Análisis Económico, vol. XXXV, núm. 90, sept.-dic. de 2020, pp.173-198, ISSN: 0185-3937, e- ISSN: 2448-6655

Las Aduanas de México: Un Análisis de Eficiencia a través de la Metodología DEA Network

Customs of Mexico: An Efficiency Analysis through the DEA Network Methodology

(Esta versión: 28/marzo/2020; aceptado: 09/julio/2020; publicado: 04/septiembre/2020)

América Ivonne Zamora-Torres[*]
Irvin Gilberto Paz-Castro[**]

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad determinar el grado de eficiencia con que operan las aduanas mexicanas en el marco del comercio internacional para el periodo de 2017 dados lo *outputs* que generan. Para lo cual se emplea la metodología DEA *Network* en dos etapas, presentando a su vez tres modelos con el objetivo de identificar si existe diferencial en el desempeño de las actividades correspondientes al despacho de mercancías respecto del tratamiento de las importaciones versus las exportaciones que se realizan en cada una de las aduanas mexicanas. Los resultados muestran que son las aduanas de Acapulco, Agua Prieta, Altamira, Ciudad Camargo, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puebla, Puerto Palomas, Querétaro, Salina Cruz, San Luis Rio Colorado, Sonoyta, Subte. López, Torreón y Veracruz; las que mostraron valores de eficiencia dadas las variables consideradas.

Palabras clave: Proceso aduanero; inputs; outputs; nivel de eficiencia; aduanas mexicanas.
Clasificación JEL: H0; H3; H8; F0; F2 y F5.

[*] Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. Correo electrónico: americazt@gmail.com
[**] Estudiante de la Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales. Morelia, Michoacán, México. Correo electrónico: irvin.pc@outlook.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the efficiency with which Mexican customs operate in the framework of international trade for the period of 2017 given the outputs they generate. For which DEA Network methodology is used in two stages, presenting three models in order to identify if there is a difference in the performance of the activities corresponding to the customs services. The results show that the customs that had efficiency values given the variables considered are Acapulco, Agua Prieta, Altamira, Ciudad Camargo, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puebla, Puerto Palomas, Querétaro, Salina Cruz, San Luis Rio Colorado, Sonoyta, Subte. López, Torreón and Veracruz.
Keywords: Custom process, inputs, outputs, efficiency level, Mexican customs.
JEL Classification: H0; H3; H8; F0; F2; F5.

INTRODUCCIÓN

Actualmente los gobiernos han establecido diferentes medidas creadas con la finalidad de facilitar el comercio de mercancías, sin embargo, existen factores que siguen impidiendo alcanzar dicho objetivo. Así, esta investigación podrá reforzar las medidas establecidas para que las operaciones que se realicen en el despacho aduanero sean eficientes, con esto se generalizarán los resultados que se obtengan y se podrán implementar en las distintas aduanas de México.

El impacto que puede llegar a tener la eficiencia en las aduanas es de suma importancia, no obstante, se necesita corroborar el nivel de eficiencia de estas ya que son varias las organizaciones que expresan la necesidad de mejorar la eficiencia, pero no se sabe con exactitud qué tan eficientes son.

El Banco Mundial (BM), en cuanto a la facilitación del comercio, funge como proveedor de ayuda para el comercio, se encarga de apoyar a los países en la medida de su necesidad en su participación en el comercio. El Grupo del Banco Mundial (GBM) se encarga de la evaluación del desempeño logístico, el GBM produce informes anuales y herramientas para mejorar dicho desempeño.

El GBM proporciona un punto de referencia integral para comparar el desempeño logístico entre los países. Según la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, UNECE por sus siglas en inglés (2012) la cartera comercial del BM incluía aproximadamente 300 millones de dólares de EE. UU. en operaciones relacionadas con aduanas y programas de asistencia técnica, con esto se trata de elaborar políticas para mejorar las competencias de las aduanas.

Debido a que existe una problemática que tiene implicaciones prácticas, hay lugar para dar paso a posibles soluciones, por lo que se justifica la viabilidad de la investigación para mejorar las prácticas del despacho aduanero de México. Por lo que el objetivo de la presente investigación es determinar cuál fue la eficiencia obtenida por las aduanas de México debido a los *Outputs* generados en el periodo 2017. Derivado de este objetivo se plantea la hipótesis siguiente: La mayor parte de las aduanas de México fueron eficientes debido a los *Outputs* generados en el periodo 2017.

El presente artículo se divide en cuatro secciones, en la primera sección se presentan los principales antecedentes del sistema aduanero así como el posicionamiento de las aduanas de México en el mundo y las principales problemáticas respecto a las mismas, en la segunda sección se revisa la metodología que habrá de usarse para cumplir con el objetivo propuesto, en la tercera sección se explica el modelo utilizado y se identifican las variables, en la cuarta sección se presentan los resultados derivados del análisis metodológico y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis presentado.

I. LAS ADUANAS EN EL MARCO DEL COMERCIO EXTERIOR

En la actualidad, el comercio entre países es una actividad que se encuentra presente en la vida cotidiana de las personas, éste puede ser efectuado vía terrestre, marítima, aérea, etcétera. Con la finalidad de que se facilite y se fomente el comercio, se han creado organizaciones y se han implementado ciertas medidas, a pesar de ello, se puede cuestionar si es eficiente o ineficiente.

Se puede afirmar que el comercio en la historia de la humanidad ha existido desde sus inicios debido a la necesidad intrínseca de las personas por socializar entre sí y a su instinto por sobrevivir que puede generar el intercambio de productos para ello. Sin embargo, no es la intención de esta investigación retomar el origen del comercio como punto de partida para exponer la problemática, lo que sí le concierne a la investigación es el origen las primeras aduanas; de acuerdo con Delgado (2013), en el año 27 a.C. se establecieron las primeras aduanas en los puertos marítimos para controlar su actividad comercial en las regiones de extensión del pueblo romano. Desde entonces se establecieron criterios de control y recaudación de impuestos para las operaciones de comercio, específicamente la entrada y salida de mercancías y las autoridades aduaneras de aquel entonces eran las encargadas de hacerlas cumplir.

Cabello y Cabello (2012) mencionan que el cuarto rey de Roma, Anco Marcio, fue el primero en establecer un impuesto de aduanas a las mercancías que se importaban o exportaban por el puerto de Ostia con el nombre de "Portorium" y era de carácter meramente recaudatorio. Con el paso del tiempo, el comercio fue imperando cada vez más en la vida cotidiana de las personas, y al mismo tiempo

acontecimientos de gran magnitud como la aparición de nuevas tecnologías en la vida de las personas, los regímenes de producción, el descubrimiento del continente americano, entre otras, estaban presentes.

Debido a la creciente interacción de intercambio comercial de mercancías entre los países, se generó una competencia entre ellos, lo que provocó que se implementaran más medidas de control al comercio y debido a esto:

…nacieron bloques como la Commonwealth creada en 1932 en la Conferencia de Ottawa conocida como la Comunidad Británica de Naciones integrada por 53 países cuyo objetivo era reducir los derechos arancelarios a la exportación entre los países miembros manteniendo un proteccionismo para los productos originarios de dicha comunidad. (Cabello y Cabello, 2012, p.19).

Las dos grandes guerras que aterrorizaron al mundo, la primera y segunda guerra mundial tuvieron gran incidencia en el comercio. Witker (2011) puntualiza que así: los principales países industrializados elevaron los aranceles, introdujeron restricciones cuantitativas y controles de cambio y multiplicaron los acuerdos bilaterales de intercambio compensado. Es importante hacer hincapié en que los países comenzaron a desconfiar unos de los otros y las medidas que se implementaron a partir de ello fueron totalmente para el control del comercio, principalmente se adoptaron medidas restrictivas.

