

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN



**“ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS
EMPRESAS AEROPORTUARIAS CONCESIONADAS Y
NO CONCESIONADAS EN EL PERÚ – 2019”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE
ECONOMISTA**

YESENIA BRIGIT MORENO LAMA

LIMA – PERÚ

2023

Tesis Yesenia Brigit Moreno Lama

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

bibing.us.es

Fuente de Internet

2%

2

vdocuments.es

Fuente de Internet

2%

3

repositorioinstitucional.buap.mx

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

Luis Alberto Chaparro Guerra

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN

**“ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE
LAS EMPRESAS AEROPORTUARIAS
CONCESIONADAS Y NO CONCESIONADAS EN
EL PERÚ – 2019”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE ECONOMISTA

PRESENTADO POR:

YESENIA BRIGIT MORENO LAMA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Mg. Sc. Raquel Margot Gómez Ocorima

Presidente

.....
Eco. Luis Alberto Chaparro Guerra

Asesor

.....
Dr. Jim Alexander Anchante Arias

Co-asesor

.....
Mg. Sc. Tatiana Angélica Leyva Pedraza

Miembro

.....
Mg. Sc. Miguel Ángel Alcántara Santillán

Miembro

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Yesenia y Wilder, por ser la fuente inagotable de apoyo, sabiduría y amor a lo largo de mi trayecto académico. Sus palabras de aliento han sido el motor que impulsó cada página de esta tesis.

A mi amada hermana por compartir las alegrías y por enseñarme que el amor incondicional existe.

A mis tres seres queridos, mi abuelo Lázaro, mi abuela Isabel, y mi abuela Valeriana que me cuida y me mantiene fuerte desde donde está. Este logro lleva su amor y sabiduría, recordándome siempre mis raíces.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor Luis Chaparro por su tiempo y paciencia y a mi co-asesor Jim Anchante por sus recomendaciones y su tiempo en este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria la Molina por sus enseñanzas y por su prestigio, el cual me ha permitido desenvolverme en el ámbito profesional.

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|--------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. | Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2. | Justificación de la investigación..... | 5 |
| 1.3. | Objetivos de la investigación | 6 |
| 1.3.1. | Objetivo general..... | 6 |
| 1.3.2. | Objetivos específicos | 7 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA..... | 8 |
| 2.1. | Antecedentes | 8 |
| 2.2. | Marco teórico | 11 |
| 2.2.1. | Análisis envolvente de datos | 11 |
| 2.2.2. | Concepto de productividad | 15 |
| 2.2.3. | Concepto de eficiencia..... | 16 |
| III. | METODOLOGÍA | 20 |
| 3.1. | Tipo de investigación | 20 |
| 3.2. | Hipótesis..... | 20 |
| 3.2.1. | General..... | 20 |
| 3.2.2. | Específicas | 20 |
| 3.3. | Método de investigación | 20 |
| 3.4. | Métodos de recolección de información | 21 |
| 3.5. | Tratamiento de la información | 21 |
| 3.6. | Diseño de la investigación..... | 22 |
| 3.7. | Población y muestra | 22 |
| 3.8. | Identificación de variables..... | 25 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 4.1. | Medición de la eficiencia de los aeropuertos | 28 |
| 4.1.1. | Cálculo de la eficiencia global..... | 28 |
| 4.1.2. | Análisis de la eficiencia técnica por análisis envolvente de datos BCC- Input..... | 31 |
| 4.2. | Determinación de las variables relevantes que inciden significativamente en la reducción de costos de los aeropuertos | 36 |
| V. | CONCLUSIONES | 40 |

| | |
|---------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES | 41 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA | 42 |
| VIII. ANEXOS | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Aeropuertos por administrador aeroportuario al año 2019..... | 4 |
| Tabla 2 | Comparación de los estudios de eficiencia en el sector aeroportuario | 10 |
| Tabla 3 | Cantidad de Aeropuertos del estudio al año 2019 | 22 |
| Tabla 4 | Variables de Insumo y Producto aplicadas en estudios de Eficiencia de Aeropuertos..... | 25 |
| Tabla 5 | Variables de Insumo y Producto para el análisis envolvente de datos | 26 |
| Tabla 6 | Resultados del análisis y estimación del Índice de Eficiencia Global - 2019 | 28 |
| Tabla 7 | Eficiencia Global Promedio según tipo de aeropuerto - 2019..... | 29 |
| Tabla 8 | Eficiencia de Escala Promedio según tipo de aeropuerto - 2019 | 30 |
| Tabla 9 | Ranking de Eficiencia de los Aeropuertos según DEA – BCC Input - 2019 | 32 |
| Tabla 10 | Relación Input/Output (RTS) según DEA- BCC Input - 2019..... | 33 |
| Tabla 11 | Resultado del Slack para las variables Input de acuerdo con el DEA – BCC Input al año 2019 | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Figura 1 | Evolución del tráfico de pasajeros 1945 – 2022 | 6 |
| Figura 2 | Frontera de Modelo BCC input orientado | 14 |
| Figura 3 | Componentes de la eficiencia económica | 19 |
| Figura 4 | Métodos de Estimación..... | 21 |
| Figura 5 | Mapa de los Aeropuertos peruanos al año 2019 | 24 |
| Figura 6 | Pasajeros por Aeropuerto en el año 2019..... | 25 |
| Figura 7 | Índice de Eficiencia de Escala de los Aeropuertos (%) al año 2019..... | 30 |
| Figura 8 | Índice de Eficiencia Técnica de los Aeropuertos según DEA BCC Input al año 2019..... | 33 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|----------------|---|----|
| Anexo 1 | Información del Estudio del año 2019..... | 47 |
| Anexo 2 | Matriz de Consistencia | 48 |

RESUMEN

Los aeropuertos son organizaciones que tienen una importancia fundamental en el desarrollo económico de la sociedad, razón por la cual su funcionamiento eficiente es un factor determinante para garantizar la inserción de las naciones en el mundo globalizado. La presente tesis tiene como objetivo general determinar la eficiencia de los aeropuertos concesionados y no concesionados de Perú en el año 2019, para lo cual se orientó una investigación analítica, descriptiva, no experimental, la cual consideró una muestra de veinte aeropuertos del país, trece de ellos concesionados y siete no concesionados, de los cuales se consideraron las variables Inputs y Outputs en la aplicación del Análisis Envoltante de Datos, bajo el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes (DEA – CCR) y el modelo de Banker, Charnes y Cooper (DEA – BCC) en la perspectiva del Input. Una vez obtenidos los resultados se pudo constatar las hipótesis de que el grupo de aeropuertos concesionados tiene mayor eficiencia en comparación con los aeropuertos no concesionados de Perú en el año 2019; además, el gasto de personal en cada aeropuerto es la variable que permite la mayor reducción de los costos en los aeropuertos.

Palabras clave: Eficiencia Técnica, Aeropuertos, Análisis Envoltante de Datos.

ABSTRACT

Airports are organizations that have a fundamental importance in the economic development of society, which is why their efficient operation is a determining factor to guarantee the insertion of nations in the globalized world. The general objective of this thesis was to determine the efficiency of concessioned and not concessioned airports in Peru in the year 2019, for which analytical, descriptive, non-experimental research was oriented, which considered a sample of twenty airports in the country, thirteen of them concessioned and seven not concessioned, of which the variables Inputs and Outputs were considered by applying the Data Envelopment Analysis, under the model of Charnes, Cooper and Rhodes (DEA - CCR) and the model of Banker, Charnes and Cooper (DEA - BCC) in the perspective of the Input. Once the results were obtained, it was possible to confirm the hypothesis that the group of concessioned airports has greater efficiency compared to the not concessioned airports in Peru in the year 2019, and on the other hand, the personnel expense in each airport is the variable that allows the most significant reduction of costs in the airports.

Keywords: Technical Efficiency, Airports, Data Envelopment Analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Los aeropuertos juegan un papel relevante para la sociedad debido a que el servicio que prestan dinamiza de manera contundente el desempeño social y económico del mundo contemporáneo, además de interconectar las diferentes localidades del mundo por medio del traslado y transporte de pasajeros y carga. A nivel aéreo se desarrolla una parte importante de la logística mundial en función a su rol dentro de la cadena de suministro. En países como Colombia y Perú (región andina) el transporte aéreo es un componente clave en sus estrategias de comercio exterior (BID, 2018). Además, es el medio más rápido para el transporte de mercancías, sobre todo en lo que respecta a los puntos de interconexión distantes y/o de difícil acceso.

A partir de este criterio, resulta fundamental que estas organizaciones optimicen su desempeño, ya que la forma cómo utilicen los recursos impactará positivamente en diferentes sectores como el turismo, construcción, transporte, entre otros. Además, un aeropuerto es también un centro productor de servicios creadores de rentas locales de trabajo y beneficios empresariales (BID, 2022). Estos últimos se ven afectados cuando la ineficiencia implica costos elevados, retardos y desperdicio de recursos que impactan en la posibilidad de obtención de mayores beneficios.

En ese sentido, se tomó en consideración el papel protagónico que juegan los aeropuertos en el Perú como polo inductor de desarrollo, en donde se crean relaciones comerciales con mercados distantes o locales. A su vez es el punto de interconexión logística nacional e internacional para el traslado de mercancías, tanto en el contexto de la interacción interna entre las tres regiones geográficas (costa, sierra y selva), como para facilitar la dinámica comercial internacional del país en función de sus importaciones y exportaciones.

En función a esos elementos, se tuvo la iniciativa de realizar una investigación que considerara la eficiencia con la cual operan los aeropuertos en el Perú, los cuales, de acuerdo con la dinámica de la política aeroportuaria nacional, pueden ser manejados en función a dos modalidades: concesionados (administrados por empresas privadas) o no concesionados (manejados por el Estado peruano a través de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. - CORPAC S.A.).

Para alcanzar este reto de medición de la eficiencia de la operatividad de los aeropuertos, se consideró la utilización del método de Análisis Envolvente de Datos (DEA), el cual es un método no paramétrico de programación lineal que no requiere la especificación de una función para estimar las medidas de eficiencia. A diferencia de los métodos econométricos, esta característica llega a ser su principal ventaja, ya que es difícil en la mayoría de los casos conocer a priori la forma de la función de producción (Consilla Arteaga, 2014).

1.1. Planteamiento del problema

El crecimiento acelerado del transporte aéreo a nivel mundial significa grandes desafíos para los aeropuertos en cuanto a mejoras en la gestión y la capacidad. Asimismo, la búsqueda de eficiencia aeroportuaria se sitúa como el principal tema de interés debido a las privatizaciones y el aumento del ritmo competitivo (Giraldo-Velásquez, Valderrama Castañeda & Zapata-Aguirre, 2015). Según cifras presentadas por la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA), el aporte del transporte aéreo a la economía peruana durante el 2017 fue de 280 mil empleos y 4.400 millones de dólares al año. No obstante, de acuerdo con dicho organismo, pese al potencial que presenta el sector, se necesita de una aviación más eficiente con infraestructura y costos competitivos. Adicionalmente, IATA asegura que Perú tiene todos los elementos para convertirse en una potencia de la aviación regional debido a su ubicación favorable para la conectividad aérea transfronteriza, además de los activos culturales y culinarios de clase mundial que posee y su economía en crecimiento. Por otro lado, es importante señalar que el atraso de la aviación nacional continúa siendo uno de los principales problemas en el Perú, dada la baja capacidad de los aeropuertos. En el Informe de Competitividad de Viajes y Turismo del año 2017 del Foro Económico Mundial, se reporta que el país ocupa el puesto 136 de 136 países en cuanto a la competitividad de tasas aeroportuarias que cobra a los pasajeros al pasar por un aeropuerto y el puesto 80 respecto a la calidad de infraestructura del transporte aéreo.

De acuerdo con Lo Storto (2018), pese a que, por un largo tiempo, en la mayoría de los países, los aeropuertos han formado parte de la administración y propiedad pública, ya desde la década de 1980 los presupuestos limitados incentivaron a buscar la intervención de la empresa privada, sobre todo en la inversión en infraestructura.

En la búsqueda de mejorar la calidad de los servicios y la infraestructura de transporte, a partir del año 2001 se inicia el proceso de concesión de aeropuertos en Perú, comenzando con el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez entregado a la empresa Lima Airport Partners (LAP). En el 2006 se da en concesión un primer grupo de aeropuertos a la empresa Aeropuertos del Perú (ADP); este grupo está conformado por 12 aeropuertos localizados en Anta, Cajamarca, Chachapoyas, Chiclayo, Iquitos, Pisco, Piura, Pucallpa, Talara, Tarapoto, Trujillo y Tumbes. El segundo grupo fue entregado en concesión a la empresa Aeropuertos Andinos Del Perú (AAP) en el año 2008 y está conformado por los aeropuertos ubicados en Arequipa, Ayacucho, Juliaca, Puerto Maldonado y Tacna. Además, para el año 2014 se concesiona el Aeropuerto Internacional de Chinchero – Cusco, el cual se encuentra en construcción (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, s.f.). El resto de los aeropuertos a nivel nacional se encuentran bajo la administración de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. (CORPAC S.A.), que opera, equipa y mantiene a los aeropuertos menores y al Aeropuerto Internacional Teniente Alejandro Velasco Astete de Cusco que está en funcionamiento.

