos de *ratios* y de regresión, ya que permite trabajar con múltiples variables de entrada y salida. Es más, no requiere que las variables del modelo reúnan características estadísticas especiales, ya que esta técnica mide la eficiencia de cada país respecto a las otras economías de la muestra y permite una gran flexibilidad en la selección de las variables según los diferentes tipos de medida.

Existen diversas investigaciones que utilizan la misma técnica en materia de logística, particularmente en el transporte, donde los autores concluyen la forma en que la inversión en la infraestructura y transporte son de gran importancia, puesto que incrementan su calidad y su red, así como permite reducir costos y tiempos en el traslado tanto de personas como de mercancías, creando mayor cobertura y conectividad.

Con base en los datos de *inputs* y *outputs* utilizados para realizar los cálculos de eficiencia para cada país en el comercio exterior, se puede observar y concluir que después de la instrumentación del *bootstrap*, ninguna de las economías fue eficiente en términos de la red logística del comercio internacional. Los seis países con los valores más altos sin ser eficientes fueron China con 0.65, seguido de Vietnam con 0.56, Perú con 0.35, Rusia con 0.35, República de Corea con 0.33 y Singapur con 0.32.

Finalmente, en la primera etapa del análisis del *benchmarking*, todas las economías eficientes fueron utilizadas como referencia en el modelo, en donde Rusia destaca con diecinueve y Filipinas con diecisiete referencias. Mientras que, en la segunda etapa, las dos economías eficientes fueron China y Vietnam que tuvieron doce referencias en el análisis de *benchmarking*.

REFERENCIAS

- Arvis, J., Ojala, L., Wiederer, C., Sheperd, B., Anasuya, R., Dairabeya, K., Kiiski, T. (2018). *Connecting to compete. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and its indicators*. Banco Mundial.
- _____. (2016). *Connecting to compete. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and its indicators*. Banco Mundial.
- _____. (2014). *Connecting to compete. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and its indicators*. Banco Mundial.
- _____. (2012). *Connecting to compete. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and its indicators*. Banco Mundial.
- Bauer, P. W., Berger, A. N., Ferrier, G. D., Humphrey, D. B. (1998). Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods. *Journal of Economics and Business*, 50(2), 85-114.
- Berger, A. N. y Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operation Research*, 98, 175-212.
- Boles, J. N. (1966). Efficiency Squared-Efficient Computation of Efficiency Indexes. *Proceedings of the Annual Meeting (Western Farm Economics Association)*, 39, 137-142.
- Bugarčić, F. Ž., Skvarciany, V., y Stanišić, N. (2020). Logistics Performance Index in International Trace: Case of Central and Estern European and Western Balkans Countries. *Bussiness: Theory & Practices*, 21(2), 452-459. <https://doi.org/10.3846/btp.2020.12802>.
- Carter, J. R. J., Pearson, N., y Peng, L. (1997). Logistics Berries to International Operations: The Case of the People's Republic of China. *Journal of Business Logistics*, 18(2), 129-145.
- Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes E. (1978). Measurement the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W., Golany, B., Halak, R., Klopp, G., Schmitz, E., (1986). *Two-Phase Data Envelopment Analysis Approaches to Policy Evaluation and Management of Army Recruiting Activities: Tradeoffs Between Joint Services and Army Advertising*. Center for Cybernetic Studies / University of Texas.
- Charnes A, Cooper, W. W., Lewin, A. Y., y Seiford, L. M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*. Kluwer Academic Publishers.