La forma en que el comercio se estaba llevando a cabo entre los países se vería afectada por los acontecimientos. Además de las conductas sociales que la comunidad internacional estaba por regular.

Posteriormente, derivado de los hechos, la comunidad internacional, preocupada y con el fin de evitar acontecimientos de la misma magnitud, comenzó a tomar acción y a crear organizaciones que, en esta investigación, destaca la Organización Mundial del Comercio (OMC), y la Organización Mundial de Aduanas (OMA). A grandes rasgos estas dos son las encargadas de la regulación del comercio entre los países miembros.

Así, las aduanas han tenido distintos periodos en la historia que muestran cómo se ha tratado el comercio y las situaciones que han propiciado la misma transformación.

Ambas organizaciones trabajan en conjunto para alcanzar sus objetivos, tal es el caso de la OMA, cuya misión es incrementar la eficiencia de las administraciones de aduanas del mundo, y para llevarla a cabo se han fijado medidas como la armonización de procedimientos, la cooperación con más organizaciones, la comunicación fluida, entre otras. Respecto a la facilitación del comercio, se asegura que es uno de los principales factores del desarrollo económico de las naciones y forma parte de la agenda política de los países respecto al bienestar, a la reducción de la pobreza y al desarrollo económico de los países y sus ciudadanos (OMA, 2019).

De tal forma que, en el marco del contexto del comercio internacional, las aduanas tienen como objetivo, además de responder a sus respectivos gobiernos, garantizar controles eficaces para asegurar los ingresos fiscales, el respeto de la legislación nacional, la seguridad y la protección de la sociedad. Por lo que acorde con SENAE (2018, p.12) "La eficacia y eficiencia de los procedimientos aduaneros influyen considerablemente en la competitividad económica de las naciones, en el crecimiento del comercio internacional y en el desarrollo del mercado global".

No es de sorprender el papel tan importante que pueden desempeñar las aduanas y el por qué preocuparse de la eficiencia de estas. Hoy en día el comercio se inclina y se desenvuelve mejor en aquellos países donde las barreras comerciales no suelen ser un problema para el intercambio de bienes y servicios, también donde este se facilita y se realiza de manera eficiente.

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) estima que la simplificación de los procedimientos permitiría una reducción de costos del orden del 2 al 15 por ciento del valor de las mercancías. Es decir, si se hacen de manera eficiente los procedimientos con los que el comercio opera, se tendrá una reducción significativa de los costos de operación. Hoy en día el comercio se caracteriza por una gran burocracia y por los numerosos gastos innecesarios, esto se debe a un gran número de trámites, a los requisitos de presentación de documentos que no son transparentes y generan duplicaciones, a la falta de cooperación entre comerciantes y organismos de aduanas y al hecho de que no se utilice la presentación automática de los datos (OMC, 2018).

En términos económicos, facilitar el comercio representa una fuerte cantidad monetaria, como se menciona en el párrafo anterior, por eso su importancia en el marco de grandes organizaciones; esta representación repercute más allá de solo el valor económico, pues se busca que con ello haya un desarrollo en el bienestar de las naciones y no solo un incremento en cuanto al dinero.

Se ha encontrado que, en algunos pasos fronterizos, "el despacho de las mercancías puede tardar hasta 30 días" (OMC, 2018) En este sentido, el hecho de implementaciones nuevas o correcciones en algunos procedimientos pueden ayudar a mejorar el comercio. Según cálculos de la OMC (2018) "en una transacción aduanera media intervienen entre 20 y 30 partes diferentes, 40 documentos, 200 elementos de datos (30 de los cuales se repiten 30 veces como mínimo) y la necesidad de volver a escribir, por lo menos una vez más, entre el 60 y el 70 por ciento de todos los datos" y de acuerdo con la OCDE, se calcula que el costo de la documentación absorbe hasta un 7 por ciento de los 12 billones de dólares en los que está valorado el comercio internacional anual. Así se puede decir que, si las aduanas son eficientes, puede representar la reducción de ese costo.

En un estudio del Foro de Cooperación Económica de Asia y el Pacífico (APEC) (2011) se calculó que los programas de facilitación del comercio generarían utilidades del orden del 0.26 por ciento del PIB para los 21 países del APEC. Los ahorros en los costos de importación que reportarían a los países en desarrollo de la región se cifrarían entre el 1 y 2 por ciento de su cuantía.

De acuerdo con el Banco Mundial (2017), al aumentar la eficiencia de los puertos y aeropuertos se lograría un incremento en lo que respecta al comercio mundial en 377.000 millones de dólares EE.UU. al año, además de triplicar los beneficios de las reducciones arancelarias para los consumidores y todo esto gracias a un eficiente sistema de aduanas que permita la agilización de sus actividades.

El Índice de Desempeño Logístico por parte del GBM hace referencia a la eficiencia del despacho aduanero, los datos proceden de encuestas realizadas por el BM, en asociación con instituciones académicas e internacionales, compañías privadas e individuos involucrados en la logística internacional. 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 (Index Mundi, 2017).

El Banco Mundial, desde el 2007, ha realizado informes llamados "Conectarse para Competir: la Logística Comercial en la Economía Mundial", donde clasifica las dimensiones del comercio como el desempeño de las aduanas, la calidad de la infraestructura y la puntualidad de los envíos. A continuación, se detallan los resultados para el índice de desempeño logístico de los principales países, respectivamente, de México a través de los años ponderados, con la finalidad de tener un panorama del posicionamiento que México ha tenido.

En el informe "Conectarse para Competir 2007: la Logística Comercial en la Economía Mundial" para el índice de desempeño logístico: eficiencia del despacho aduanero donde utilizó la escala 1 es igual a baja y 5 igual a alta. En el primer informe que realizó el Banco mundial, se observa que el primer lugar lo ocupan los Países Bajos con un puntaje de 3.99; por su parte, México se encuentra en el lugar número 60 con un puntaje de 2.50 y en el último lugar Afganistán con un puntaje de 1.30.

Tres años después, el Banco Mundial publica el informe "Conectarse para Competir 2010: la Logística Comercial en la Economía Mundial" para el índice de desempeño logístico: eficiencia del despacho aduanero, donde se observa que en el primer lugar está un país que no figuraba dentro de los diez primeros del año 2007, Luxemburgo, con un puntaje de 4.04 y quien estaba en el lugar número uno, Países Bajos, ahora se encontró en el número cuatro con una calificación de 3.98. En el 2010, México se encontró en el rango 62 y tres años antes estuvo en el 60 pero en puntaje se encontraba con 2.50 y en el 2010 ya tuvo 2.55. En último lugar está un nuevo país,

Somalia, con un puntaje de 1.33, se observa que en el 2007 solo había 150 países y cambió a 155.

El siguiente informe que publica el Banco Mundial fue "Conectarse para Competir 2012: la Logística Comercial en la Economía Mundial", para entonces, la posición del primer lugar la ocupa Singapur con un puntaje de 4.10, mientras que México se encuentra en el lugar número 66 con un puntaje de 2.63, en contraste con años anteriores, México ha ido bajando de lugar en el rango, pero su puntaje ha ido incrementando.

El siguiente informe "Conectarse para Competir 2014: la Logística Comercial en la Economía Mundial" presentado por el Banco Mundial, sigue las mismas medidas y a continuación se presentan los primeros diez lugares incluyendo el que México ocupa, así como el del último lugar. Singapur se mantuvo en el primer lugar durante dos años seguidos, aunque su puntaje bajó de 4.10 a 4.03, mientras que México por primera vez desde que se realizó el índice de desempeño logístico subió tres, ahora ocupando el número 63 con un puntaje de 2.64; cabe destacar que su puntaje sí ha subido a pesar de que su rango no y que se ha agregado un país más a la clasificación.