El crecimiento del tráfico aéreo en América Latina ha sido sostenido. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en su reporte sobre “Transporte Aéreo para América Latina y el Caribe año 2016”, estableció que el sector aéreo para América Latina y el Caribe (ALC) crecería a una tasa de 6% anual, por lo que es indispensable la evaluación de la infraestructura aeroportuaria y su respectiva capacidad para atender la creciente demanda. También es necesario el desarrollo de estrategias para mejorar el servicio aeroportuario de manera integral buscando la eficiencia.

En este contexto, el presente estudio busca determinar la eficiencia de los aeropuertos concesionados y no concesionados del Perú, comprobando la existencia o no de posibles

diferencias entre ellos y, de igual forma, identificar posibles variables que sean objeto de mejora para el funcionamiento de los aeropuertos. Adicionalmente, en la tabla 1 se muestra el total de aeropuertos a nivel nacional.

Tabla 1

Aeropuertos por administrador aeroportuario al año 2019

| N° | TIPO | ADMINISTRADOR AEROPORTUARIO | AEROPUERTO |
|----|-----------------|------------------------------------|------------------|
| 1 | | Lima Airport Partners - LAP | Lima |
| 2 | | Aeropuertos Andinos Del Perú - AAP | Ayacucho |
| 3 | | Aeropuertos Andinos Del Perú - AAP | Puerto Maldonado |
| 4 | | Aeropuertos Andinos Del Perú - AAP | Juliaca |
| 5 | | Aeropuertos Andinos Del Perú - AAP | Arequipa |
| 6 | | Aeropuertos Andinos Del Perú - AAP | Tacna |
| 7 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Trujillo |
| 8 | Concesionado | Aeropuertos Del Perú - ADP | Pisco |
| 9 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Cajamarca |
| 10 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Anta |
| 11 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Tumbes |
| 12 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Iquitos |
| 13 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Chachapoyas |
| 14 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Talara |
| 15 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Tarapoto |
| 16 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Piura |
| 17 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Pucallpa |
| 18 | | Aeropuertos Del Perú - ADP | Chiclayo |
| 19 | | CORPAC | Ilo |
| 20 | | CORPAC | Andahuaylas |
| 21 | | CORPAC | Juanjuí |
| 22 | | CORPAC | Chimbote |
| 23 | | CORPAC | Tocache |
| 24 | | CORPAC | Rioja |
| 25 | | CORPAC | Tingo María |
| 26 | No Concesionado | CORPAC | Atalaya |
| 27 | | CORPAC | Huánuco |
| 28 | | CORPAC | Yurimaguas |
| 29 | | CORPAC | Jauja |
| 30 | | CORPAC | Mazamari |
| 31 | | CORPAC | Jaén |
| 32 | | CORPAC | Nazca |
| 33 | | CORPAC | Cusco |
| 34 | | CORPAC | Otros |

Nota: Otros corresponde a los aeródromos Puerto Esperanza, Ciro Alegría, Breu, Caballococha, Colonia Angamos, Galilea, Gueppi, Pampa Hermosa, Rodríguez de Mendoza, Saposoa, Vilcashuamán, Estrecho, Patria.

1.2. Justificación de la investigación

Como mencionan Rincón, Arango y Torres (2016), independientemente de si un aeropuerto es concesionado o no concesionado, toda empresa requiere medir sus niveles de eficiencia en el proceso productivo, que incorpora insumos (inputs) para transformarlos en productos (output). Se desarrolla así la búsqueda de satisfacción de necesidades y la respectiva retribución a los inversores de dichas empresas.

En la literatura, desde mediados de los noventa, los estudios centran su atención en la evaluación de la eficiencia en el sector aeroportuario; en los últimos años, el interés en evaluar la participación de la empresa privada en la productividad y eficiencia de los aeropuertos se ha incrementado (Lo Storto, 2018). Ello indica que la tendencia es analizar diferencias entre los aeropuertos concesionados y no concesionados para determinar si existe impacto al pasar de lo público a lo privado.

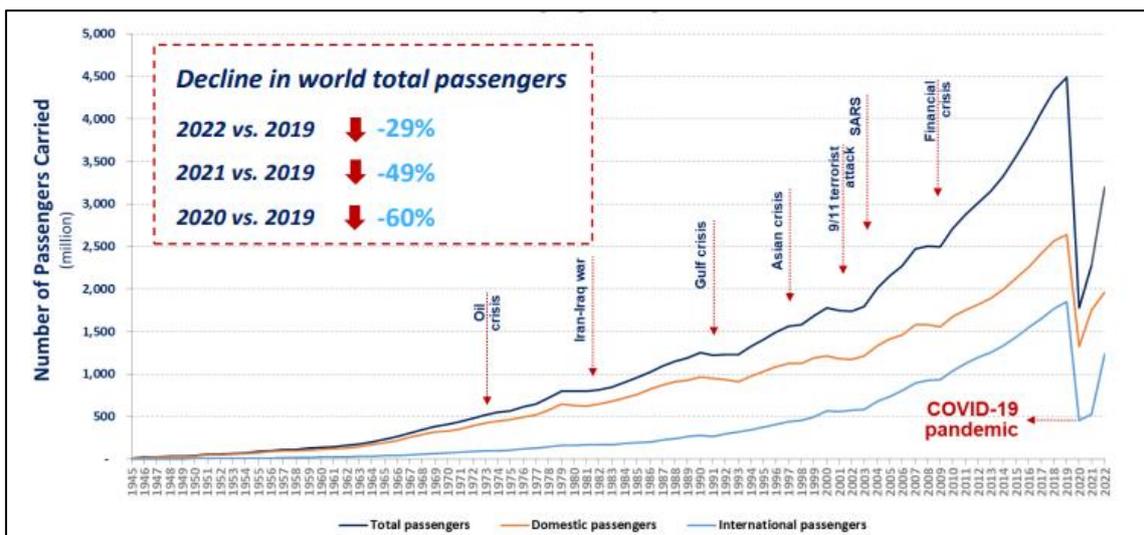
En Perú, si bien la metodología de Análisis Envolvente de Datos ha sido utilizada para medir la eficiencia de 15 aeropuertos (Deza, 2019), no existen estudios relacionados con la evaluación de las diferencias existentes relacionadas con la eficiencia de los aeropuertos concesionados frente a los no concesionados, ni tampoco se presenta priorización de variables hacia una senda de eficiencia. Es así como se sustenta la importancia de desarrollar este estudio aplicando esta metodología para evaluar la eficiencia de los aeropuertos de Perú, identificando las diferencias entre los grupos definidos y las variables que afectan a la eficiencia, además de sugerir medidas de gestión aeroportuaria.

Cabe establecer que el año de estudio, correspondiente a 2019, se ha considerado por ser un momento previo a la pandemia de la COVID-19. Como establece la CEPAL (2020), el cierre de fronteras nacionales e internaciones condujo a una fuerte crisis para la industria aérea, llegando en abril 2020 a caer en un 96% el transporte de pasajeros en América Latina y el Caribe. Asimismo, como se detalla en la Figura 1, según las cifras de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2023), la pandemia redujo el tráfico de pasajeros en 60% en el 2020 con respecto al año anterior. En el 2021, seguía siendo un 49% inferior al 2019 y en el 2022 fue 29% menos que el año 2019. Por lo tanto, dado que el objeto de este estudio es el análisis de la eficiencia de los aeropuertos, es necesario hacerlo bajo un entorno de condiciones normales, es decir, una investigación de esta naturaleza que utiliza

información estadística y financiera de los aeropuertos no puede realizarse con los periodos 2020 y 2021 debido a la distorsión que generó la pandemia en aquellos años. Si bien, hubo recuperación del tráfico en el 2022, no es suficiente para este estudio porque los aeropuertos operaron por debajo de su capacidad. Además, la información de tráfico aéreo nacional de pasajeros y carga al cierre anual es presentada a los operadores aeroportuarios por la Dirección de Aeronáutica Civil (DGAC) el 15 de febrero del año siguiente y publicada en las páginas oficiales en marzo. También, la información financiera es entregada por los operadores aeroportuarios al término del mes de marzo del año siguiente y publicada en la página oficial del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) entre los meses de abril y junio. Entonces, debido a los plazos la información, los periodos 2022 y 2023 podrán ser evaluados en investigaciones posteriores.

Figura 1

Evolución del tráfico de pasajeros 1945 – 2022



Nota: Adaptado de Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), 2023.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de los aeropuertos concesionados y no concesionados de Perú en el año 2019 con el fin mejorar las políticas de desarrollo que se establecen en las organizaciones aeroportuarias.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Hallar la productividad de los aeropuertos concesionados y no concesionados a partir de las variables de entradas (inputs) y salidas (outputs) a fin de proponer posibles correctivos.
- b. Identificar variables relevantes que incidan significativamente en la reducción de costos de los aeropuertos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Los trabajos sobre la medición de eficiencia de las empresas aeroportuarias en el Perú son escasos. Con la presente investigación se pretende contribuir al conocimiento sobre la eficiencia de los aeropuertos concesionados y no concesionados de Perú en el año 2019. El objetivo es analizar el desarrollo sostenido de estas empresas que son generadoras de progreso social y económico en los países.

En cuanto a trabajos de tesis similares se encontró:

En un estudio en México se analizó el desempeño del Sistema Aeroportuario Mexicano (SAM) mediante el Análisis Envolvente de Datos con la finalidad de determinar la eficiencia técnica, garantizar la cobertura y predecir condiciones que satisfagan las necesidades de movilidad futura. Para ello, se consideraron los insumos y productos de cada uno de los aeropuertos operados por grupos aeroportuarios privados en 2011. Se seleccionó como variables de insumo para la producción del servicio el número de movimientos en la pista, la capacidad de la terminal de pasajeros, de carga y el número de empleados. Las variables productos (output) fueron la cantidad de pasajeros anuales y las toneladas de carga transportada. Una vez seleccionadas las variables y las especificaciones para el método DEA, se evaluó el desempeño de cada aeropuerto y se identificó las áreas con oportunidad de mejora, generando así un conjunto de políticas orientadas a corregir las deficiencias en los sectores analizados. Dados los resultados del estudio, se concluye que el Sistema Aeroportuario Mexicano es deficiente con tendencia a muy deficiente, bajo las especificaciones técnicas planteadas y las particularidades del método Análisis Envolvente de Datos (Martínez, 2015).

En Colombia resultó de gran interés conocer, analizar e incluso medir la eficiencia técnica de los aeropuertos en un contexto de reforma estructural, es decir, evaluar la influencia de la privatización en la eficiencia y en una relación "antes-después". La metodología utilizada para realizar el estudio es el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Se utilizó esta metodología para estimar la eficiencia relativa de 16 aeropuertos (ahora ya privatizados) de Colombia y a nivel comparativo, es decir, en tres escenarios específicos consecutivos: gestión pública, transición y gestión privada. La metodología utiliza variables como la capacidad de los aeropuertos y el tráfico aéreo. Los principales resultados de la investigación revelaron índices de eficiencia global muy superiores cuando la gestión de los aeropuertos es completamente privada (es decir, realizada 100% por un operador privado) con respecto a cuando eran gestionados por el sector público (Pulido, 2019).

En los aeropuertos españoles, desde la década de 1990, se ha desarrollado diversos procesos como la liberalización del transporte aéreo, globalización, así como la irrupción de las compañías aéreas de bajo coste que han tenido implicaciones relevantes sobre el sistema aeroportuario. Se estudió los cambios acaecidos en la productividad y eficiencia técnica de 33 aeropuertos españoles entre 1992 y 2012. Asimismo, los inputs elegidos estuvieron relacionados a distintos tipos de gasto (gastos de personal, capital y otros gastos operativos). Por otro lado, los outputs utilizados fueron la cantidad de pasajeros, toneladas de carga y número de operaciones. Para el análisis se aplicó la metodología denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA) que permitió la estimación de índices Malmquist de productividad y su posterior descomposición en indicadores de eficiencia técnica y cambio tecnológico. Los resultados obtenidos mostraron que los aeropuertos españoles han experimentado durante el periodo analizado un moderado incremento de la productividad total de los factores que es imputable casi exclusivamente al crecimiento de la eficiencia técnica (Inglada, Coto-Millan, & Inglada-Pérez, 2018).

Un análisis de la eficiencia de 38 aeropuertos del Reino Unido en los periodos entre el 2017 al 2019 utilizando el análisis envolvente de datos (DEA) buscó conocer la eficiencia de cada uno de los aeropuertos de estudio. También, se halló cuánto deberán mejorar las variables de salida para poder pasar de aeropuertos ineficientes a eficientes. Por último, se planteó un análisis, donde los aeropuertos ineficientes se proyectan sobre los eficientes, y así determinar cuál es la distancia de mejora de cada aeropuerto respecto de los demás. Dentro

de los aeropuertos elegidos en la investigación, en el año 2017 un total de 11 aeropuertos resultaron eficientes, en el año 2018 un total de 13 y en el año 2019 el número asciende a 15. Además, conforme van pasando los años el valor promedio de los slacks se redujo, esto debido al crecimiento del sector y su desarrollo. (Suárez Cuello, 2021)

Una descripción detallada de los estudios se puede observar en la Tabla 2

Tabla 2

Comparación de los estudios de eficiencia en el sector aeroportuario

| Autor/es | País/Región | Tipo de Investigación | Metodología | Inputs | Outputs |
|--|--------------------|------------------------------|------------------------------|--|--|
| Carlos Santiago Martínez Martínez (2015) | México | Tesis | Análisis Envolvente de Datos | 1.Movimientos por hora en la pista 2.Capacidad de la terminal de pasajeros 3.Capacidad de la terminal de carga 4.Número total de empleados | 1.Número total de pasajeros transportados 2.Toneladas de carga transportadas |
| Luis Pulido Moreno, Oscar Díaz Olariaga (2019) | Colombia | Artículo Científico | Análisis Envolvente de Datos | 1. Número de pistas. 2. Longitud de las pistas. 3. Número de posiciones de estacionamiento de aeronaves en plataforma. 4. Área edificada del edificio terminal de pasajeros. 5. Área de la plataforma. | 1. Operaciones 2. Pasajeros transportados. 3. Carga aérea transportada. |
| Inglada, Vicente Coto-Millán, Pablo Inglada-Pérez, Lucía (2018) | España | Artículo Científico | Análisis Envolvente de Datos | 1.Coste del trabajo 2.Inmovilizado 3.Resto de costes operativos | 1.Número de pasajeros 2.Cantidad de mercancías 3.Número de movimientos |
| Suárez Cuello, Beatriz (2021) | Reino Unido | Tesis | Análisis Envolvente de Datos | 1.Longitud total de la pista 2.Tamaño de la plataforma | 1.Carga aérea 2.Pasajeros transportados 3. Movimiento de Aeronaves 4. Vuelos cancelados |

2.2. Marco teórico

2.2.1. Análisis envolvente de datos

Como lo menciona Zamora (2018), el Análisis Envolvente de Datos es una técnica basada en la programación lineal que busca determinar la eficiencia relativa de distintas unidades u organizaciones, cuyas características comunes son tanto sus objetivos como sus metas establecidas.

