



Análisis de eficiencia y productividad de aeropuertos peruanos durante los años 2014 al 2017

Efficiency and productivity analysis of Peruvian airports between the years 2014 and 2017

DEZA, Jimmy A. [1](#)

Recibido: 13/11/2018 • Aprobado: 18/02/2019 • Publicado 04/03/2019

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

La investigación tuvo como objetivo analizar la eficiencia y productividad de catorce aeropuertos peruanos durante los años 2014-2017. Se usó el análisis envolvente de datos y el índice de Malmquist. Las variables usadas fueron: área del terminal de pasajeros, número de pasajeros, carga y movimiento de aeronaves. El análisis mostró que existieron cinco aeropuertos que mantuvieron el máximo puntaje de eficiencia; mientras que nueve aeropuertos obtuvieron puntajes de crecimiento productivo. Se recomienda incluir en futuras investigaciones variables financieras.

Palabras clave: Análisis de eficiencia, productividad, aeropuertos

ABSTRACT:

The main objective of the study was to analyze the efficiency and productivity of fourteen peruvian airports among the years 2014-2017. Data envelopment analysis and Malmquist index were used. Variables like size of passengers' terminal, number of passengers, cargo and airplanes movement were taken for evaluation purpose. The analysis showed that five airports were able to keep their efficiency score while nine airports could reach positive variations in productivity growth. For further investigations, it is recommended to include financial variables.

Keywords: Efficiency analysis, productivity, airports

1. Introducción

La importancia de la infraestructura en el crecimiento económico y desarrollo de una nación es un tema que ha suscitado la atención de académicos desde años anteriores a la presente investigación. Carlsson, Otto y Wall (2013), afirmaron que la infraestructura relacionada al transporte y telecomunicaciones posee un rol crucial en asegurar el desarrollo mediante la reducción de costos de transacción lo que a su vez generaba economías de escala y acumulación de conocimiento; sin embargo, si esta era inadecuada producía efectos adversos. Paley (2015), encontró que la infraestructura tiene un amplio efecto en la

economía de un país ya que desde que se gesta el proyecto genera puestos de trabajo tanto directos como indirectos, permite a los negocios reducir sus costos de transacción y contribuye al acceso de áreas distantes y empobrecidas hacia los centros de riqueza. Por su lado, Prud'homme (2004), afirma que la creación de nueva infraestructura a veces genera malestar debido al pago de peajes u otros derechos de uso; pese a ello los beneficios sobrepasan los inconvenientes ya que engrandece los mercados, disminuye las barreras de comercios y aumenta la efectividad del mercado de trabajo; así como los de bienes y servicios por lo que al final incrementa la productividad y por ende el crecimiento.

Las investigaciones antes descritas demostraron que teóricamente la infraestructura tenía un impacto positivo en el crecimiento económico. Ahora bien, los servicios de infraestructura abarcan un espectro amplio que incluyen energía, transportes, telecomunicaciones, agua, sanidad así como los relacionados al manejo seguro de residuos (Banco Mundial, 1994). En consecuencia, con el fin de delimitar respecto a qué se entiende por infraestructura, esta investigación se centró específicamente en lo concerniente a la infraestructura relacionada al transporte aéreo comercial.

Existe evidencia empírica sobre el impacto de la infraestructura en el crecimiento de diversas naciones. Ismail y Mahyideen (2015), demostraron que las mejoras en la infraestructura del transporte aéreo tuvieron correlación positiva con el crecimiento económico asiático, de acuerdo a los citados autores, una mejora en la infraestructura aérea producía el incremento del crecimiento económico en 3.7%. Sojoodi, Zonuzi y Nia (2012), por su lado, encontraron que en la República Islámica de Irán el transporte aéreo tuvo un impacto significativo con el crecimiento económico iraní entre los años 1985 y 2008. Yamaguchi (2007), por su lado, encontró que la mejora en la accesibilidad del transporte aéreo entre los años 1995 y 2000 generó mejoras en el crecimiento económico y productividad en Japón especialmente en áreas urbanas conglomeradas como Tokio. Luke y Walters (2010), encontraron a su vez que la inversión que Sudáfrica hizo en cuanto a la mejora en su infraestructura aérea tuvo un efecto multiplicador en la economía de 4.21, así como en la generación de empleo y recaudación fiscal.