El siguiente informe "Conectarse para Competir 2016: la Logística Comercial en la Economía Mundial" presentado por el Banco Mundial, sigue las mismas medidas y por tercera ocasión, durante cuatro años seguidos, Singapur se mantiene en el primer lugar con un puntaje de 4.11, mientras que México subió seis lugares en el número 57 con un puntaje de 2.77, además de que se agrega un país más a la clasificación.

Finalmente, se reporta el informe "Conectarse para Competir 2018: la Logística Comercial en la Economía Mundial" presentado por el Banco Mundial, a continuación, se presentan los primeros diez lugares incluyendo el que México ocupa, así como el del último lugar:

Cuadro 1
Índice de desempeño logístico: eficiencia del despacho aduanero año 2018.

País	Rango	Puntaje
Alemania	1	4.09
Suecia	2	4.05
Japón	3	3.99
Dinamarca	4	3.92
Países Bajos	5	3.92
Singapur	6	3.89
Australia	7	3.87
Finlandia	8	3.82
Hong Kong	9	3.81
Estados Unidos	10	3.78

México	53	2.77
Angola	160	1.57

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2018).

Alemania se ha posicionado en el primer lugar con un puntaje de 4.09, México sube cuatro lugares, al 53 con un puntaje de 2.77 y se observa que solo muestran 160 países, siendo Angola el país que ocupa el lugar 160 con un puntaje de 1.57.

Cuadro 2
Índice de desempeño logístico: eficiencia del despacho aduanero de México comparación de los años 2007-2018.

México		
Año	Rango	Puntaje
2007	60	2.50
2010	62	2.55
2012	66	2.63
2014	63	2.64
2016	57	2.77
2018	53	2.77

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial (2007-2018).

El cuadro 2 muestra la eficiencia del despacho aduanero de México a lo largo de los años que se realizaron los reportes del Banco Mundial. Se observa que en el primer año México se posicionó en el rango 60 con un puntaje de 2.50 y el año 2018 se encuentra en el rango 53 con un puntaje de 2.77. La tendencia que ha tenido México es creciente; es decir, la eficiencia del despacho aduanero de México se ha ido mejorando, aunque no ha crecido en gran proporción.

Es importante remarcar que, a pesar de que se habla de eficiencia del despacho aduanero, este índice de desempeño logístico está basado en encuestas, además de que el índice completo engloba más cosas, como se mencionó al principio y se habla de las aduanas en general por país, por eso la inquietud de esta investigación de conocer en específico la eficiencia de las aduanas de México.

David Ennen & Irem Batool (2017), investigaron 12 de los principales aeropuertos en Pakistán por posibles ineficiencias en los costos para el año 2012. Estos aeropuertos son el de Bahwalpur, Faisaladbad, Islamabad, Karachi, Lahore, Multan, Peshawar, Quetta, R.Y. Khan, Sialkot, Sukkur y Turbat. Las variables que utilizaron fueron *Inputs*: número de pistas, número de calles de rodaje, tamaño de la terminal en metros cuadrados y el número de empleados. Los *Outputs* fueron número de movimientos totales de aviones, número de pasajeros locales, número de pasajeros

internacionales, número de pasajeros totales, número de movimientos de aviones comerciales y volumen de carga en toneladas métricas.

Por su parte, Ana Elisa Périco, Naja Brandão Santana y Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto (2015) tomaron una muestra de 16 aeropuertos brasileños para datos de 2010, 2011 y 2012, para los cuales se utilizaron las variables como *Inputs*: número de pistas, número de contadores de *Check-in*, número de bahías de estacionamiento de aeronaves, área de la terminal de pasajeros y como *Output*, pasajeros procesados. Los autores utilizaron el método *Bootstrap* aplicado al análisis envolvente de datos con el que se encontró que el aeropuerto de Curitiba es el más eficiente mientras que los menos eficientes fueron los aeropuertos Galeão y Manaus.

Zamora Torres (2017) toma como muestra las aduanas de 18 países de la región Asia Pacífico, incluyendo las aduanas de México, de las cuales se determinó la eficiencia tomando como referencia el cambio tecnológico en los años 2014 y 2015; para ello, se utilizó la metodología del análisis envolvente de datos y el índice Malmquist. Los resultados arrojaron que las aduanas más eficientes en el periodo analizado fueron Brunei y Singapur, mientras que únicamente en el año 2015 mostraron valores de eficiencia las aduanas de Nueva Zelanda, Perú, Filipinas y Chile. En cuanto a los países más ineficientes, son Estados Unidos, Canadá, Japón, China y México, tanto para el año 2014 como para 2015.

María Ibáñez Martín y Silvia Susana Morresi y Fernando Delbianco (2016) evalúan la eficiencia en las instituciones de educación superior, con aplicación a la Universidad Nacional del Sur, en Argentina. Para ello se utilizó la metodología de fronteras estocásticas, los autores definieron las variables como el grado académico, la dedicación docente, el ingreso, la condición especial de cursada, la acreditación y las becas otorgadas.

Con base en esto se puede cuestionar si a pesar de las organizaciones existentes, las medidas que se toman y los objetivos que se tienen para que el comercio se fomente y se facilite entre los países, se llegó a una eficiencia en las operaciones que se realizaron en el despacho aduanero de mercancías en las aduanas de México durante el periodo 2017.

II. METODOLOGÍA

Los métodos de mediciones de fronteras de eficiencia se pueden dividir en paramétricos y no paramétricos, donde se incluyen el análisis de la 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 son las restricciones impuestas en las especificaciones de cada modelo, los supuestos de

errores aleatorios y de las ineficiencias (Bauer et al., 1998; Paradi et al., 2011).

El análisis de la envolvente de datos (DEA por sus siglas en inglés) 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 (*entradas*) y los resultados generados (*salidas*), permitiendo así, no solo saber la eficiencia de cada caso de análisis o DMU, sino también las medidas de corrección y mejores modelos de *benchmarking*. (Berger y Humphrey, 1997).

No obstante, los modelos DEA tradicionales presentan como desventaja el desconocimiento de la estructura interna 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).

Actualmente existen diferentes estudios que utilizan modelos DEA *Network* entre los que 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, para medir la rentabilidad y la negociabilidad. Más tarde, tomando como referencia estos estudios surge un análisis realizado por Zhu (2000), donde a través de un análisis DEA *Network* mide las eficiencias de las compañías de Fortune 500, 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).

Aunque la metodología DEA es una técnica que se ha utilizado en distintas investigaciones, los aportes novedosos de la presente investigación residen en dos particularidades: el tema de estudio y la variante hacia un modelo *Network*. Cabe señalar que las aduanas de México presentan oportunidades de mejorar en el comercio internacional y estudios que muestren los puntos clave que repercuten en la mejora de estas pueden generar aportes significativos, pese a ello actualmente poco se estudia en México en torno a las aduanas. El segundo aporte novedoso lo da la variante a la metodología DEA al aplicar un modelo de última generación dentro de los que destacan los modelos de ecuaciones estructurales y los *Network* como dos variantes que buscan la mejora de este tipo de modelos.