De acuerdo con Suin et al. (2020), el Análisis Envolvente de Datos es un método que no genera errores de especificación del modelo, facilita la inclusión de distintas variables en calidad de inputs y outputs; finalmente, genera resultados individuales para cada observación analizada. Esta técnica es una alternativa a otros métodos como los de regresión o de ratios (Zamora, 2018).

A continuación, se presenta las características de los modelos básicos DEA Charnes, Cooper y Rhodes (DEA-CCR) y DEA Banker, Charnes y Cooper (DEA-BCC). Se debe tener presente que la clasificación de estos modelos se realiza en función de la orientación del modelo y la tipología de los rendimientos a escala (Coll Serrano y Blasco Blasco, 2006).

De acuerdo con la orientación del modelo, Coll y Blasco (2006) indican que la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones básicas:

- a. Modelo orientado al input: dado el nivel de outputs, busca la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción.
- b. Modelo orientado al output: dado el nivel de inputs, busca el máximo incremento proporcional de los outputs permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción.

Teniendo en cuenta esta clasificación, una unidad será considerada eficiente solo cuando no sea posible incrementar las cantidades de output manteniendo fijas las cantidades de inputs utilizadas, ni sea posible reducir las cantidades de inputs empleadas sin alterar las cantidades de outputs obtenidas.

En cuanto a la clasificación de los modelos de acuerdo con su rendimiento, se debe tener presente que los rendimientos de escala reflejan la respuesta del producto total cuando todos los factores se incrementan proporcionalmente. En ese sentido, se pueden encontrar los siguientes tipos de rendimientos:

- a. Rendimientos constantes de escala: se presenta cuando la cantidad utilizada de todos los factores y la cantidad obtenida de producto varían en la misma proporción.
- b. Rendimientos crecientes de escala: sucede cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una proporción mayor.
- c. Rendimientos decrecientes de escala: se presenta cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una proporción determinada, la cantidad obtenida de producto varía en una proporción menor.

Fontalvo et al. (2018) señala que, dentro del Análisis Envolvente de Datos, el modelo DEA - CCR corresponde a un modelo con retornos a escala constante y el modelo DEA - BCC corresponde a un modelo con retornos a escala variables:

a. Modelo DEA - CCR

Charnes, Cooper y Rhodes (1978) proponen un modelo para determinar la eficiencia de una Unidad Tomadora de Decisiones (Decision Making Unit – DMU) partiendo de la maximización del cociente entre la suma ponderada de outputs y la suma ponderada de inputs, sujeto a que dicho cociente sea inferior o igual a uno para todas las DMU's analizadas, como se muestra a continuación:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (\text{modelo 1})$$

sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i \geq 0; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

donde:

y_{rj} , x_{ij} son los s outputs y m inputs respectivamente, de la DMU j

$u_r, v_i \geq 0$ son las ponderaciones de los outputs e inputs respectivamente, que serán determinados por el modelo en total de DMU's analizadas.

b. Modelo DEA – BCC

Banker, Charnes y Cooper (1984) realizan una extensión del modelo DEA-CCR y lo llaman DEA-BCC. El planteamiento de este modelo básico es igual al modelo DEA-CCR; la diferencia se encuentra en que este modelo introduce el supuesto de rendimientos variables a escala.

El modelo DEA-BCC output orientado busca la maximización de los outputs, dado el nivel de inputs, teniendo en cuenta el supuesto de rendimientos variables a escala, como se observa a continuación:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + k_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (\text{modelo 2})$$

sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + k_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i \geq 0; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

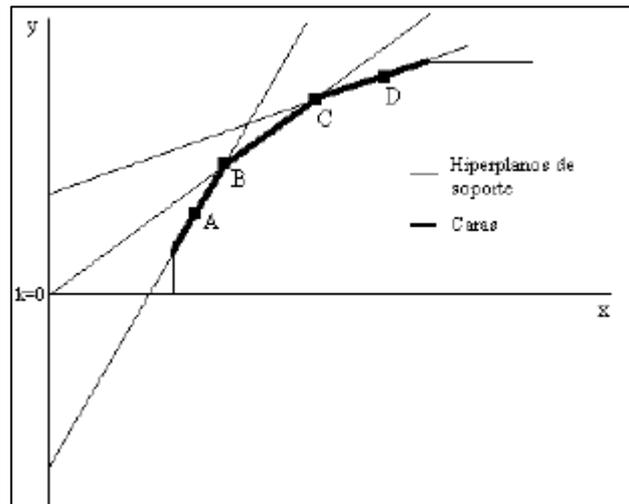
Si comparamos el problema dado en el modelo (2) con el modelo (1), se observa cómo la definición de la medida de eficiencia bajo el supuesto de rendimiento variable de escala, $h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + k_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$, es similar a la fórmula de rendimientos constantes a escala

$h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$. La diferencia entre una y otra medida de eficiencia se presenta debido a que, en el segundo caso, al valor del output ponderado se le suma un término constante k_0 , que en el supuesto de rendimientos constantes toma el valor de cero.

Este término constante k es el valor del intercepto en el eje output (y) de la proyección de cada segmento o cara que define la frontera (Norman y Stocker, 1991) como se ve en la Figura 2.

Figura 2

Frontera de Modelo BCC input orientado



Nota: Adaptado de Coll y Blasco, 2006.

Por lo que la formulación general de la medida de la eficiencia es:

$$\frac{\text{suma pondera de Outputs} + \text{Constante } k}{\text{Suma ponderada de Inputs}}$$

Los rendimientos de escala pueden ser estudiados usando DEA al estimar el signo de la constante k . De manera que si la solución óptima del modelo (2) para la DMU_0 es:

- $k_0 > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes de escala
- $k_0 = 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos constantes de escala
- $k_0 < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes de escala

De acuerdo con Restrepo (2017), el método DEA CCR es recomendado para casos de evaluación de eficiencia de unidades de producción homogéneas, mientras que el DEA BCC es aplicable a unidades de producción con rendimientos marginales variables y heterogéneas. Asimismo, la autora comenta que el DEA permite responder a tres objetivos concretos relacionados con la eficiencia productiva que son:

1. Nivel de eficiencia de cada unidad de producción
2. La relación entre el input y el output
3. Requerimientos de las unidades de producción no eficientes para dejar de serlo

2.2.2. Concepto de productividad

Según Farrell (1957), la productividad de una determinada unidad productiva se define como la relación existente entre los resultados y los recursos empleados en su producción. De esta manera se mide cómo se están aprovechando los recursos. Para el caso de una sola salida (input) y una sola entrada (output):

$$Productividad = \frac{Producción\ creada}{Recurso\ consumido} = \frac{Salida}{Entrada} = \frac{Output}{Input}$$

En algunas ocasiones, existe dificultad en medir el nivel de las entradas y las salidas, ya que puede suceder que los recursos o los productos no sean fácilmente mensurables. Por último, una vez realizadas las mediciones, es necesario tener un criterio para sumar entradas y salidas que tengan diferentes unidades de medida. Para el caso de varias entradas y varias salidas, la expresión matemática es:

$$Productividad = \frac{Suma\ ponderada\ de\ salidas}{Suma\ ponderada\ de\ entradas}$$

Adicionalmente, se puede detonar así:

$$Salida\ virtual_j = \sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}$$

$$Entrada\ virtual_j = \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}$$

y_{kj} la cantidad de salida o resultado “k” que produce la misma unidad “j”

x_{ij} la cantidad de entrada o recurso “i” utilizado por la unidad “j”

u_{ij} y v_{kj} son los pesos correspondientes a cada salida y entrada respectivamente.

m número total de entradas consideras de la unidad “j”

s número total de salidas consideras de la unidad “j”

De lo ya explicado, se puede redefinir la productividad como:

$$Productividad = \frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}$$

Con esta expresión se puede determinar la productividad de una unidad productiva, valga la redundancia. Sin embargo, para obtener el índice que nos permita comparar unas unidades con otras similares se debe utilizar otro concepto: eficiencia relativa.

2.2.3. Concepto de eficiencia

El Diccionario de la Lengua Española (DLE) señala respecto al término “eficiencia” lo siguiente: Del lat. *efficientia*. 1. f. Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. 2. f. Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos” (Real Academia Española, 2022). De manera sencilla, podría decirse que la eficiencia no es más que el buen uso de los recursos requeridos para un proceso, de manera que de esta práctica se obtengan los mejores y mayores resultados posibles.

A partir de esta orientación, se asume entonces que el concepto de eficiencia tiene una alta inherencia con los asuntos económicos, entendiendo que la ciencia orienta a las prácticas que hace la sociedad para la utilización más efectiva de los recursos limitados. Incluso, uno de los objetivos de la ciencia económica se concentra en el logro de esta condición (Rojas, 2018, p. 12).

De manera general, Chiavenato (2004) refiere que la eficiencia “significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados” (p. 52).

La expresión que define la eficiencia relativa es:

$$Eficiencia_j = \frac{Productividad_j}{Productividad_{max}} = \frac{\frac{Salida\ Virtual_j}{Entrada\ virtual_j}}{\frac{Salida\ Virtual_{max}}{Entrada\ virtual_{max}}}$$

subíndice j: indica la unidad que se va a estudiar

subíndice max: indica la unidad de máxima

Eficiencia global: cuando se toma como unidad de referencia la de mayor productividad entre las “j” que están en estudio.

Eficiencia técnica: se utiliza cuando se toma como como unidad de referencia la de mayor productividad de entre las unidades de su tamaño.

Eficiencia de escala: es el cociente entre la eficiencia global y la eficiencia técnica.

$$\text{Eficiencia de escala} = \frac{\text{Eficiencia global}}{\text{Eficiencia Técnica}}$$

En la literatura, de acuerdo con Iregui et al. (2007), la eficiencia se puede estimar como la brecha existente entre el valor de una determinada empresa frente al valor óptimo que se define a través de las Función de Producción Eficiente.

a. Tipos de eficiencia

Farrell (1957) partió por conceptualizar lo que se entiende por eficiencia y en particular determinó dos tipos: la eficiencia técnica y la eficiencia de precios o asignativa. La primera define la capacidad de una empresa para obtener el máximo producto con la menor cantidad de insumos; la segunda trata sobre la máxima producción posible, pero con un menor costo.

Los estudios de eficiencia se basan en los postulados de Farrell (1957) sobre la estimación de la Función de Producción Eficiente en función de un conjunto de datos que contienen los insumos y los productos de empresas o industrias. No obstante, Farrell (1957) establecía la Frontera de Producción Eficiente como dada. Por ello, surgen métodos para estimar dicha frontera. Según Villarreal y Tohmé (2017), dentro de los estudios pueden identificarse diversas metodologías que pueden agruparse como paramétricos o no paramétricos y estocásticos o determinísticos, dependiendo del supuesto que se realice sobre la forma funcional de la Función de Producción Eficiente y sobre la desviación o variación de los niveles de eficiencia.

b. Componentes de la eficiencia

La eficiencia económica consiste en maximizar el bienestar agregado o colectivo de los miembros de la comunidad. Los economistas comúnmente dicen que la eficiencia

económica requiere de la satisfacción de tres componentes (Productivity Commission, 2013).