- Colin, J. (1981). Stratégies logistiques: Analyse et évaluation des pratiques observées en France [Tesis de doctorado, Université d'Aix-Marseille].
- Färe, R., y Grosskopf, S. (1996). Productivity and Intermediate Products: A Frontier Approach. *Economics Letters*, 50(1), 65-70. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(95\)00729-6](https://doi.org/10.1016/0165-1765(95)00729-6)
- _____. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34, 35-49.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-281.
- Fukuyama, H., y Weber, W. L. (2010). A Slacks-Based Inefficiency Measure for a Two-Stage System with Bad Outputs. *Omega*, 38, 398-400.
- Garaviz, E. (2009). *Propuesta para el desarrollo de un cluster logístico para un corredor logístico nacional e internacional competitivo en Colombia*. Universidad del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.
- Gebresenbet, G. and Bosona, T. (2012). Logistics and Supply Chains in Agriculture and Food. En A. Groznik y Y. Xiong (Eds.), *Pathways to Supply Chain Excellence*. Intech Open.
- Ho, C. T. B. y Oh, K. B. (2008). Measuring online stockbroking performance. *Industrial Management and Data Systems*, 108, 988-1004.
- Kao, C. (2014). Network Data Envelopment Analysis: A Review. *European Journal of Operational Research*, 239(1), 1-16.
- Keh, H. T., Chu, S. F., y Xu, J. Y. (2006). Efficiency, effectiveness and productivity of marketing in services. *European Journal of Operational Research*, 170(1), 256-276. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.050>
- Kolb, F. (1972). *Lalogística: aprovisamiento-producción-distribución*. Enterprise Moderne Edición.
- Liang, L., Cook, W. y Zhu, J. (2008). DEA Models for Two-Stage Processes: Game Approach and Efficiency Decomposition. *Naval Research Logistics*, 55(7), 643-653. <https://doi.org/10.1002/nav.20308>
- Lo, S. F. (2010). Performance Evaluation for Sustainable Business: A Profitability and Marketability Framework. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17, 311-319.
- Loder (2014). *World Bank Logistic Performance Index Published 2014*, Logistic Organization, s.e.
- Lu, W. C. (2009). The Evolution of R&D Efficiency and Marketability: Evidence from Taiwan's IC-design Industry. *Asian Journal of Technology Innovation*, 17, 1-26.
- Magee, J. F. (1967). *Physical Distribution Systems*, McGraw Hill.
- Paradi, J. C., Yang, Z., y Zhu, H. (2011). Assessing bank and bank branch performance modeling considerations and approaches. En Cooper, W. W., Seiford, L. M., Zhu, J. (Eds.), *Handbook of Data Envelopment Analysis* (pp. 315-361). Springer.
- Seiford, L. M. y Zhu, J. (1999). Profitability and Marketability of the Top 55

- US Commercial Banks. *Management Science*, 45, pp. 1270-1288.
- Simar, L. y Wilson, P. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44(1), 49-61.
- Szymonik A. (2014). *Information Technologies in Logistics*. Lodz University of Technology.
- Ta, H., Choo, H., y Sum, C. (2000). Transportation Concerns of Foreign Firms in China. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 30(1), 35-54.
- Takele, T. B. y Buvik, A. S. (2019). The Role of National Trade Logistics in the Export Trade of African Countries. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 61(13), a464.
- Tsolas, I. E. (2013). Modeling Profitability and Stock Market Performance of Listed Construction Firms on the Athens Exchange: Two-stage DEA Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139, 111-119.
- Tüzün, R. S. y Coskuntuncel, A. (2015). The International Logistics Center of Turkey: Situational Analysis of Mersin Port's Seaways Logistics. *International Journey of Management and Sustainability*, 4(4), 89-103. <https://doi.org/10.18488/journal.11/2015.4.4/11.4.89.103>
- Wang, C. H., Gopal, R. D, y Zions, S. (1997). Use of data envelopment analysis in assessing information technology impact on firm performance. *Annals of Operations Research*, 73, 191-213.
- Yang, C. y Liu, H. M. (2012). Managerial Efficiency in Taiwan Bank Branches: A Network DEA. *Economic Modelling*, 29, 450-461.
- Yasui, T., (2012). Customs Environmental Scan 2012. WCO *Research Paper No. 23*. World Customs Organization.
- Zhu, J. (2000). Multi-Factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies. *European Journal of Operational Research*, 23(1), 105-124.
- _____. (2011). Airlines Performance via Two-Stage Network DEA Approach. *Journal of CENTRUM Cathedra*, 4(2), 260-269.