El modelo DEA *Network* que se propone para este estudio es un modelo estático o estándar que consta de dos etapas compuestas por dos nodos y variables intermedias. Para lo cual se realizaron tres pruebas, una para el nodo 1, otra para el nodo 2 y una última para verificar la relación entre los *entradas* iniciales y los *salidas* finales, a través del análisis factorial con la técnica de análisis de componentes principales para determinar la validez de las *entradas* y las *salidas* a utilizar en el estudio, así como las pruebas de KMO para cada análisis, ambos análisis muestran la pertinencia de las variables al mostrar valores por arriba de los 500 para la prueba de componentes principales y la prueba KMO y valores de significancia para la prueba de Bartlet.

El modelo DEA *Network* a utilizar se divide en dos etapas, considera que cada DMU transforma algunas *entradas* externas X a las *salidas* finales Y, a través de las medidas intermediarias Z en un proceso de dos etapas.

Se menciona que el presente pretende utilizar un Modelo DEA *Network*, sin embargo, se parte del modelo DEA estándar, el cual fue presentado por Charnes, et al (1978) con la finalidad de calcular la eficiencia relativa de una firma, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, siendo este:

$$\begin{gathered} \theta_k = max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^{m} v_j x_{ik} \\ \text{s.t. } \textstyle\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^{m} v_j x_{ik} \leq 1, j = 1, \dots, n \\ u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m \end{gathered} \tag{1}$$

En el modelo (1) cada DMU aplica ciertas (*m*) *entradas* para producir determinadas *salidas*, sin considerar productos intermedios z_{pj} ni el proceso de trasnformación. Mientras que, el modelo DEA *Network* de dos etapas considera el proceso de transformación, y los productos intermedios z_{pj}, donde las *salidas* de la primera etapa o nodo son también *entradas* del segundo nodo, de forma tal que, la eficiencia no se calcula de manera independiente. El modelo, entonces, consiste en una serie de relaciones entre todo el sistema y las dos etapas correspondientes, así como la eficiencia total θ_k (Yang y Liu, 2012). Basándose en esto se presenta la siguiente estructura:

$$\begin{gathered} \theta_k = max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} \\ = max \left[\sum_{p=1}^{q} n_p z_{pk} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} \times \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pk} \right] \\ \text{s.t. } \textstyle\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \\ \textstyle\sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \end{gathered} \tag{2}$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} \leq 1, j = 1, \dots, n$$
$$u_r, n_p, v_i \geq \varepsilon > 0 \;\; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m; p = 1, \dots, q$$

Debido a que las *salidas* del primer nodo z_{pj}, son también las *entradas* del segundo nodo, los multiplicadores asociados con z_{pj} deberían ser los mismos en ambos nodos, y la eficiencia total puede ser transformada en el producto de la eficiencia de los nodos (Yang y Liu, 2012). Las eficiencias por nodo del modelo se presentan a continuación:

$$\begin{gathered}
\theta_k^1 = max \sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rk} / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pk} \\
s.t. \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \; / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} = \theta_k \\
\textstyle\sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
\sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \; / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
u_r n_p v_i \geq 0 r = 1, \dots s; i = 1, \dots, m; p = 1, \dots, q
\end{gathered} \tag{3}$$

$$\begin{gathered}
\theta_k^2 = max \sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rk} / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pk} \\
s.t. \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \; / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} = \theta_k \\
\textstyle\sum_{r=1}^{s} u_r \, y_{rj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
\sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} / \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \; / \sum_{p=1}^{q} n_p z_{pj} \leq 1, j = 1, \dots, n \\
u_r n_p v_i \geq 0 r = 1, \dots s; i = 1, \dots, m; p = 1, \dots,
\end{gathered} \tag{4}$$

A fin de realizar los cálculos correspondientes con la metodología descrita se utilizó el software Max DEA puesto que ofrece la función de procesar un modelo DEA *Network* y además de la contemporaneidad de este y por los avances que presenta.

III. MODELO PROPUESTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Después de hacer un análisis de la herramienta metodológica a utilizar, es necesario a continuación estructurar el modelo a implementar dadas las consideraciones que implica un modelo *Network* de dos etapas; es decir, identificar las variables del primer y segundo nodo. Adicionalmente, se consideró realizar tres análisis, uno de la eficiencia de las aduanas en el comercio internacional para el caso de las exportaciones, otro para el caso de las importaciones y por último uno que englobe exportaciones e importaciones. Esto con la intención de conocer más claramente el desempeño de las aduanas en cada caso y poder observar si hay una diferenciación en la eficiencia de las aduanas respecto de importaciones y exportaciones.

Además, para el caso del análisis de las importaciones se agrega como *output* las recaudaciones generadas, mientras que en el caso de las exportaciones dicho *output* se suprime; esto debido a que el 90% de las recaudaciones se generan en el trámite de importación.

Según Peter Smith (1996) al cumplir con las funciones principales, los servicios de aduanas logran un resultado que representa un impacto en la sociedad de una actividad particular del sector público. Con ello el modelo no solo tiene implicaciones en un proceso, en este caso el proceso aduanal, sino que fuera del proceso se obtiene, además de un producto, un resultado. Este resultado conlleva la efectividad que puede tener el producto, desde este punto de vista, las aduanas tienen su impacto en la sociedad.

Alen Benazic (2012) considera que el servicio de aduanas hace cumplir la legislación nacional e internacional. Los principales campos legales en los que el servicio de aduanas ha desempeñado un papel importante son la legislación aduanera, los impuestos, la regulación del comercio, el lavado de dinero y la legislación que regula cuestiones específicas de seguridad. Con esto se recalca la necesidad de incluir variables que representen estas áreas fundamentales en las que las aduanas tienen acción como entidades públicas.

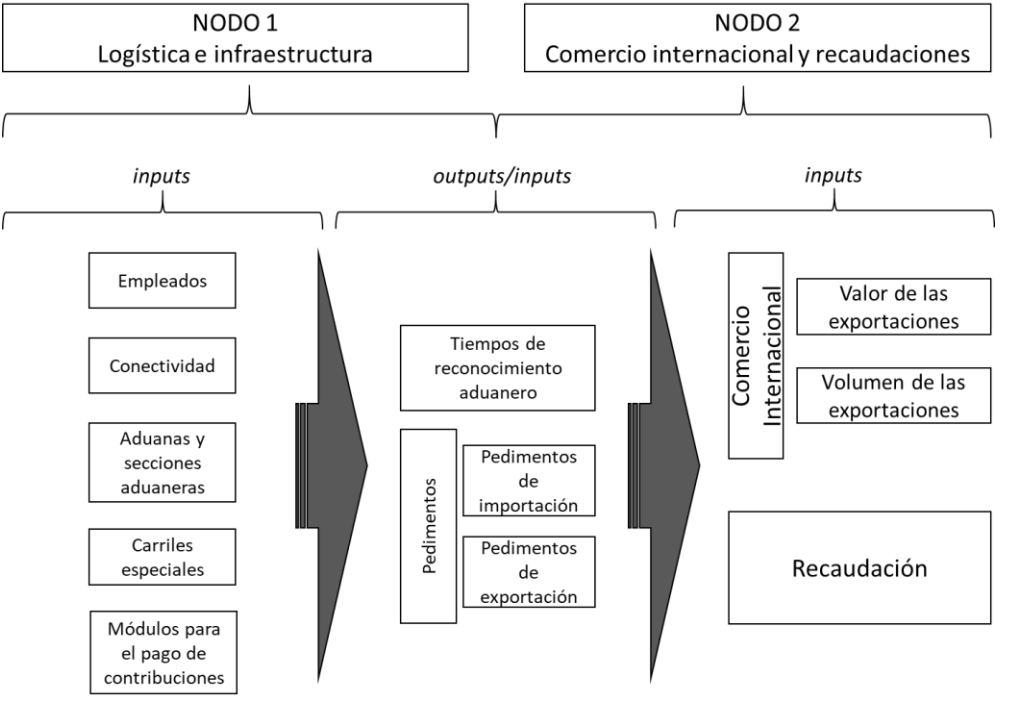
Finalmente, cabe recordar que los recursos humanos son la base para construir una estrategia de organización, y todos los demás recursos surgen de sus actividades (Marušić, 2001). Por lo anterior, las entradas tendrán que incluir el capital humano y empezar por ello.