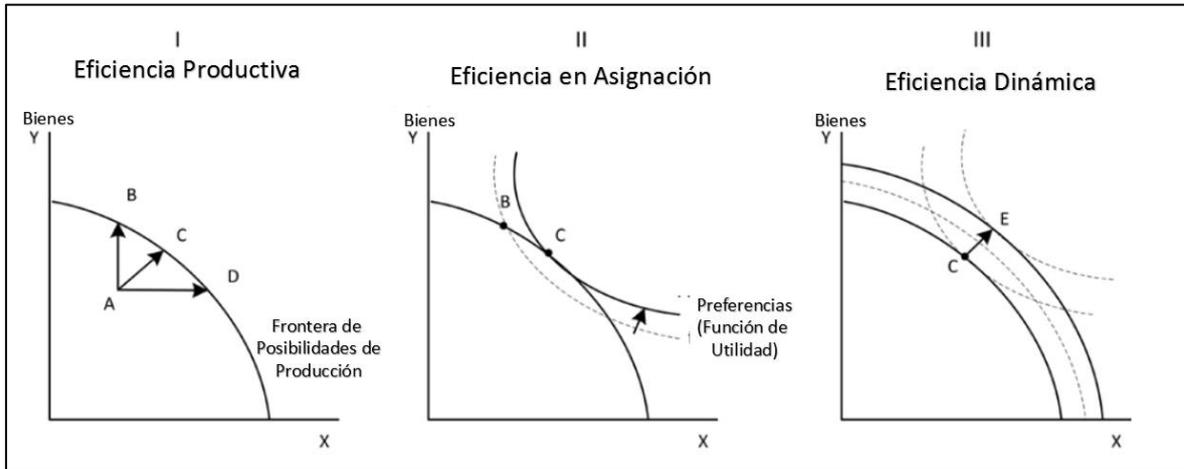
La eficiencia productiva se logra cuando la producción se produce a un costo mínimo. Esto ocurre cuando no se puede producir más productos dados los recursos disponibles, es decir, la economía se encuentra en su frontera de posibilidades de producción (FPP). En el panel I de la Figura 3 se muestra que, un cambio de A hacia B, o hacia C o hacia D es una mejora en la eficiencia productiva.

La eficiencia productiva incorpora la eficiencia técnica, que se refiere a la medida en que es técnicamente factible reducir cualquier insumo sin disminuir la producción y sin aumentar ningún otro insumo. Cuando se usa más de una entrada, o se produce más de una salida, la relación entre salidas y entradas solo se puede formar si las entradas y salidas se suman en dos escalares. Si los precios se utilizan para ese propósito, entonces la eficiencia técnica se funde con la eficiencia productiva. La eficiencia en la asignación consiste en garantizar que la comunidad obtenga el mayor rendimiento (o utilidad) de sus escasos recursos. Los recursos de un país se pueden utilizar de muchas maneras diferentes. La mejor o más eficiente asignación de recursos los usa de la manera que más contribuye al bienestar de la comunidad. En el panel II a continuación, el cambio de B a C es una mejora en la eficiencia de asignación, ya que se puede lograr un mayor nivel de utilidad haciendo coincidir mejor la combinación de productos con las preferencias.

La eficiencia dinámica se refiere a la asignación de recursos a lo largo del tiempo, incluidas las asignaciones diseñadas para mejorar la eficiencia económica y generar más recursos. Esto puede significar encontrar mejores productos y mejores formas de producir bienes y servicios. En el panel III esto se representa como un cambio en la frontera de posibilidades de producción a medida que la economía pasa de C a E. Este cambio puede surgir de la innovación (producir más con menos) y del crecimiento de recursos como el capital y la mano de obra. Las mejoras en la eficiencia dinámica traen consigo un crecimiento en los estándares de vida a lo largo del tiempo.

Figura 3

Componentes de la eficiencia económica



Nota: Adaptado de Productivity Commission, 2013.

En resumen, una actividad es económicamente eficiente si no hay otro uso de los recursos que produzca un mayor valor o beneficio neto. Alternativamente, una actividad es económicamente ineficiente si sus costos exceden sus beneficios; o si se puede demostrar que los recursos podrían usarse para producir algo con un beneficio neto mayor.

En particular, trabajar con una Función de Producción Eficiente bajo el enfoque no paramétrico no requiere de supuestos iniciales sobre la forma funcional, simplemente se requiere de técnicas de optimización lineal. Se determina así una “envoltura” convexa al origen sobre los puntos dentro del espacio de puntos de insumos y productos, análisis que se enmarca dentro del conocido Análisis Envoltante de Datos (Olmedo Vázquez, Minjares Lugo, Camacho Poyato, Hernández Hernández y Rodríguez Díaz, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El estudio se encuentra inmerso en el marco de investigación analítica de tipo cuantitativo, ya que busca establecer las relaciones de causa-efecto entre las variables que representan los insumos y la variable salida que representa el producto.

3.2. Hipótesis

3.2.1. General

En el año 2019 los aeropuertos concesionados presentan mayores niveles de eficiencia que los aeropuertos no concesionados de Perú.

3.2.2. Específicas

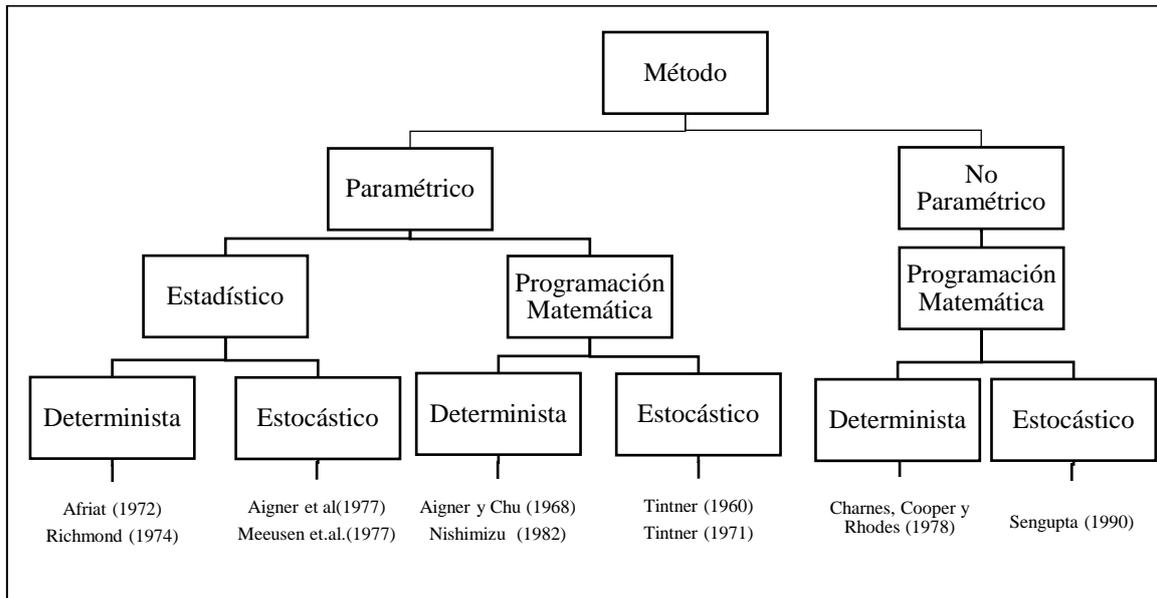
1. El grupo de aeropuertos concesionados tiene mayor productividad en comparación con los aeropuertos no concesionados de Perú en el año 2019.
2. El número de empleados contratados en cada aeropuerto es la variable que permite la mayor reducción de los costos en los aeropuertos.

3.3. Método de investigación

El Análisis Envolvente de Datos emplea un método no paramétrico sustentado en la programación matemática. Los métodos de estimación para construir la frontera de producción eficiente pueden clasificarse en métodos paramétricos o no – paramétricos, en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los Inputs con los Outputs. En la Figura 4 se presenta una estructura gráfica que muestra los principales métodos para estimar la frontera de producción eficiente.

Figura 4

Métodos de Estimación



Nota: Adaptado de Coll y Blasco, 2006.

3.4. Métodos de recolección de información

La fuente de información es de tipo secundario, ya que se trabajó con la información manejada en el portal de CORPAC y por solicitud a través de la mesa de partes del OSITRAN.

3.5. Tratamiento de la información

Los principales resultados serán presentados a través de tablas y gráficos. Para procesar la información y la aplicación del modelo Análisis Envolvente de Datos, se utilizó Microsoft Excel haciendo uso del programa “DEA – Solver – Learning Version (LV 8.0)”.

El primer paso consiste en organizar la información de los inputs y outputs en un formato adecuado en una hoja de Excel. El segundo paso trata de definir el modelo, de acuerdo con el tipo de rendimiento y orientación elegido para procesar la información. Para el presente estudio se obtendrá el índice de eficiencia de escala relacionando la eficiencia global, la cual se estima con un modelo DEA con retornos constantes a escala (CCR) con orientación *input*. La eficiencia técnica se halla mediante la estimación del modelo DEA con retornos variables a escala (BCC) con orientación *input*.

3.6. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental de tipo analítico centrado en la aplicación de la técnica del Análisis Envolvente de Datos, siendo esta la herramienta que permitirá determinar los niveles de eficiencia de las empresas aeroportuarias y así demostrar la veracidad de las hipótesis planteadas.

Se plantea la aplicación del Análisis Envolvente de Datos de manera general, en función a tres fases de operación: un análisis de eficiencia de escala que relaciona la eficiencia global (DEA CCR Input) y la eficiencia técnica (DEA BCC input). Además, con la técnica DEA BCC Input se determinará los rendimientos de escala variables para luego proponer oportunidades de mejora. Por último, la técnica DEA BCC también permitirá reconocer qué variables permiten la mayor reducción de costos en los aeropuertos.

3.7. Población y muestra

La Población de estudio consiste en el universo de aeropuertos de Perú, sin embargo, la muestra se limitó a todos aquellos aeropuertos con disponibilidad de información. Además, se consideraron como aeropuertos que podían ser incluidos en el estudio los siguientes:

1. Los que dispusieran de la data completa de las variables a medir.
2. Los que brindaran dentro de sus servicios tanto el transporte de carga como el de pasajeros.

En función a las pautas anteriores, se clasificó los aeropuertos como concesionados y no concesionados, como muestra la Tabla 3.

Tabla 3

Cantidad de Aeropuertos del estudio al año 2019

| Aeropuertos concesionados | | Aeropuertos no concesionados |
|---------------------------|----------------|------------------------------|
| 1. Lima | 8. Chachapoyas | 1. Cusco |
| 2. Trujillo | 9. Talara | 2. Jauja |
| 3. Pisco | 10. Tarapoto | 3. Yurimaguas |
| 4. Cajamarca | 11. Piura | 4. Huánuco |
| 5. Anta | 12. Pucallpa | 5. Atalaya |
| 6. Tumbes | 13. Chiclayo | 6. Tingo María |
| 7. Iquitos | | 7. Andahuaylas |

Nota: Adaptado de CORPAC S.A., 2019.

La información de los aeropuertos no concesionados para la presente investigación se tomará de CORPAC S.A. (Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial).

En el año 2019, CORPAC S.A. administró un total de veintiocho aeropuertos y aeródromos que registran movimientos comerciales, militares y vuelos no regulares, a nivel nacional. Así, el ámbito de influencia de CORPAC se extiende prácticamente a todos los departamentos del Perú, tal como se aprecia en la tabla 1. De estos, para el análisis se ha obtenido información de siete aeropuertos, incluido el Aeropuerto Internacional teniente Alejandro Velasco Astete (Cusco).

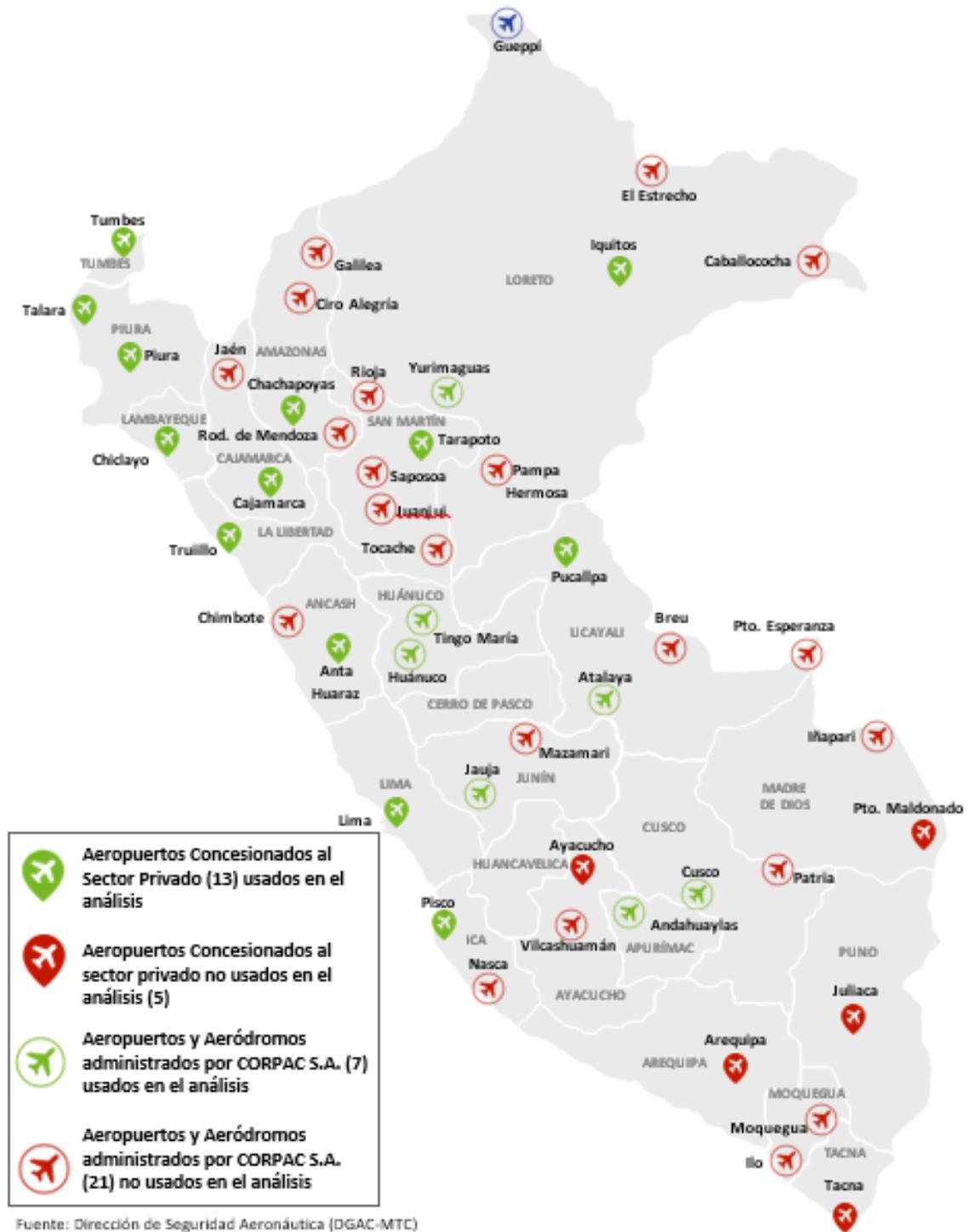
Por otro lado, respecto al aeropuerto de Lima, administrado por Lima Airport Partners, sí se obtuvo información de sus Memorias Anuales, así como de la información brindada por el OSITRAN.