Sin embargo, la infraestructura *per se* no produciría los efectos antes señalados si no fuese por otro componente, este viene a ser la productividad. La productividad es un factor crítico que influye al crecimiento económico de una nación (Mintz y Wilson, 2001). Korkmaz y Korkmaz (2017), afirman que la productividad permite que los países en vías de desarrollo crezcan mientras que a los países desarrollados les permite un crecimiento sostenible si se usan los factores productivos de manera *eficiente* manifestándose al reducir los costos de entradas. Nakamura y Kaihatsu (2018), añaden que con el fin de mejorar la productividad en el mediano y largo plazo es imperante reasignar de manera flexible los recursos mediante mejoras en la eficiencia de los mismos. Tal como afirma Loayza (2015), entre otros componentes [como la innovación y la educación] la eficiencia y la infraestructura física e institucional son parte primordial de la productividad que a su vez son la clave del crecimiento.

Estos conceptos no son ajenos al contexto peruano. Durante los años 2000 al 2010 el país creció en promedio 5.6% mientras que entre el 2011 hasta el 2016, el crecimiento estuvo en 3.5% (INEI); tal como afirma Paredes (2009) el principal factor del crecimiento económico en el Perú es la productividad. Por otro lado, en cuanto a la infraestructura, el Estado peruano mediante concesiones, cofinanciamientos e inversión directa impulsó el desarrollo de la infraestructura aérea lo cual significó mejoras de aeropuertos de todo el país; sin embargo, hasta la fecha de redacción del presente artículo todavía existía una gran brecha entre las necesidades del país y la infraestructura existente el cual a mediano plazo ascendería a US\$ 1'419,000'000.00. Universidad del Pacífico (2015)

Dentro de ese contexto, surgió la necesidad de conocer cómo ha sido la eficiencia de los aeropuertos del Perú; así como conocer los cambios en la productividad de los mismos. En consecuencia, el presente estudio analizó los cambios de la eficiencia y la productividad de 14 aeropuertos del Perú durante los años 2014 al 2017 mediante el análisis envolvente de datos [DEA por sus siglas en inglés] así como el índice de Malmquist.

1.1. Antecedentes

Estudios sobre la eficiencia y la productividad han sido llevados a cabo anteriormente. Inglada, Coto-Millán e Inglada-Pérez (2017), usaron un panel de datos de 33 aeropuertos españoles con el fin de medir los cambios producidos en la productividad y la eficiencia entre el periodo de 1992 y 2012. Usaron el análisis envolvente de datos con modelos de retornos variables y constantes a escala, ambas en la orientación hacia la salida para medir la eficiencia; mientras que para medir los cambios en la productividad usaron el índice de Malmquist. Las variables de entrada fueron el costo de trabajo [costo de personal], activo inmovilizado [fijo] y costos operativos mientras que por el lado de las salidas usaron el número de pasajeros, la cantidad de mercancías y el número de movimientos. Fragoudaki, Giokas y Glyptou (2016), evaluaron la eficiencia así como los cambios de la productividad en los aeropuertos de Grecia durante los años de la crisis [2010-2014]. De manera similar que la anterior investigación, se usó el análisis DEA [modelo de retornos variables de escala en la orientación hacia las salidas] y el índice de Malmquist. Se analizaron 38 aeropuertos griegos donde las entradas fueron la longitud de la pista de aterrizaje, el área del patio de maniobras y el área del terminal de pasajeros; mientras que las salidas fueron el número de movimientos de aeronaves, y *WLU* [working load unit]. Périco, Santana y Rebelatto (2017), analizaron la eficiencia de 16 aeropuertos de la República Federativa de Brasil durante los años 2010 al 2012; para ello se usó el análisis DEA bootstrap con retornos variables a escala con orientación hacia las salidas. Como variables de entradas usaron el número de pistas, número de *counters*, número de estacionamientos aéreos y el área del terminal de pasajeros, mientras la única salida fue el número de pasajeros. Asimismo, Pestana y Managi (2014), investigaron los cambios de productividad de los aeropuertos del Reino Unido durante los años 2000 y 2008, para ello usaron como variables de entrada los costos operacionales, número promedio de empleados y activo fijo, mientras que las variables de salida el fueron número de pasajeros y el tráfico de carga.