Sin embargo, los tres análisis propuestos parten del mismo modelo teórico y solo se cambiarán, además de la variable ya mencionada, las variables referentes a la exportación o importación según sea el caso. Las variables están aplicadas al modelo en función del objetivo principal, que es medir la eficiencia de las aduanas. En general, se pueden destacar la infraestructura, los recursos humanos y financieros; adicional a ello se ha podido utilizar una variable intrínseca, el tiempo que tarda cada aduana en

realizar el reconocimiento aduanero, la cual es clave para medir la eficiencia. Mediante procesos de negocios, se transforman diversos tipos de solicitudes y declaraciones aduaneras y fiscales presentadas por diferentes personas y entidades en *outputs* específicos. De tal forma que el primer nodo es el de logística e infraestructura y se compone de las variables: aduana y secciones aduaneras, personal empleado en aduana, conectividad, carriles especiales para importaciones y exportaciones, y número de sucursales y módulos bancarios para el pago de contribuciones como *entradas o inputs*. El segundo nodo es el de comercio internacional y tiene como *salidas* el valor de las exportaciones y/o valor de las importaciones y recaudaciones. Las variables intermedias (que fungirán como *salidas* en el primer nodo y como *entradas* en el segundo nodo son tiempo de reconocimiento aduanero (en minutos) y número de pedimentos procesados para importación o exportación. La estructura del modelo se puede apreciar de mejor manera en la figura 1.

Figura 1

Red del modelo de eficiencia aduanera DEA *network* propuesto



Fuente: Elaboración propia (2019).

Los datos de las variables presentadas en la figura 2, se obtuvieron de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público a través del SAT aduanas para el año 2017, los cuales pueden ser consultados directamente a través de la plataforma de transparencia de esta.

En cuanto a las especificaciones del modelo presentado, este se plantea con orientación *output* puesto que normalmente en la administración gubernamental se busca la optimización de resultados dado el número de insumos; es decir, se busca la eficiencia del sistema a través de un incremento de las importaciones o exportaciones. Adicionalmente, el modelo se corre en dos momentos, el primero analizando tres tipos de eficiencia: respecto de las exportaciones, de las importaciones y del comercio internacional (importaciones y exportaciones). Posteriormente se realiza un análisis del modelo *Network* y el primer nodo para finalmente realizar un estudio de *benchmarking*.

IV. RESULTADOS

El cuadro 3 muestra los resultados para los tres análisis realizados, buscando la eficiencia de las aduanas para el caso de las exportaciones, la eficiencia de las aduanas para el caso de las importaciones y la eficiencia de las aduanas considerando tanto importaciones como exportaciones; es decir la eficiencia de las aduanas en su desempeño en el comercio internacional, considerando el resultado intermedio del primer nodo.

De tal forma que, en el desempeño de las aduanas mexicanas para el procesamiento de las exportaciones, tanto en el primer nodo como en el desempeño de la red fueron eficientes (dados los *inputs* y *outputs* empleados) las aduanas de Acapulco, Agua Prieta, Altamira, Ciudad Acuña, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puerto Palomas, Salina Cruz, San Luis Rio Colorado, Sonoyta, Subte. López y Torreón. Al comparar los resultados del primer nodo con los de la red, se puede observar cómo algunos resultados de ineficiencia mejoran en el segundo nodo y mientras que otros resultados tienden a empeorar en el resultado de la red. El primer caso se explica con un movimiento lento (por minuto) en el despacho de mercancías y/o un bajo despacho de pedimentos de exportación, pero un alto valor de las mercancías. Mientras que en la segunda parte se observa cómo las aduanas mexicanas que obtuvieron resultados cercanos a la eficiencia en el primer nodo se muestran acorde con los resultados que dichas aduanas realizaron el despacho aduanero en un menor tiempo y/o un número de pedimentos de exportación aceptable dados los *inputs*.

Destaca el caso de la aduana de Ciudad Juárez eficiente en el nodo 1 e ineficiente en la red con un valor de 0.561416, lo que implica que, a pesar de mostrar

un buen desempeño administrativo, los *outputs* finales son bajos; es decir, existe una baja recaudación en las importaciones y un bajo valor de las mercancías importadas a través de esa aduana. En gran medida esto se puede explicar recordando el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, por lo que se puede asumir que la gran mayoría de los productos que transitan por dicha aduana son originarios de la región (Estados Unidos o Canadá) y están exentos de impuestos de importación.

En el segundo apartado, donde se analiza la eficiencia de la aduana en el movimiento de las importaciones cabe recordar que se suma la variable de salida u *output* de recaudaciones. Esto como ya se señaló debido a que el grueso de las recaudaciones de la aduana mexicana se acaparan a partir del proceso de importación, ya que para el proceso de exportación solo se pagan contribuciones al mínimo debido a la política por parte del gobierno Federal para el fomento de las mismas por lo que el 90% de las fracciones arancelarias están libres del impuesto general de exportación (IGE) o aranceles pagando normalmente una cuota mínima del derecho de trámite aduanero (DTA) en la mayoría de los casos. Empero, en el caso de las importaciones las contribuciones recaudadas van desde aranceles, DTA, impuesto al valor agregado (IVA), impuesto sobre automóviles nuevos (ISAN), impuesto especial sobre productos y servicios (IEPS), dependiendo de la fracción arancelaria, esto como iniciativa federal para inhibir las importaciones fomentando así la compra de productos domésticos.

De tal forma que las aduanas mexicanas que mostraron un resultado de eficiencia en el nodo 1 y en la red para el caso del trámite de importaciones fueron las siguientes aduanas: Altamira, Ciudad Camargo, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puebla, Puerto Palomas, Salina Cruz, Sonoyta, Subte. López, Torreón y Tuxpan.

En cuanto al desempeño considerando ambos movimientos del comercio internacional (exportaciones e importaciones), fueron las siguientes aduanas las que mostraron un valor de 1, es decir, mostraron ser eficientes: Acapulco, Agua Prieta, Altamira, Ciudad Camargo, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puebla, Puerto Palomas, Querétaro, Salina Cruz, San Luis Rio Colorado, Sonoyta, Subte. López, Torreón y Veracruz.

Es importante notar que las aduanas mexicanas que mostraron ser eficientes en este último bloque son las aduanas que mostraron valores de 1 (eficiencia) en alguno o ambos de los modelos anteriores –modelo basado en exportaciones y modelo basado en importaciones– lo que pone de manifiesto la importancia de haber corrido tres modelos para un análisis más profundo (cuadro 3). Derivado de los resultados mostrados resulta importante señalar que hay aduanas especializadas en el paso de ciertos tipos de productos, así como aduanas con un gran movimiento solo de importaciones y bajas exportaciones o viceversa; lo que de alguna manera se pone de manifiesto en los resultados mostrados.