De los administrados por Aeropuertos del Perú se obtuvo información de todos sus aeropuertos (Trujillo, Pisco, Cajamarca, Anta, Tumbes, Iquitos, Chachapoyas, Talara, Tarapoto, Piura, Pucallpa y Chiclayo), también brindada por el OSITRAN.

Para el caso de Aeropuertos Andinos Del Perú, que administra los aeropuertos de Ayacucho, Puerto Maldonado, Juliaca, Arequipa y Tacna no se encontró información disponible, ya que, al ser una empresa privada no regulada, no está sujeta a proveer información. Para mayor visión revisar la Figura 5.

Figura 5

Mapa de los Aeropuertos peruanos al año 2019

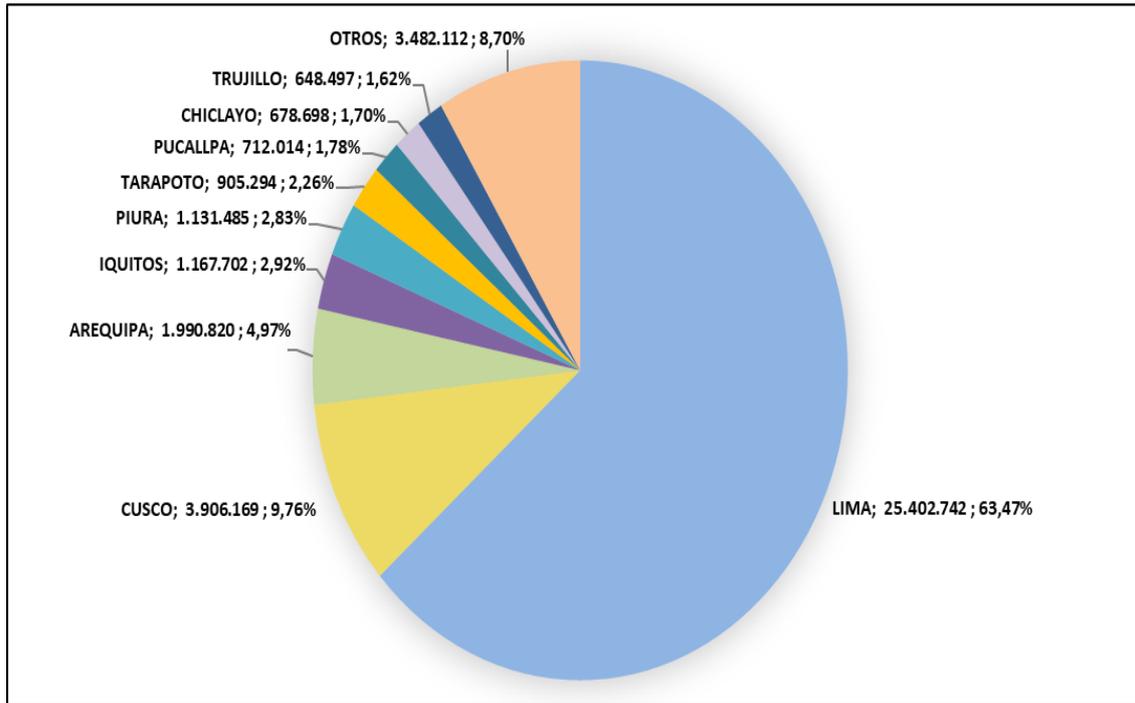


Nota: Adaptado de Dirección General de Aeronáutica Civil – DGAC, 2019.

En general, el mayor movimiento de pasajeros se encuentra concentrado en los aeropuertos de Lima con 25.402.742; Cusco con 3.906.169; Arequipa con 1.990.820; Iquitos con 1.167.702; Piura con 1.131.485; Tarapoto con 905.294; Pucallpa con 712.014; Chiclayo con 678.698; Trujillo con 648.497, entre otros (ver Figura 6).

Figura 6

Pasajeros por Aeropuerto en el año 2019



3.8. Identificación de variables

De la revisión de la literatura existente, se presenta las variables que son parte del análisis de la eficiencia y que se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4

Variables de Insumo y Producto aplicadas en estudios de Eficiencia de Aeropuertos

| Variables Insumo (Input) | Variables Producto (Output) |
|---|------------------------------------|
| 1. Área de las pistas. | 1. Operaciones |
| 2. Área del edificio terminal de pasajeros. | (despegues/aterrizajes) |
| 3. Número de empleados | 2. Pasajeros transportados. |
| 4. Costo operativo | 3. Carga aérea transportada. |
| 5. Gasto de Personal | |

a. Procedimiento

Tomando en consideración el método del análisis envolvente de datos, se procedió a ordenar las variables Input y Output de acuerdo como se presenta en la Tabla 5:

Tabla 5

Variables de Insumo y Producto para el análisis envolvente de datos

| Tipo | Variable | Código | Unidades |
|----------------|--------------------------------|--------|----------|
| Output° | Operaciones | (O)OPE | Unidad |
| | Pasajeros | (O)PAX | Unidad |
| | Carga | (O)CAR | TM |
| Input | Costo Operativo | (I)CO | Soles |
| | Gasto de Personal | (I)GP | Soles |
| | Área de las pistas | (I)AP | M2 |
| | Área del Terminal de Pasajeros | (I)AT | M2 |
| | N° de empleados | (I)EMP | Unidad |

Para el análisis de eficiencia global, se estimó el índice de eficiencia técnica con retornos a escala constante (DEA – CCR) orientadas al input.

Para el análisis de eficiencia técnica se estimó el índice de eficiencia técnica con retornos de escala variable (DEA - BCC) orientadas al input.

b. Proceso de análisis de los datos

Teniendo como base los lineamientos procedimentales del método de análisis envolvente de datos, se calculó la eficiencia global haciendo uso del software DEA Solver LV versión 8.0. Según Coelli (2005), en condiciones de rendimientos constantes a escala (eficiencia global), orientadas a insumos o productos, dan lugar a idénticas medidas, por lo cual en este caso se hizo la corrida del DEA BCC con orientación al input para cada DMU_j (aeropuerto). Posteriormente, para el cálculo del DEA BCC se utilizó el software DEA Solver LV Ver 8.0 y se consideraron las mismas variables de Output del análisis anterior e igual las del Input.

De las salidas del programa se consideraron los siguientes elementos:

RANK Para medir la eficiencia de los aeropuertos

RTS Para medir la relación Input/Output, de acuerdo con el siguiente criterio:

Constant -> Relación constante: un incremento en el input genera un efecto en la misma proporción en los outputs (RTS = 1)

Decreasing -> Relación Decreciente -> Es necesario invertir proporcionalmente más inputs para obtener una unidad adicional del Output (RTS>1)

Increasing -> Relación Creciente-> Es necesario invertir proporcionalmente menos inputs para obtener una unidad adicional del Output (RTS<1)

Al momento de correr el modelo, los RTS que nos brinda son los rendimientos constantes de escala y crecientes de escala.

SLACK Indica los requerimientos de modificación del Input o metas del Output requeridos por los aeropuertos para ser eficientes. Por otro lado, se observará las variables del Input más usadas como recomendación, entendiéndolas como las más sensibles y, por ende, las más significativas.

c. Limitaciones

Debido a la no disponibilidad de información del grupo concesionario por Aeropuertos Andinos del Perú, no se pudo analizar los aeropuertos de Ayacucho, Puerto Maldonado, Juliaca, Arequipa y Tacna. Además, la pandemia generó la caída del transporte aéreo por lo cual no se pudo realizar el análisis con la información de los periodos 2020, 2021 y 2022, ya que son periodos de recuperación del sector.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En consideración a los aspectos señalados en el contexto metodológico, se procedió al cálculo de los indicadores de eficiencia para los 20 aeropuertos del estudio que cumplieron con los criterios de inclusión y los resultados obtenidos son descritos a continuación.

4.1. Medición de la eficiencia de los aeropuertos

4.1.1. Cálculo de la eficiencia global

La Tabla 6 muestra una estadística descriptiva de la eficiencia global (EG) que implica un modelo de retornos constantes. Entiéndase por productividad el valor de la Eficiencia Global de cada aeropuerto, según el marco teórico descrito y que, como resultado de la corrida del solver, brindó los siguientes valores:

Tabla 6

Resultados del análisis y estimación del Índice de Eficiencia Global - 2019

| Ranking | DMU - Aeropuerto | Tipo de Aeropuerto | Eficiencia Global | Eficiencia Técnica | Eficiencia de Escala |
|---------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | Lima | Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2 | Pisco | Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 3 | Talara | Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 4 | Piura | Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 5 | Atalaya | No Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 6 | Cusco | No Concesionado | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 7 | Tarapoto | Concesionado | 0,9813 | 1,0000 | 0,9813 |
| 8 | Iquitos | Concesionado | 0,8644 | 0,9550 | 0,9051 |
| 9 | Pucallpa | Concesionado | 0,7081 | 0,7590 | 0,9329 |
| 10 | Cajamarca | Concesionado | 0,6233 | 0,8385 | 0,7434 |
| 11 | Trujillo | Concesionado | 0,5972 | 0,6862 | 0,8703 |
| 12 | Chiclayo | Concesionado | 0,5863 | 0,7111 | 0,8245 |
| 13 | Jauja | No Concesionado | 0,4646 | 0,7239 | 0,6418 |
| 14 | Tumbes | Concesionado | 0,4241 | 0,7069 | 0,5999 |
| 15 | Yurimaguas | No Concesionado | 0,1863 | 0,9002 | 0,2070 |
| 16 | Huánuco | No Concesionado | 0,1582 | 0,6014 | 0,2631 |
| 17 | Chachapoyas | Concesionado | 0,1351 | 1,0000 | 0,1351 |
| 18 | Tingo Maria | No Concesionado | 0,0995 | 0,8195 | 0,1214 |
| 19 | Anta | Concesionado | 0,0219 | 1,0000 | 0,0219 |
| 20 | Andahuaylas | No Concesionado | 0,0031 | 0,6829 | 0,0045 |

Los aeropuertos que toman el valor de $EG=1$ son 6: Lima, Pisco, Talara, Piura, Atalaya y Cusco. Sin embargo, los 14 aeropuertos restantes tienen una $EG<1$: Tarapoto, Iquitos, Pucallpa, Cajamarca, Trujillo, Chiclayo, Jauja, Tumbes, Yurimaguas, Huánuco, Chachapoyas, Tingo Maria, Anta y Andahuaylas.

Según lo observado en la Tabla 7, el promedio de la eficiencia global, según el tipo de aeropuerto, muestra que los aeropuertos concesionados tienen un score de 0,6878 y los aeropuertos no concesionados tienen un score de 0,4160, lo que indica que las empresas aeroportuarias concesionadas tienen una mayor eficiencia global.