La literatura presenta una variedad de modelos que a la vez usan una cantidad inconmensurable de entradas y salidas. En consecuencia, no existe una herramienta de análisis de eficiencia unificada que sea aplicable para cada aeropuerto en cada rincón del planeta. Por lo tanto, fue preciso escoger las variables que mejor se adaptaron a la realidad del estudio con herramientas estadísticas descritas en el acápite de la metodología. Esto, en lugar de una dificultad, presentó una motivación para lograr contribuir a la discusión del análisis de eficiencia y productividad trayendo a colación el contexto peruano. Este trabajo de investigación, fue estructurado de la siguiente manera: en el apartado de metodología se presenta un breve marco teórico del análisis DEA así como la metodología del trabajo, posteriormente se muestra los resultados del estudio y los comentarios finales.

2. Metodología

En este apartado se presentará primero un pequeño alcance sobre el análisis DEA y el índice de Malmquist y posteriormente la metodología de trabajo.

2.1. Análisis Envolvente de Datos

El análisis DEA es una herramienta matemática no paramétrica que usa los conceptos de programación lineal para comparar unidades de decisión o DMU (Avikiran, 2006) con el fin de medir la eficiencia. Esta herramienta fue desarrollada inicialmente por Michael Farrel en el año 1957 (Farrel, 1957); posteriormente Rhodes en 1978 usa el trabajo de Farrel para proponer un modelo de programación matemática y construir una frontera eficiente con el fin de medir la eficiencia de las unidades de decisión o DMU (Rhodes, 1978). Este análisis permite comparar DMUs disgregándolos en variables de entrada y salida, por lo que, al final muestra un índice que ayuda a entender si una DMU es eficiente o no. DEA analiza y compara el desempeño de cada DMU [DMU_j] con una unidad de referencia [DMU_o]; esta comparación brinda un índice o coeficiente cuya máximo valor será el número uno, el que a su vez indicará si la DMU comparada es eficiente, mientras que cualquier valor menor a uno

indicará que la DMU comparada es ineficiente. La fórmula primigenia fue dada de la siguiente manera:

$$\text{Max}_{(u,v)} h_o = \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io}}$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io}} \leq 1 \quad \forall j: 1; 2; \dots n\}$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r: 1; 2 \dots s \quad \forall i: 1; 2 \dots m$$

Donde:

h_o : función objetivo; es decir, la medida de la eficiencia

s : número de salidas consideradas

m : número de entradas consideradas

Y_{rj} : salida i -ésima de la DMU j -ésima

X_{ij} : entrada i -ésima de la DMU j -ésima

Y_{ro} : salida r -ésima de la DMUo [observada]

X_{io} : entrada i -ésima de la DMUo [observada]

V_i : ponderaciones de entradas, soluciones del programa

Jaime (2016) señala que una unidad es eficiente según la afirmación de Farrell si no se encuentra ninguna DMU_j que obtenga las salidas de la DMU_o usando menos entradas. Sin embargo, a la vez, debe cumplir con la condición de Pareto-Koopmans que señala que una DMU es eficiente cuando al producir una salida adicional requiere la reducción de otra salida o el incremento en al menos una entrada; y si la reducción de una entrada requiere del incremento de al menos una entrada o la reducción de al menos una salida, estos conceptos se observan matemáticamente mediante las variables de holgura las cuales son posible al dualizar el modelo primigenio antes descrito.

Posteriormente, Charnes, Cooper y Rhodes (1978), mejoraron el modelo de Rhodes y se llegó a conocer como modelo CCR por el acrónimo de los autores o también conocido como modelo de retornos constantes a escala o CRS por sus siglas en inglés; años más adelante Banker, Charnes y Cooper (1984) agregaron una restricción adicional al modelo CCR con el fin de que las DMU sean comparadas con DMU de similar magnitud, este modelo recibió el nombre de BCC por el acrónimo de sus autores o también conocido como retornos variables a escala o VRS.