Cuadro 3
Resultados de eficiencia de las aduanas de México

	Eficiencia exportación		Eficiencia importaciones		Eficiencia comercio internacional	
DMU	Nodo 1	Network	Nodo 1	Network	Nodo 1	Network
ACAPULCO	1.000	1.000	0.029	0.094	1.000	1.000
AEROPUERTO CD. DE MÉXICO	0.691	0.359	0.756	0.909	0.747	0.743
AGUA PRIETA	1.000	1.000	0.113	0.293	1.000	1.000
AGUASCALIENTES	0.339	0.137	0.366	0.167	0.166	0.345
ALTAMIRA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CANCUN	0.369	0.105	0.257	0.032	0.038	0.268
CD. ACUÑA	1.000	1.000	0.195	0.033	0.033	1.158
CD. CAMARGO	0.230	0.674	1.000	1.000	1.000	1.000
CD. CARMEN	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CD. HIDALGO	0.402	0.089	0.099	0.022	0.028	0.233
CD. JUÁREZ	0.561	1.000	0.492	0.451	0.449	0.481
CD. MIGUEL ALEMAN	0.262	0.004	0.439	0.217	0.204	0.372
CD. REYNOSA	0.504	0.575	0.671	0.447	0.450	0.652
CHIHUAHUA	0.301	0.216	0.401	0.058	0.062	0.585
COATZACOALCOS	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
COLOMBIA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
DOS BOCAS	0.050	0.583	0.014	0.003	0.003	0.069
ENSENADA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
GUADALAJARA	0.609	0.693	0.642	0.290	0.292	0.633
GUANAJUATO	0.161	0.139	0.637	0.014	0.014	0.636
GUAYMAS	0.226	0.122	0.197	0.123	0.150	0.231
LA PAZ	0.034	0.005	0.052	0.051	0.038	0.067
LAZARO CARDENAS	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
MANZANILLO	0.489	0.159	0.773	0.722	0.528	0.679
MATAMOROS	0.259	0.153	0.339	0.268	0.243	0.326

MAZATLAN	0.278	0.152	0.170	0.604	0.636	0.219
MEXICALI	0.323	0.270	0.440	0.155	0.155	0.413
MEXICO	0.037	0.004	0.834	0.182	0.157	0.739
MONTERREY	0.797	0.343	0.562	0.229	0.231	0.562
NACO	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
NOGALES	0.899	0.517	0.710	0.175	0.181	0.738
NUEVO LAREDO	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
OJINAGA	0.565	0.084	0.472	0.023	0.025	0.461
PIEDRAS NEGRAS	0.410	0.739	0.909	0.211	0.229	0.797
PROGRESO	0.187	0.066	0.296	0.055	0.055	0.284
PUEBLA	0.653	0.343	1.000	1.000	1.000	1.000
PUERTO PALOMAS	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
QUERETARO	0.038	0.203	0.991	0.117	0.118	0.973
SALINA CRUZ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SAN LUIS RIO COLORADO	1.000	1.000	0.754	0.058	1.000	1.000
SONOYTA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SUBTE LOPEZ	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
TAMPICO	0.024	0.182	0.138	0.381	0.355	0.099
TECATE	0.170	0.622	0.317	0.049	0.050	0.260
TIJUANA	0.466	0.563	0.472	0.222	0.226	0.467
TOLUCA	0.656	0.099	0.573	0.377	0.306	0.581
TORREON	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
TUXPAN	0.113	0.183	1.000	1.000	1.000	1.000
VERACRUZ	0.694	0.609	0.572	0.957	0.893	0.576

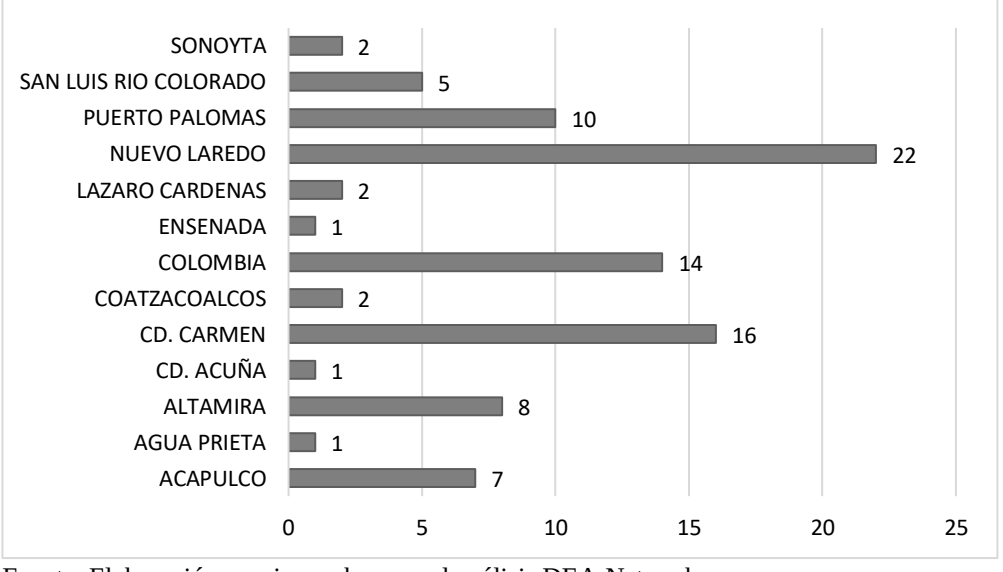
Fuente: Elaboración propia con base en el análisis DEA Network.

El último análisis presentado se obtiene de instrumentar la herramienta del *benchmarking* en el modelo DEA *Network.* El *benchmarking* permite observar cuáles de las DMUs fueron utilizadas como referencia por las aduanas 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 de la participación de las aduanas en cada nodo; facilitando la implementación de estrategias eficaces en la mejora de los procesos, en este caso, del comercio internacional.

El modelo DEA toma a las aduanas que resultaron eficientes y permite que las aduanas no eficientes se comparen con estas, de tal forma que después de varias interacciones se muestran las aduanas eficientes con cierto número de referencias dependiendo de qué aduanas las tomaron como *bechmarking*, obteniendo así valores respecto a qué aduana se posiciona más como modelo de *bechmarking* sobre las otras aduanas eficientes. Al ser un modelo DEA *Network* los resultados del *benchmarking* se obtuvieron para cada uno de los nodos del modelo.

De tal forma que la figura 2 muestra que, para el caso de las exportaciones, la aduana de Nuevo Laredo fue la aduana con un mayor número de referencias como muestra de buenas prácticas seguida en orden descendente de las aduanas de Ciudad del Carmen, Colombia, Puerto Palomas, Altamira, Acapulco, y San Luis Rio Colorado. Mientras que las aduanas menos referenciadas con dos o una referencia fueron las aduanas de Ensenada, ciudad Acuña y Agua Prieta (todas con una mención) y Sonoyta, Lázaro Cárdenas y Coatzacoalcos con solo dos referencias. Esto da cuenta que, a pesar de que todas estas aduanas muestran un valor de eficiencia no todas muestran las mejores prácticas en términos de *benchmarking* a la hora de considerar sus estrategias para alcanzar la eficiencia, en cuanto al tratamiento de las exportaciones en su paso por dichas aduanas.