Tabla 7

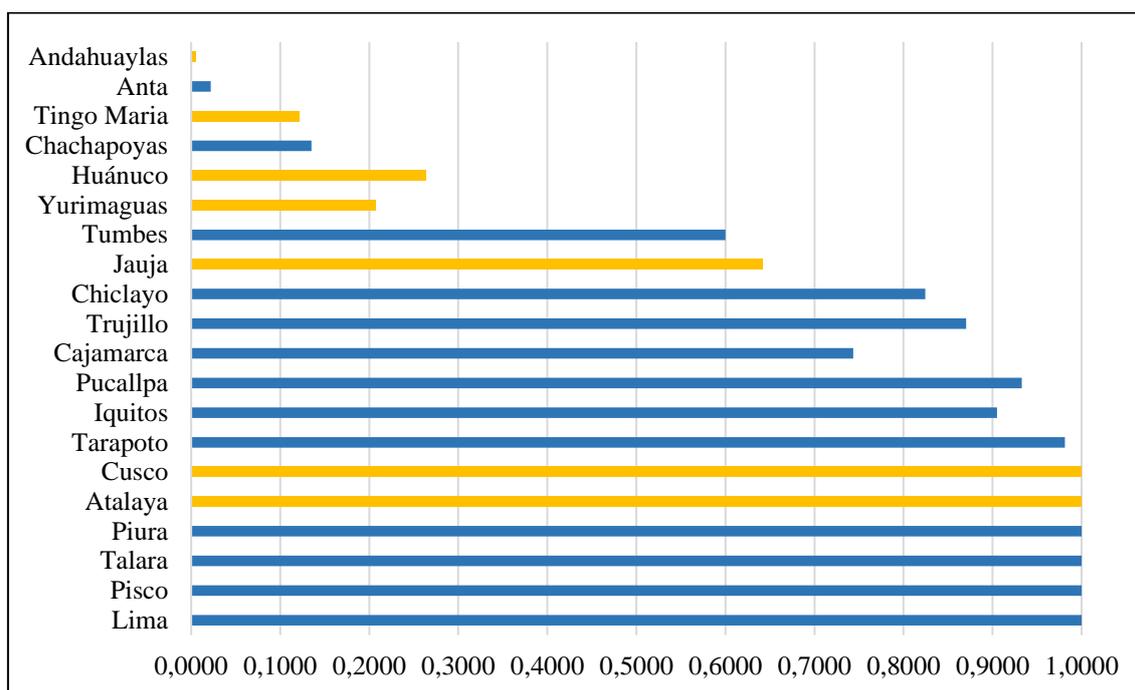
Eficiencia Global Promedio según tipo de aeropuerto - 2019

| | Concesionado | No Concesionado |
|----------------------------|---------------------|------------------------|
| Eficiencia global promedio | 0,6878 | 0,4160 |

Por otro lado, la eficiencia de escala (EE) puede ser interpretada como la parte de la ineficiencia presente en la eficiencia global, que obedece a la escala de producción de las diferentes DMUj. Por tanto, $EG= ET * EE$. Si $EE=1$, la unidad analizada (DMUj) no presentaría ineficiencias de escala; por el contrario, si la $EE<1$ existiría ineficiencias de escala. En la Figura 7, se muestra valores bajos de eficiencia de escala. Los aeropuertos que toman el valor de $EE=1$ son 6: Lima, Pisco, Talara, Piura, Atalaya y Cusco. Sin embargo, los 14 aeropuertos restantes tienen una $EE<1$: Tarapoto, Iquitos, Pucallpa, Cajamarca, Trujillo, Chiclayo, Jauja, Tumbes, Yurimaguas, Huánuco, Chachapoyas, Tingo María, Anta y Andahuaylas.

Figura 7

Índice de Eficiencia de Escala de los Aeropuertos (%) al año 2019



Nota: Los aeropuertos no concesionados se distinguen con la barra color amarillo.

El promedio de la eficiencia a escala, según el tipo de aeropuerto, muestra que los aeropuertos concesionados tienen un score de 0,7703 y los aeropuertos no concesionados tienen un score de 0,4625, lo que indica que las empresas aeroportuarias concesionadas tienen una mayor eficiencia a escala (ver Tabla 8).

Tabla 8

Eficiencia de Escala Promedio según tipo de aeropuerto - 2019

| | Concesionado | No Concesionado |
|------------------------------|--------------|-----------------|
| Eficiencia a escala promedio | 0,7703 | 0,4625 |

En este modelo input orientado, el valor menor a 1 significa que existe la posibilidad de reducir las cantidades de inputs empleados y, por lo tanto, la producción se considera ineficiente. Los aeropuertos no concesionados son más ineficientes debido a sus altos costos e infraestructura poco especializada. La explotación eficiente de los aeropuertos depende de la existencia de elementos materiales como la estructura física de los aeropuertos (terminales aéreas, las pistas y demás instalaciones), y en cómo son demandados por mayor cantidad de usuarios en consideración a los servicios de transporte de pasajeros y/o de carga.

Sin embargo, entran en consideración también los otros elementos del Input como son la cantidad de trabajadores que operan los aeropuertos, los costos operativos y de personal, entre otros. Lo anterior resultará en su uso eficiente en la medida en que se destine a la atención de un mayor número de operaciones aeroportuarias, de transporte de pasajeros y de carga.

En el caso de estudio, Andahuaylas es el aeropuerto con menor eficiencia global (0,0031) y menor eficiencia de escala (0,0045). La infraestructura es precaria, pues cuenta con un terminal pequeño que necesita refacciones. Además, tiene altos costos en gasto de personal y operativo. Este aeropuerto tiene instalaciones inadecuadas y no tiene la capacidad para atender la demanda de los servicios aeroportuarios.

De todas formas, al existir ineficiencias de escala para el año 2019, es conveniente analizar si las unidades (DMUj) operan a rendimientos crecientes o decrecientes y proponer posibles correctivos.

4.1.2. Análisis de la eficiencia técnica por análisis envolvente de datos BCC-Input

La utilización del modelo BCC se centra en referir cada DMU a la de mayor productividad entre las de su tamaño y la consideración de que el proceso de funcionamiento de los aeropuertos se enmarca en una condición de rendimientos a escala variables, es decir, que la variación de las cantidades de Inputs no tiene un efecto constante en los rendimientos del Output. A los fines de precisar el análisis de acuerdo con la técnica DEA – BCC input, se procedió a procesar los datos con el software correspondiente.

a. Eficiencia técnica

Como se evidencia en la Tabla 9, de acuerdo con el análisis envolvente de datos, los aeropuertos que están en la frontera de producción eficiente son nueve: Lima, Pisco, Anta, Chachapoyas, Talara, Tarapoto, Piura, Atalaya y Cusco. Los demás deben realizar ajustes a sus procesos para alcanzar un nivel óptimo centrado en la reducción de sus inputs. Además, de los nueve aeropuertos eficientes, solo dos son no concesionados. Los once restantes son ineficientes y, de estos, cinco aeropuertos son no concesionados. A continuación, se presenta el nivel de eficiencia técnica de los aeropuertos del estudio:

Tabla 9*Ranking de Eficiencia de los Aeropuertos según DEA – BCC Input - 2019*

| No. | DMU | Tipo de Aeropuerto | Score (Eficiencia Técnica) | Rank (orden) |
|-----|-------------|--------------------|----------------------------|--------------|
| 1 | Lima | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 2 | Pisco | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 3 | Anta | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 4 | Chachapoyas | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 5 | Talara | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 6 | Tarapoto | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 7 | Piura | Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 8 | Atalaya | No Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 9 | Cusco | No Concesionado | 1,0000 | 1 |
| 10 | Iquitos | Concesionado | 0,9550 | 10 |
| 11 | Yurimaguas | No Concesionado | 0,9002 | 11 |
| 12 | Cajamarca | Concesionado | 0,8385 | 12 |
| 13 | Tingo Maria | No Concesionado | 0,8195 | 13 |
| 14 | Pucallpa | Concesionado | 0,7590 | 14 |
| 15 | Jauja | No Concesionado | 0,7239 | 15 |
| 16 | Chiclayo | Concesionado | 0,7111 | 16 |
| 17 | Tumbes | Concesionado | 0,7069 | 17 |
| 18 | Trujillo | Concesionado | 0,6862 | 18 |
| 19 | Andahuaylas | No Concesionado | 0,6829 | 19 |
| 20 | Huánuco | No Concesionado | 0,6014 | 20 |

El promedio de la eficiencia técnica, según el tipo de aeropuerto, muestra que los aeropuertos concesionados tienen un score de 0,8969 y los aeropuertos no concesionados tienen un score de 0,8183, lo que indica que las empresas aeroportuarias concesionadas tienen una mayor eficiencia técnica; sin embargo, la diferencia entre ambos valores se reduce ampliamente.

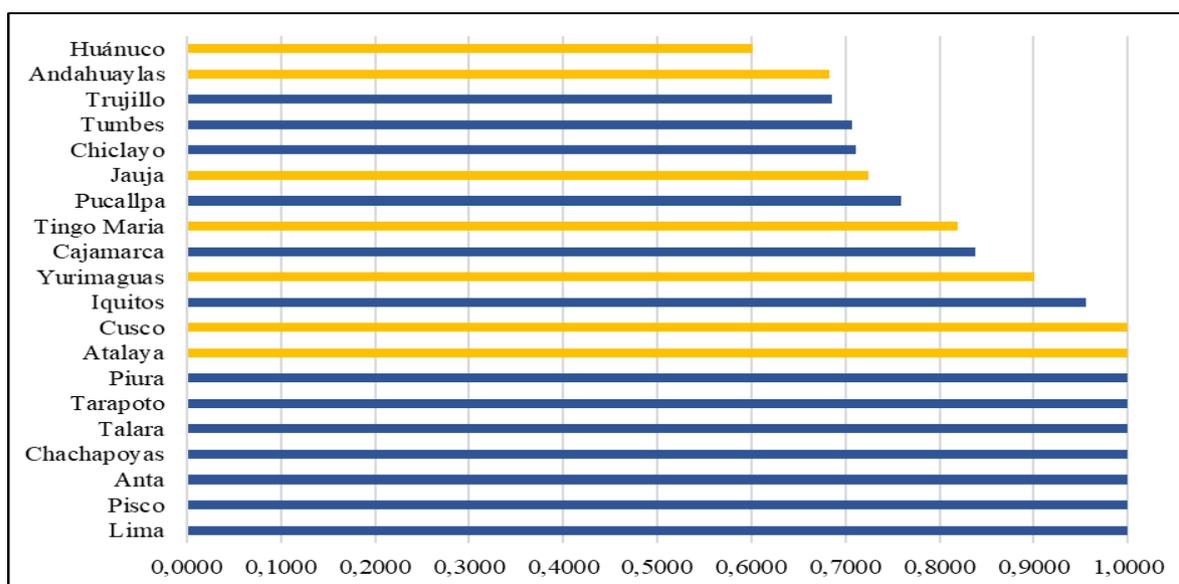
b. Relación entre Inputs y Outputs (Rendimientos)

El comportamiento de la relación Input/Output se proyectó de la manera siguiente en la Tabla 10:

Tabla 10*Relación Input/Output (RTS) según DEA- BCC Input - 2019*

| No. | DMU | Score | RTS of Projected DMU |
|-----|-------------|--------|----------------------|
| 1 | Lima | 1,0000 | Constant |
| 2 | Pisco | 1,0000 | Constant |
| 3 | Anta | 1,0000 | Increasing |
| 4 | Chachapoyas | 1,0000 | Increasing |
| 5 | Talara | 1,0000 | Constant |
| 6 | Tarapoto | 1,0000 | Increasing |
| 7 | Piura | 1,0000 | Constant |
| 8 | Atalaya | 1,0000 | Increasing |
| 9 | Cusco | 1,0000 | Constant |
| 10 | Iquitos | 0,9550 | Increasing |
| 11 | Yurimaguas | 0,9002 | Increasing |
| 12 | Cajamarca | 0,8385 | Increasing |
| 13 | Tingo Maria | 0,8195 | Increasing |
| 14 | Pucallpa | 0,7590 | Increasing |
| 15 | Jauja | 0,7239 | Increasing |
| 16 | Chiclayo | 0,7111 | Increasing |
| 17 | Tumbes | 0,7069 | Increasing |
| 18 | Trujillo | 0,6862 | Increasing |
| 19 | Andahuaylas | 0,6829 | Increasing |
| 20 | Huánuco | 0,6014 | Increasing |

Como se observa en la Figura 8, hay once aeropuertos ineficientes que presentan rendimientos de escala crecientes, es decir, que los efectos proporcionales de las variaciones en el Input tienen consecuencias proporcionalmente más elevadas en el output.

Figura 8*Índice de Eficiencia Técnica de los Aeropuertos según DEA BCC Input al año 2019*

Nota: Los aeropuertos no concesionados se distinguen con la barra color amarillo.

Al ser un modelo orientado a los insumos, el estudio muestra cómo cada DMU puede reducir sus entradas hasta alcanzar su frontera eficiente.

c. Mejoras o ajustes que deben realizar los aeropuertos para alcanzar el óptimo eficiente

En consideración a los resultados obtenidos, a continuación, se presenta los ajustes en el uso del Input y metas de Output que deben realizar los aeropuertos no eficientes para alcanzar niveles dentro de la frontera de eficiencia:

- Para el caso del aeropuerto de Trujillo, debe disminuir el gasto de personal en S/ 183.319,97 y reducir la nómina en tres empleados. Asimismo, debe incrementar el peso total de carga en 544.366,47 toneladas. Las recomendaciones de reducción del área de las pistas y del edificio de la terminal se obvian, ya que los aeropuertos tienen prospección al aumento de sus operaciones en el tiempo y esos espacios se requerirán a futuro.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|----------|--------|----|------------|-----------|-----------|-------|-----|-----|------------|
| Trujillo | 0,6862 | 0 | 183.319,97 | 7.191,183 | 1.303,073 | 3,159 | 0 | 0 | 544.366,47 |

- En lo que se refiere al aeropuerto de Cajamarca, debe disminuir el gasto de personal en S/ 141.151,94 y reducir la nómina en un empleado. Asimismo, debe incrementar las operaciones en general en 2.998 y el peso total de carga en 473.279,50 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|-----------|--------|----|------------|------------|---------|-------|----------|-----|-----------|
| Cajamarca | 0,8385 | 0 | 141.151,94 | 22.647,908 | 392,562 | 0,708 | 2.998,07 | 0 | 473.279,5 |

- En lo que se refiere al aeropuerto de Tumbes, debe disminuir el gasto de personal en S/ 25.486,46 y reducir la nómina en dos empleados. Asimismo, debe incrementar las operaciones en general en 2,718 y el peso total de carga en 655,141.27 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|--------|--------|----|-----------|------------|---------|------|---------|-----|------------|
| Tumbes | 0,7069 | 0 | 25.486,46 | 20.421,268 | 306,149 | 1,78 | 2.717,8 | 0 | 655.141,27 |