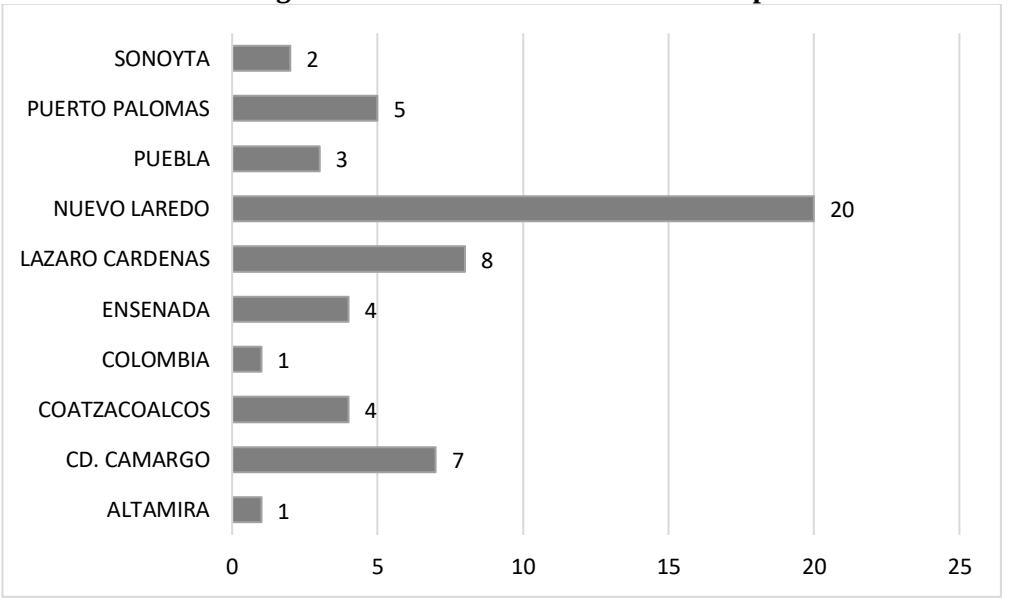
Figura 2
Benchmarking de eficiencia en el tratamiento de Exportaciones.



Fuente: Elaboración propia con base en el análisis DEA Network.

La figura 3 muestra que, respecto a las mejores prácticas para el caso de las importaciones, es nuevamente Nuevo Laredo la aduana con un mayor número de veces considerada como ejemplo de benchmarking con veinte menciones, seguida de la aduana de Lázaro Cárdenas, Ciudad Camargo, Puerto Palomas, Ensenada, Coatzacoalcos, Puebla, Colombia y Altamira (en orden descendente).

Figura 3
Benchmarking de eficiencia en el tratamiento de Importaciones



Fuente: Elaboración propia con base en el análisis DEA Network.

Resulta claro el grado de eficiencia de la aduana de Nuevo Laredo ya que no solo muestra un valor de 1 sino que además es la aduana más utilizada tanto en importaciones como exportaciones como *benchmarking*. Así mismo, cabe destacar el caso de la aduana de Lázaro Cárdenas y como a pesar de ser una aduana con valores de eficiencia, muestra mejores prácticas en el tratamiento de las importaciones que en el de las exportaciones.

CONCLUSIONES

Se puede concluir respecto al modelo que la técnica DEA no solo permite conocer un valor de eficiencia o ineficiencia dado los *inputs* y *outputs* del modelo sino además a partir de los resultados de ineficiencia se puede observar qué porcentaje es necesario incrementar para lograr ser eficiente; por ejemplo el caso de la aduana del aeropuerto de México obtiene un resultado de 0.7431 en el modelo de eficiencia de comercio internacional, lo que se puede traducir como que requiere aumentar sus resultados (*outputs*) en un 25.69% para lograr ser eficiente. De tal manera que los administradores de la aduana podrán a partir de aquí realizar estrategias para la mejora del desempeño de la aduana.

El modelo propuesto de eficiencia de las aduanas se derivó de las actividades que crean el proceso que puede explicar la razón social de las aduanas. Este proceso se inicia con los insumos (*inputs*) que una empresa requiere para llevar a cabo el proceso que genera los productos (*outputs*), dentro del modelo estos mismos productos se tornan en insumos que dan origen a nuevos productos, de ahí la importancia de la metodología y la estructura del modelo. Cada que una aduana cumple con sus funciones, el resultado de los servicios que prestaron las aduanas representa un impacto en la sociedad. Dicho impacto tendrá un efecto que dependerá del grado de eficiencia de las aduanas con el que realicen el proceso aduanero, una vez más se precisa de la medición de esta.

Por otra parte, la labor de las organizaciones para mejorar las prácticas y con ello la eficiencia de las aduanas desemboca en las acciones que puedan llevar a cabo, un ejemplo mencionado de ello es el índice de desempeño logístico que genera el GBM a través de su informe "Conectarse para competir", en este informe se hace referencia a la eficiencia del despacho aduanero basado en encuestas realizadas por el BM, sin embargo no es de menor importancia; todo lo contrario, es una gran labor involucrar a más de 150 países en él. A pesar de ello, cada país que desee mejorar la eficiencia de sus aduanas primero deberá determinar el grado de eficiencia de estas, y con base en ello se podrán tomar medidas pensadas en los resultados que se obtengan, estas medidas podrán ser políticas que mejoren desde sus prácticas laborales hasta el proceso aduanero que se realiza en cada administración.

Así mismo, las bondades del modelo DEA *Network* mostradas en el estudio son bastas en el sentido de que permite conocer a fondo el proceso aduanal y ubicar en qué parte del proceso es donde se tiene un bajo desempeño, permitiendo así no solo conocer el resultado de eficiencia, sino además el proceso de este.

Como se observa en el apartado de resultados, se cumple con el objetivo de la presente investigación, el cual fue determinar la eficiencia obtenida por las aduanas de México debido a los outputs que generó en el periodo 2017. Mientras que, en lo

que respecta a la hipótesis, esta se acepta, ya que la mayor parte de las aduanas de México fueron eficientes debido a los outputs que generó en el periodo 2017. En cuanto a las conclusiones respecto al análisis, la mayoría de las aduanas analizadas que resultaron eficientes dadas las variables analizadas, mostraron mejor resultado en la eficiencia analizada de la red que en el subproceso del nodo 1, lo que implica que es necesario una mejora en el proceso, así como en los tiempos de ejecución. Así mismo, se puede inferir que las aduanas que mostraron resultados de eficiencia en el nodo 1 y no en la red son aduanas con muy buenos procesos en el despacho de mercancías pero que no reportan un volumen significativo de movimiento de mercancías por lo serían aduanas subutilizadas.

Respecto al diferencial de resultados del análisis de eficiencia de importaciones y exportaciones se observa que las aduanas muestran mejores resultados en general en el proceso de importaciones, esto podría ser derivado del propio modelo comercial actual que trajo como consecuencia un aumento de las importaciones de bienes de mayor valor agregado respecto del valor de las exportaciones.

En cuanto a los resultados de eficiencia global –incluyendo importaciones y exportaciones– las aduanas mexicanas que mostraron ser eficientes en el 2017 fueron: Acapulco, Agua Prieta, Altamira, Ciudad Camargo, Ciudad del Carmen, Coatzacoalcos, Colombia, Ensenada, Lázaro Cárdenas, Naco, Nuevo Laredo, Puebla, Puerto Palomas, Querétaro, Salina Cruz, San Luis Rio Colorado, Sonoyta, Subte. López, Torreón y Veracruz; al mostrar un valor de 1 en el modelo.

Respecto a los resultados del *Benchmarking* derivado del modelo se desprende la necesidad de un análisis más profundo a aduanas como la de Nuevo Laredo donde acorde al modelo DEA *Network* y las variables analizadas es la aduana con las mejores prácticas para considerar en el planteamiento de estrategias de mejora del sistema aduanero nacional.

Las aduanas mexicanas ocupan un gran papel en el actual comercio internacional del país, su desempeño se ve afectado por distintos factores. Sin embargo, los resultados presentados reflejan que alrededor del 50% de las aduanas mexicanas operan con eficiencia; en este sentido, las aduanas al cumplir con los objetivos del gobierno mexicano, la legislación y recaudación fiscal que aporta ingresos para la economía, garantizan hasta cierto punto seguridad y protección para la sociedad. La eficiencia de los procedimientos aduaneros influye considerablemente en la competitividad económica de la nación, en el crecimiento del comercio internacional y en el desarrollo del mercado global.

Con esto se expone la importancia de la eficiencia de las aduanas, no solo mexicanas sino en general, ya que hoy en día el comercio se inclina y se desenvuelve mejor en aquellos países donde las barreras comerciales no suelen ser un problema para el intercambio de bienes y servicios, también donde este se facilita y se realiza de manera eficiente cuyo papel le toca realizar a las aduanas.

Aunque los autores que han estudiado a profundidad el tema de la eficiencia en unidades productivas presentan consideraciones para investigaciones sobre la misma línea, tal es el caso de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), quienes sentaron las bases para calcular la eficiencia con rendimientos a escala posteriormente se proporcionaron medidas para calcular la eficiencia a partir de diferentes rendimientos a los que los primeros autores proporcionaban, o Yang y Liu (2012) que presentan técnicas más actuales para la medición de la eficiencia, se debe recordar que existen factores en los que la producción se lleva a cabo, los cuales representan contrastar la teoría de los autores con la realidad a la que se enfrentan las unidades a evaluar para poder llevar a cabo la investigación.

Por su parte las aduanas mexicanas representan una prioridad a considerar para el país, las oportunidades con las que cuenta México para comerciar con el exterior y el interés que otros países han demostrado deben ser un incentivo para mejorar la eficiencia de las aduanas, sin mencionar el beneficio tanto económico como social que puede representar la mejora de la eficiencia de las mismas, es por ello que trabajos como el presente ayudarán a cumplir con tal objetivo, el gobierno tendrá la tarea de considerar las observaciones y en conjunto con las áreas correspondientes se deberán organizar planes estratégicos y realizar constantes evaluaciones para que el nivel de eficiencia de las aduanas mexicanas se mantenga y mejore.

REFERENCIAS

Bauer, Paul; Berger, Allen; Ferrier, Gary y Humphrey, David (1998). Consistencyconditions for regulatory analysis of financial institutions: a comparison of frontier efficiency methods. *Journal of Economics and Business*, Vol. 50, no.2, pp. 85-114. https://doi.org/10.1016/S0148-6195(97)00072-6

Benazić, A. (2012). Measuring Efficiency in the Coratian Customs Service: A Data Envelopment Analysis Approach. *Finance Theory and Practice*, Vol. 36 (2), pp. 139-178. DOI: http://dx.doi.org/10.3326/fintp.36.2.2

Berger, Allen y Humphrey, David (1997). Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, Vol. 98 (2), pp. 175-212. DOI: https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00342-6

Cabello Pérez, Miguel y José M. Cabello González (2012). *Las Aduanas y el Comercio Internacional.* Madrid: ESIC.

Charnes, Abraham, Cooper, William W. y Rhodes, Edwardo L. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6). DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

Delgado Orozco, Jonathan (2013) Multifuncionalidad y Homologación de Actividades Dentro del Plan de Modernización de Aduanas en México. Tesis inédita. Universidad Latina de América.

Ho, Chien-Ta Bruce y Oh, Kok-Boon. (2008). Measuring online stockbroking performance. *Industrial Management and Data Systems*, vol. 108, no. 7. pp. 988-1004. DOI: 10.1108/02635570810898035

Index Mundi (2017). Índice de Desempeño Logístico: Eficiencia del Despacho Aduanero. *Index Mundi* [en línea]. Disponible en: <https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/LP.LPI.CUST.XQ> [Consultado el 29 de octubre de 2018].

Keh, Hean Tat, Chu, Singfat y Xu, Jiye. (2006). Efficiency, effectiveness and productivity of marketing in services. *European Journal of Operational Research*, vol. 170, no. 1. pp. 265-276. DOI: 10.1016/j.ejor.2004.04.050

Lo, Shih-Fang (2010). Performance evaluation for sustainable business: A profitability and marketability framework. *Corporate Social Responsibility and Environmental Managemen*t, 17(6): 311- 319. DOI:10.1002/csr.214.

Lu, Wen-Cheng (2009). The evolution of R&D efficiency and marketability: Evidence from Taiwan's IC-design Industry. *Asian Journal of Technology Innovation*, 13(2): 41-60. DOI: 10.1080/19761597.2009.9668671.

OMA (2019). Annual Report 2018-2019. *World Customs Organization*. Brussels, Belgium.

OMC (2018). Facilitación del Comercio. *Organización Mundial del Comercio* [en línea]. Disponible en: https://www.wto.org/spanish/news_s/brief_tradefa_s.htm [Consultado el 29 de octubre de 2018].

OMC (2018). La OMC y la Organización Mundial de las Aduanas (OMA). *Organización Mundial del Comercio* [en línea]. Disponible en: <https://www.wto.org/spanish/thewto_s/coher_s/wto_wco_s.htm> [Consultado el 18 de julio de 2018].

Seiford, Lawrence M. y Zhu, Joe (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. *Management Science*, vol. 45(9), pp. 1270-1288. https://doi.org/10.1287/mnsc.45.9.1270

SENAE. (2018). Organización Mundial de Aduanas (OMA). *Servicio Nacional de Aduana del Ecuador SENAE* [en línea]. Disponible en: <https://www.aduana.gob.ec/organizacion-mundial-de-aduana-oma/> [Consultado el 26 de octubre de 2018].

Smith, P. (1996). *Measuring Outcome in the Public Sector*. London: Taylor & Francis.

Tsolas, Ioannis 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(1): 111-119. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000559.

UNECE (2012). El Banco Mundial (BM). *Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa. Guía de Implementación de la Facilitación del Comercio* [en línea]. Disponible en: <http://tfig.unece.org/SP/contents/org-world-bank.htm> [Consultado el 29 de octubre de 2018].

Wang, Chien H.; Gopal, Ram D. y Zionts, Stanley (1997). Use of data envelopment analysis in assessing information technology impact on firm performance. *Annals of Operations Research*, 73: 191-213. https://doi.org/10.1023/A:1018977111455

Witker, J. (2011). *Derecho del Comercio Exterior*. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

World Bank Group (2010). Connecting to Compete: Trade Logistics in the Global Economy. *Open Knowledge Repository*. *World Bank* [en línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24599/558520WP0P10181LIC10LPI20101for1web.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 30 de octubre de 2018].

World Bank Group (2012). Connecting to Compete: Trade Logisticts in the Global Economy. *Open Knowledge Repository*. *World Bank* [en línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/12689/704170ESW00P120BLIC00LPI020120final.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 30 de octubre de 2018].

World Bank Group (2014). Connecting to Compete: Trade Logisticts in the Global Economy. *Open Knowledge Repository*. *World Bank* [en línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/20399/904190WP0LPI0R00Box385316B00PUBLIC0.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 30 de octubre de 2018].

World Bank Group (2016). Connecting to Compete: Trade Logisticts in the Global Economy. *Open Knowledge Repository*. *World Bank* [en línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24598/Connecting0to00n0the0global0economy.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 30 de octubre de 2018].

World Bank Group (2018). Connecting to Compete: Trade Logisticts in the Global Economy. *Open Knowledge Repository*. *World Bank* [en línea]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29971/LPI2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 30 de octubre de 2018].

Wulf, L. D. y Sokol, J. B. (2017). *Customs Modernization Handbook*. Washington, D.C.: *World Bank.*

Yang, Chyan y Liu, Hsian-Mming L. (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA. *Economic Modelling*, 29(2): 450-461. DOI: 10.1016/j.econmod.2011.12.004

Zhu, Joe (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 Companies. *European Journal of Operational Research*, 123(1): 105-124. DOI: 10.1016/S0377-2217(99)00096-X