- En lo que respecta al aeropuerto de Iquitos, solo se considera cambios al nivel del Input, siendo estos: reducir el gasto en personal en S/ 157.074,65 y el número de empleados en veinticinco.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|---------|--------|----|------------|------------|---------|-------|-----|-----|-----|
| Iquitos | 0,9550 | 0 | 157.074,65 | 31.605,894 | 848,284 | 24,57 | 0 | 0 | 0 |

- En referencia al aeropuerto de Pucallpa, solo deben considerarse los ajustes señalados a nivel del Output, pues, como ya se indicó, lo que corresponde a cambios de infraestructura (reducción) no es viable. En ese sentido, la recomendación es un incremento en la carga transportada desde y hacia el aeropuerto en 198.455,29 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|----------|--------|----|----|--------|--------|-----|-----|-----|------------|
| Pucallpa | 0,7590 | 0 | 0 | 440,22 | 557,48 | 0 | 0 | 0 | 198.455,29 |

- Con relación al aeropuerto de Chiclayo, los ajustes señalados a nivel del Input se orientan a una reducción del Costo Operativo en S/ 1.137.100,50 y otra del Gasto de Personal en S/ 975.916,97; así como también, disminuir en once el número de empleados. Por otra parte, se hace necesario incrementar la carga en 1.615.973,70 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|----------|--------|-------------|------------|----|----|--------|-----|-----|-------------|
| Chiclayo | 0,7111 | 1.137.100,5 | 975.916,97 | 0 | 0 | 10,961 | 0 | 0 | 1.615.913,7 |

- Con relación al aeropuerto de Andahuaylas, la orientación para su optimización es, respecto del Input, reducir el Gasto de Personal en S/ 28.012,61, disminuir la nómina en un empleado; así como también, respecto del Output, se fija la necesidad de aumentar las operaciones en un número de 2.510, los pasajeros en 24.048 y la carga en 797.341,72 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|-------------|--------|----|------------|-----------|---------|-------|-----------|-----------|------------|
| Andahuaylas | 0,6829 | 0 | 28.012,616 | 31.826,76 | 219,511 | 0,195 | 2.509,974 | 24.047,73 | 797.341,72 |

- En lo que respecta al aeropuerto de Tingo María, las recomendaciones de mejora son, respecto del Input: disminuir el Gasto de Personal en S/ 389.199,35 y el número de empleados en siete. Asimismo, es necesario elevar las operaciones en 1.588 adicionales a las actuales y la carga incrementarla en 648.572.3 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|-------------|--------|----|------------|-----------|---------|------|-----------|-----|-----------|
| Tingo María | 0,8195 | 0 | 389.199,35 | 6.626,271 | 640,005 | 6,75 | 1.587,664 | 0 | 648.572,3 |

- Respecto al aeropuerto de Huánuco, la orientación para su optimización comprende, respecto del Input, disminuir el Costo Operativo en S/ 353.781,12, el Gasto de Personal en S/ 65.358,50 y el número de empleados en dos individuos. Asimismo, se orienta desde la perspectiva del Output elevar el número de operaciones en 1.415 y la carga manejada en el aeropuerto en 828.727,1 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|---------|--------|------------|------------|----|--------|-------|-----------|-----|-----------|
| Huánuco | 0,6014 | 353.781,12 | 65.358,507 | 0 | 46,385 | 1,702 | 1.414,772 | 0 | 828727,71 |

- Con relación al aeropuerto de Yurimaguas, las recomendaciones para su optimización son, respecto del Input, reducir los Costos Operativos en S/ 1.844.876,90, así como el Gasto de Personal en S/ 450.184,52 y el número de empleados en siete. Asimismo, con relación al Output debe elevar el número de pasajeros en 30.740 y la carga en 892.170,56 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|------------|--------|-------------|------------|----|----|------|-----|------------|------------|
| Yurimaguas | 0,9002 | 1.844.876,9 | 450.184,52 | 0 | 0 | 7,29 | 0 | 30.740,308 | 892.170,56 |

- Por último, con relación al aeropuerto de Jauja, las recomendaciones respecto del Input son: reducir los costos operativos en 307.535,15 soles y el número de empleados en ninguna persona. Asimismo, debe incrementar el número de operaciones en 1.851 y la carga en 904.404,53 toneladas.

| DMU | Score | CO | GP | AP | AT | EMP | OPE | PAX | CAR |
|-------|--------|------------|----|------------|----|-------|-----------|-----|------------|
| Jauja | 0,7239 | 307.535,15 | 0 | 32.885,262 | 0 | 0,414 | 1.851,176 | 0 | 904.404,53 |

4.2. Determinación de las variables relevantes que inciden significativamente en la reducción de costos de los aeropuertos

Como se indicó en la metodología, la determinación de este resultado se establecerá tomando en consideración las variables Input consideradas en el indicador Slack para el análisis BCC-Input realizado.

A continuación, se presenta la tabla 11 total considerando las variables Input que se afectan a los fines de cuantificar en el análisis su inherencia como recomendación para la mejora de los aeropuertos ineficientes:

Tabla 11

Resultado del Slack para las variables Input de acuerdo con el DEA - BCC Input al año 2019

| No. | DMU | CO | GP | AP | AT | EMP |
|-----|-------------|----------------|--------------|-------------|------------|---------|
| 1 | Lima | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2 | Pisco | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3 | Anta | 0,3730 | 0,4090 | 0,0630 | 0,0010 | 0,0000 |
| 4 | Chachapoyas | 462.028,7800 | 274.602,2170 | 8.849,9230 | 476,5110 | 0,0000 |
| 5 | Talara | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 6 | Tarapoto | 0,0000 | 0,0000 | 1,1490 | 0,0310 | 0,0000 |
| 7 | Piura | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 8 | Atalaya | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 9 | Cusco | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 10 | Iquitos | 0,0000 | 157.074,6450 | 31.605,8940 | 848,2840 | 24,5740 |
| 11 | Yurimaguas | 1.844.876,9210 | 450.184,5150 | 0,0000 | 0,0000 | 7,2900 |
| 12 | Cajamarca | 0,0000 | 141.151,9400 | 22.647,9080 | 392,5620 | 0,7080 |
| 13 | Tingo Maria | 0,0000 | 389.199,3490 | 6.626,2710 | 640,0050 | 6,7500 |
| 14 | Pucallpa | 0,0000 | 0,0000 | 440,2270 | 557,4790 | 0,0000 |
| 15 | Jauja | 307.535,1510 | 0,0000 | 32.885,2620 | 0,0000 | 0,4140 |
| 16 | Chiclayo | 1.137.100,4890 | 975.916,9650 | 0,0000 | 0,0000 | 10,9610 |
| 17 | Tumbes | 0,0000 | 25.486,4600 | 20.421,2680 | 306,1490 | 1,7800 |
| 18 | Trujillo | 0,0000 | 183.319,9650 | 7.191,1830 | 1.303,0730 | 3,1590 |
| 19 | Andahuaylas | 0,0000 | 28.012,6160 | 31.826,7600 | 219,5110 | 0,1950 |
| 20 | Huánuco | 353.781,1220 | 65.358,5070 | 0,0000 | 46,3850 | 1,7020 |

En consideración a los resultados del Slack presentados en la tabla, puede evidenciarse que las variables presentaron sensibilidad como afectación a la eficiencia de los aeropuertos de la forma siguiente:

Costo Operativo (CO) en 6 casos

Gasto de Personal (GP) en 11 casos

Área de las Pistas (AP) en 11 casos

Área de la Terminal (AT) en 10 casos

Número de Empleados (EMP) en 8 casos

En función a lo observado, desde el punto de vista del AED BCC – Input, las variables más sensibles en función a la afectación de la eficiencia de los aeropuertos son el Área de las Pistas (AP) y el Gasto de Personal (GP), siendo controlable solo esta última debido a su naturaleza.

En consideración a los resultados revisados, es inminente que la eficiencia de los aeropuertos está relacionada de forma directa con la gestión de personal en el contexto de los costos.

Es de reconocer que, aun cuando la variable Input Área de las Pistas (AP) estuvo implicada como elemento para desarrollar la propuesta de optimización de los aeropuertos ineficientes, la misma no tiene sentido de ser reducida debido a que su prospección es crecer en el tiempo y el espacio, aun cuando no se esté explotando de manera absoluta. Es una inversión que brindará beneficios en el futuro.

Los resultados en la evaluación muestran que los aeropuertos concesionados tienen mayor eficiencia que los aeropuertos no concesionados, puesto que tienen un índice de eficiencia técnica promedio de 89,67%, lo que indica que solo el 10,33% de este grupo son ineficientes. En la eficiencia técnica se elige la unidad de referencia de mayor productividad de entre los terminales aéreos de su tamaño. En comparación, los aeropuertos no concesionados tienen un índice de eficiencia técnica promedio de 81,83%, lo que indica que el 18,17% son ineficientes. Por otro lado, respecto al sector aeroportuario, el índice de eficiencia global promedio total tiene un score de 59,27%, lo que indica que el 40,73% es ineficiente; es decir, cuando se escoge como unidad de referencia la de mayor productividad de entre los terminales aéreos que están en estudio, la eficiencia de los aeropuertos peruanos es menor. Por el contrario, el índice de eficiencia técnica promedio total tiene un score de 86,92%, lo que indica que solo el 13,08% es ineficiente, es decir, cuando se elige la unidad de referencia de mayor productividad de entre los terminales aéreos de su tamaño, la eficiencia de los aeropuertos peruanos es mayor. Es importante recalcar que el aeropuerto de concesionado de Lima es el más eficiente y el de mayor productividad debido a su capacidad operativa, y el aeropuerto no concesionado de Andahuaylas es el menos eficiente debido a su alto costo operativo y de mano de obra, además de su capacidad limitada para atender la demanda. Por otro lado, el Gasto de Personal es la variable que permite reducir el costo en la mayoría de

los aeropuertos del estudio. Al ser un modelo orientado a insumos, el estudio muestra cómo cada aeropuerto puede reducir sus entradas hasta alcanzar su frontera eficiente. Los resultados se describen a partir de una muestra de 20 aeropuertos, por lo cual sería conveniente que futuras investigaciones logren validarlos a partir de una muestra más amplia y en un entorno sin distorsiones estadísticas como lo fue la pandemia de la COVID-19 y en periodo donde el sector se encuentre dinamizado.

V. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el presente estudio, pueden considerarse las siguientes conclusiones:

1. Se encontró que el grupo de aeropuertos concesionados tiene mayor eficiencia que los aeropuertos no concesionados de Perú en el año 2019; sin embargo, hay que destacar que dos de los aeropuertos no concesionados, como son Atalaya y Cusco, resultaron ser eficientes según la metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA).
2. El análisis de eficiencia global permitió evidenciar que los aeropuertos con más productividad, es decir, los más eficientes, son los concesionados con un índice de eficiencia global de 0,6878, mientras que los aeropuertos no concesionados obtuvieron un índice de 0,4160.

Dentro del análisis de eficiencia técnica, los aeropuertos más eficientes son los concesionados con un índice de eficiencia técnica de 0,8967, en cambio los aeropuertos no concesionados obtuvieron un índice de 0,8183. Además, el 45% de los aeropuertos en estudio obtuvieron un índice por debajo de 0,9. Este indicador muestra la ineficiencia en la utilización de sus recursos por parte de los aeropuertos en el año 2019.

Por otro lado, en el análisis de eficiencia de escala, el 55% de los aeropuertos en conjunto tuvieron un índice de eficiencia de escala por debajo de 0,9. Es decir, los niveles de producción no son los óptimos en el año 2019.

3. Según el Análisis Envolvente de Datos (DEA-BCC), el gasto de personal en cada aeropuerto es la variable que permite la mayor reducción de los costos. Asimismo, se encontró que la variable Área de las Pistas resultó ser significativa en la reducción de costos de los aeropuertos; sin embargo, esta variable involucra las instalaciones físicas de los aeropuertos del Perú, por lo que es imposible su reducción.

VI. RECOMENDACIONES

En función a las conclusiones precedentes, pueden establecerse las siguientes recomendaciones:

1. Difundir los resultados del estudio entre los encargados de tomar de decisiones (regulador OSITRAN, CORPAC S.A., LAP, ADP, aerolíneas, MTC, entre otros) con el fin de orientarlos en torno a las políticas de desarrollo y funcionamiento que se establecen a nivel de las organizaciones aeroportuarias y de las concesiones otorgadas.
2. Replicar el estudio con información estadística en condiciones normales, teniendo en cuenta que los valores del 2020, 2021 y 2022 presentan distorsiones debido a la pandemia de la COVID-19. Además, IATA estima que la recuperación del transporte aéreo (operaciones, pasajeros y carga) se hará realidad en el primer trimestre del 2024. A partir de ello, es recomendable realizar un estudio transversal.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Banker, R., Charnes, A. y Cooper, W. (1984). *Models for Estimation of Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis* (Vol. 30). Management Science.
- BID. (2018). *Desarrollando un sector aéreo más eficiente, asequible y seguro en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Desarrollando-un-sector-a%C3%A9reo-m%C3%A1s-eficiente-asequible-y-seguro-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Marco-conceptual-para-la-aviaci%C3%B3n.pdf>
- BID. (2022). *GESTIÓN Y REGULACIÓN DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA SOSTENIBLE. Módulo dos. Infraestructura aeroportuaria: Procesos e indicadores de gestión*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Caraballo, T., Zubiaur, E. y Amondarain, J. (2014). *Análisis Contable Avanzado*. Barcelona, España: Universidad del País Vasco.
- CEPAL. (02 de Septiembre de 2020). COVID-19: Impactos inmediatos en el transporte aéreo y en el mediano plazo en la industria aeronáutica. <https://www.cepal.org/es/notas/covid-19-impactos-inmediatos-transporte-aereo-mediano-plazo-la-industria-aeronautica>
- Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. México: McGraw Hill Interamericana.
- Coelli, T., Prasada Rao, D., O'Donnell, C. y Battese, G. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York.

- Coll Serrano, V. y Blasco Blasco, O. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos. Introducción a los Modelos Básicos*. Universidad de Valencia. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2006c/197/>
- Consilla Arteaga, Y.P. (2014). *Aplicación de la Metodología de Análisis Envolvente de Datos para la comparación de la eficiencia de las empresas prestadoras del servicio de agua potable en el Perú* [Tesis pregrado, Universidad Católica del Perú].
- Deza, J. (2019). Análisis de eficiencia y productividad de aeropuertos peruanos durante los años 2014 al 2017. *Revista Espacios*, 40(7), 25-40.
- Díaz Ruiz, S. (2017). *Metodología DEA: Aplicación al Sector Aeroportuario Español* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Jaén].
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. <https://www.jstor.org/stable/2343100>
- Fontalvo, T., De la Hoz, E. y Dela Hoz, E. (2018). Método Análisis Envolvente de Datos y Redes Neuronales en la Evaluación y Predicción de la Eficiencia Técnica de Pequeñas Empresas Exportadoras. *Información Tecnológica*, 29(6), 267-276. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600267>
- Gestión. (2017 de 03 de 2017). Aeropuerto Jorge Chávez en su hora más crítica: ¿qué perjuicios genera el retraso de la pista de aterrizaje?. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/aeropuerto-jorge-chavez-hora-critica-perjuicios-genera-retraso-pista-aterrizaje-130351-noticia/?ref=gesr>
- Giraldo-Velásquez, C. M., Valderrama Castañeda, A. S. y Zapata-Aguirre, S. (2015). Las infraestructuras aeroportuarias: tipo de propiedad y su relación con la eficiencia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 179-194.
- Inglada, V., Coto-Millan, P. y Inglada-Pérez, L. (2018). Evaluación de la productividad y eficiencia en los aeropuertos españoles después de la liberalización del transporte aéreo. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*, 1(9), 112. doi:10.5944/reppp.9.2017.17686
- International Air Transport Association [IATA]. (28 de 09 de 2017). El transporte aéreo genera empleo en Perú y aporta 4.400 millones USD a su PIB. <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2017-09-28-03/>
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2007). Análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 10(1), 21-41. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=509555107004>

- Lai, P.-L., Potter, A. y Beynon, M. (2012). The Development of Benchmarking Techniques in Airport Performance Evaluation Research. *Transportation Journal*, 51(3), 305-337. <https://www.jstor.org/stable/10.5325/transportationj.51.3.0305>
- Lesama, C. (2020). *Indicadores de Gestión*. San José de Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.
- Lizcano, J. y Castelló, E. (2004). *Rentabilidad Empresarial: Propuesta práctica de análisis y evaluación*. Madrid España: Cámaras de Comercio. Servicios de Estudios.
- Lo Storto, C. (2018). Ownership structure and the technical, cost, and revenue efficiency of Italian airports. *Utilities Policy*, 50, 175-193. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.01.003>.
- Martínez, C.S. (2015). *Evaluación de la Eficiencia Técnica del Sistema Aeroportuario Mexicano*. México.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.). *Portal MTC*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/concesiones/conces_aeropuertos.html
- Moreno, L. y Olariaga, O. (2019). Evaluación de la eficiencia en aeropuertos privatizados. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180210>
- Norman, M. y Stocker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis. The Assessment of Performance*. Inglaterra.
- OACI. (27 de abril de 2023). *Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis*. Organización de Aviación Civil Internacional. https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf
- Olmedo Vázquez, V., Minjares Lugo, J., Camacho Poyato, E., Hernández Hernández, M. y Rodríguez Díaz, J. (2017). Uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de riego en los Módulos del Distrito de Riego No. 041, Río Yaqui (Sonora, México). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(2), 127-148. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382853527010>
- OSITRAN. (2020). *La Causalidad entre el Crecimiento Económico y la Expansión del Transporte Aéreo: Un Análisis Empírico para Perú*. Lima: Jefatura de Contratos Aeroportuarios. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2020/08/causalidad-crecimiento-economico-expansion-transporte-aereo-julio-2020.pdf>

- Productivity Commission. (2013). On efficiency and effectiveness: some definitions. *Staff Research Note. COMMONWEALTH OF AUSTRALIA.*
<https://www.pc.gov.au/research/supporting/efficiency-effectiveness/efficiency-effectiveness.pdf>
- Pulido, L. (2019). Evaluación de la Eficiencia en Aeropuertos Privatizados. *Scielo.*
- Real Academia Española, R. (2022). *Diccionario de la lengua española. Edición del tricentenario. Actualización 2022.* Eficiencia. <https://dle.rae.es/eficiencia>
- Restrepo, M. (2017). *Análisis envolvente de datos: introducción y herramienta pública para su utilización.* Atioquia: Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería.
<https://juangvillegas.files.wordpress.com/2013/08/restrepo-villegas-dea.pdf>
- Rincón Soto, I., Arango Buelvas, L. y Torres Yarzagaray, O. (2016). Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA), procesos administrativos y operacionales de las políticas gubernamentales en los países latinoamericanos. *TLATEMOANI. Revista Académica de Investigación, 21*, 63-89.
- Rojas, C. (2018). *Teoría Económica.* Barquisimeto, Venezuela: Universidad Yacambú.
- Srivastava, S. (2020). *Theory of cost.* Londres, Inglaterra: Department of Commerce, University of Lucknow.
https://www.lkouniv.ac.in/site/writereaddata/siteContent/202004120812185977sunita_com_New_theory_of_cost.pdf
- Suárez Cuello, B. (2021). Análisis de la eficiencia de aeropuertos en el Reino Unido. Sevilla: *Biblioteca de la Universidad de Sevilla.*
<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93778>
- Suin Guaraca, L. H., Duque Rodríguez, M. A. y Aguirre Quezada, J. C. (2020). Análisis Envolvente de Datos (DEA) para el estudio de la eficiencia técnica en los Sistemas de Salud: una revisión bibliográfica y metodológica en el contexto ecuatoriano. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, 38(3)*, 97-108. doi:<https://doi.org/10.18537/RFCM.38.03.10>
- Vallarreal, F. y Tohmé, F. (2017). Análisis envolvente de datos. Un caso de estudio para una universidad argentina. *Estudios Gerenciales, 33*, 302–308.
- WEF, W.E. (2017). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017.* Ginebra: WEF.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2017_web_0401.pdf
- Zamora, A.I. (2018). Logística del comercio internacional de la región de la Cuenca del Pacífico a través del Análisis Envolvente de Datos Network. *Contaduría y Administración, 64(4)*, 1-18.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Información del Estudio del año 2019

| N° | Aeropuerto | Operaciones (cantidad) | Pasajeros (cantidad) | Carga (TM) | Costo operativo (S/) | Gasto de personal (S/) | Área de las pistas (m ²) | Área de terminal de pasajeros (m ²) | N° de empleados (cantidad) |
|----|-------------|---------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|---|--|-------------------------------|
| 1 | Lima | 199.506,00 | 25.402.742,00 | 286.277.797,58 | 192.346.196,00 | 71.239.209,00 | 157.860,00 | 90.150,00 | 564,00 |
| 2 | Trujillo | 11.088,00 | 648.497,00 | 666.937,60 | 7.058.957,56 | 3.508.651,82 | 135.000,00 | 3.356,00 | 43,00 |
| 3 | Pisco | 79.822,00 | 10.168,00 | 5.288,00 | 6.597.165,77 | 2.829.130,72 | 135.900,00 | 114,00 | 41,00 |
| 4 | Cajamarca | 4.132,00 | 462.001,00 | 629.529,95 | 4.611.518,82 | 2.183.221,65 | 112.500,00 | 1.394,00 | 25,00 |
| 5 | Anta | 305,00 | 1.037,00 | 220,00 | 2.143.714,98 | 878.378,28 | 91.500,00 | 735,00 | 8,00 |
| 6 | Tumbes | 2.263,00 | 255.704,00 | 305.044,00 | 4.136.592,28 | 1.682.550,94 | 112.500,00 | 1.177,00 | 23,00 |
| 7 | Iquitos | 12.985,00 | 1.167.702,00 | 10.348.374,25 | 9.988.920,31 | 3.997.778,40 | 112.500,00 | 5.067,00 | 65,00 |
| 8 | Chachapoyas | 1.348,00 | 21.525,00 | 87.501,00 | 2.362.056,32 | 885.317,39 | 59.400,00 | 780,00 | 8,00 |
| 9 | Talara | 2.357,00 | 318.985,00 | 3.327,70 | 3.679.857,36 | 1.638.955,07 | 110.700,00 | 13,00 | 30,00 |
| 10 | Tarapoto | 13.182,00 | 905.294,00 | 1.902.313,99 | 6.041.620,77 | 2.759.244,16 | 117.000,00 | 2.556,00 | 39,00 |
| 11 | Piura | 14.105,00 | 1.131.485,00 | 1.565.667,46 | 6.925.628,28 | 3.395.049,74 | 112.500,00 | 1.589,00 | 39,00 |
| 12 | Pucallpa | 21.550,00 | 712.014,00 | 1.905.138,25 | 8.021.533,73 | 3.537.946,87 | 126.000,00 | 2.524,00 | 42,00 |
| 13 | Chiclayo | 9.841,00 | 678.698,00 | 705.351,27 | 8.913.696,66 | 4.589.012,96 | 112.500,00 | 1.794,00 | 52,00 |
| 14 | Andahuaylas | 60,00 | 86,00 | 70,00 | 2.733.892,22 | 882.181,65 | 112.500,00 | 680,20 | 12,00 |
| 15 | Tingo Maria | 983,00 | 24.368,00 | 151.678,00 | 2.278.499,04 | 1.176.049,35 | 63.000,00 | 1.080,00 | 18,00 |
| 16 | Atalaya | 2.570,00 | 24.302,00 | 800.212,50 | 1.866.995,13 | 574.435,45 | 45.000,00 | 245,00 | 8,00 |
| 17 | Huánuco | 1.340,00 | 48.116,00 | 239.359,00 | 3.989.811,24 | 1.174.077,93 | 75.000,00 | 624,78 | 17,00 |
| 18 | Yurimaguas | 5.738,00 | 17.780,00 | 155.967,00 | 4.532.200,15 | 1.311.273,08 | 54.000,00 | 364,00 | 19,00 |
| 19 | Jauja | 2.762,00 | 228.423,00 | 11.501,30 | 4.308.355,27 | 1.522.802,13 | 126.450,00 | 660,00 | 20,00 |
| 20 | Cusco | 35.774,00 | 3.906.169,00 | 1.736.322,12 | 27.914.351,30 | 7.538.751,89 | 153.000,00 | 16.417,52 | 110,00 |

Anexo 2

Matriz de Consistencia

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Metodología | Población y muestra |
|--|---|---|---|--|--|
| <p>Problema General: ¿El grupo de aeropuertos concesionados es más eficiente que el grupo de aeropuertos no concesionados?</p> | <p>Objetivo General: Determinar la eficiencia de los aeropuertos concesionados y no concesionados de Perú en el año 2019 con el fin mejorar las políticas de desarrollo que se establecen en las organizaciones aeroportuarias.</p> | <p>Hipótesis General En el año 2019 los aeropuertos concesionados presentan mayores niveles de eficiencia que los aeropuertos no concesionados de Perú.</p> | <p>Variables Insumo (entradas o inputs)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Área de las pistas 2. Área del edificio terminal de pasajeros 3. Número de empleados 4. Costo operativo 5. Gasto de personal | <p>Tipo de investigación: - Tipo cuantitativo</p> <p>Método de investigación: - Método no paramétrico</p> <p>Método de recolección de la información - Se trabajó con información secundaria del portal de CORPAC S.A. y por mesa de partes de OSITRAN.</p> <p>Tratamiento de la información - Microsoft Excel solver “DEA – Learning Version (LV 8.0)”.</p> | <p>Población: - Universo de los aeropuertos del Perú del año 2019.</p> <p>Muestra: - 20 aeropuertos.</p> <p>Entre los no concesionados se obtuvo información de 7 aeropuertos y entre los concesionados se obtuvo información de 13 aeropuertos.</p> |
| <p>Problemas específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué medida un grupo de aeropuertos es mas productivo que otro y que mejoras se pueden proponer respecto a sus insumos y productos? 2. ¿La variable cantidad de personal incide en la reducción de costos de los aeropuertos? | <p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hallar la productividad de los aeropuertos concesionados y no concesionados a partir de las variables de entradas (inputs) y salidas (outputs) a fin de proponer posibles correctivos. 2. Identificar variables relevantes que incidan significativamente en la reducción de costos de los aeropuertos. | <p>Hipótesis Específicas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El grupo de aeropuertos concesionados tiene mayor productividad en comparación con los aeropuertos no concesionados de Perú en el año 2019. 2. El número de empleados contratados en cada aeropuerto es la variable que permite la mayor reducción de los costos en los aeropuertos. | <p>Variables Producto (salidas u outputs)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operaciones (despegues/aterrizajes) 2. Pasajeros transportados 3. Carga aérea transportada | | |