Acercas de la orientación, es preciso señalar que los modelos antes descritos se orientan hacia una de las dos posiciones (a) hacia las salidas o (b) hacia las entradas. La orientación a las salidas indica que el modelo busca aquella DMU que consiga una productividad a costa de aumentar sus salidas y mantener inalterada sus entradas; mientras que una orientación hacia las salidas busca la DMU que consiga aumentar su productividad a costa de reducir sus entradas y mantener inalteradas sus salidas. Por lo tanto, es preciso identificar el modelo a usar [CRS o VRS] así como la orientación que mejor muestre la eficiencia.

2.1.1. Retornos Constantes a Escala [orientado a las salidas]

$$\text{Min}_{u,v} h_o = \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io}$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij} \leq 0 \quad \forall j: 1; 2; \dots n$$

$$\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro} = 1$$

$$U_r, V_i \geq \epsilon \quad \forall r: 1; 2; \dots s \quad \forall i: 1; 2; \dots m$$

Donde:

h_o : función objetivo; es decir, la medida de la eficiencia

s : número de salidas consideradas

m : número de entradas consideradas

Y_{rj} : salida r -ésima de la DMU j -ésima

X_{ij} : entrada i -ésima de la DMU j -ésima

Y_{ro} : salida r -ésima de la DMU_o [observada]

X_{io} : entrada i -ésima de la DMU_o [observada]

V_i : ponderaciones de entradas, solución del programa

U_r : ponderaciones de salidas, solución del programa

ϵ : número real y positivo, comúnmente 10^{-6}

2.1.2. Retornos Variables de Escala [orientado a las salidas]

$$\text{Max}_{\gamma, \lambda, S_i-, S_{r+}} h_o = \gamma \cdot \epsilon^{-1} \left[\sum_{i=1}^m S_{i-} + \sum_{r=1}^s S_{r+} \right]$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i-} = X_{io} \quad \forall i: 1; 2; \dots m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r+} = Y_{ro} \cdot \gamma \quad \forall r: 1; 2; \dots s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq 0 \quad \forall j: 1; 2; \dots n$$

Donde:

h_o : función objetivo; es decir, la medida de la eficiencia

s : número de salidas consideradas

m : número de entradas consideradas

Y_{rj} : salida r -ésima de la DMU j -ésima

X_{ij} : entrada i -ésima de la DMU j -ésima

Y_{ro} : salida r -ésima de la DMU_o [observada]

X_{io} : entrada i -ésima de la DMU_o [observada]

S_{i-} : variable de holgura de entrada

S_{r+} : variable de holgura de salida

ϵ : número real y positivo, comúnmente 10^{-6}

λ_j : vector de pesos $n \times 1$ es decir, la intensidad de la unidad j . Se denota $\lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{pmatrix}$

γ_o : denota la puntuación de eficiencia de la unidad observada ó DMU_o

2.2. Determinación de Retornos a Escala

De acuerdo a Périco, Santana y Rebelatto (2017), se precisa identificar la orientación del modelo y los retornos a escala. Debido a que no es posible en la realidad reducir el elemento de entrada (terminal de pasajeros), la orientación del modelo fue de salida. Por otro lado, para conocer los retornos de escala Banker y Natarajan (2004), recomiendan usar el test de Kolmogorov-Smirnov; donde la hipótesis nula indica el uso de retornos constantes a escala mientras que la hipótesis alterna indica el uso de retornos variables a escala. Los citados

autores relatan que un estadístico de prueba cercano a uno tiende a ser indicativo de que es preciso usar retornos constantes a escala. Al aplicar el citado test, el estadístico de prueba obtenido fue de .138 con un valor de significancia (valor p) de .000; debido a que este es menor al valor alfa (α) de .05; se procedió a rechazar la hipótesis nula de retornos constantes de escala y aceptar la hipótesis alterna de retornos variables a escala.

2.3. Índice de Malmquist

Con el fin de medir los cambios de productividad, la investigación hizo uso del Índice de Malmquist; el cual construye índices a partir de diversas funciones distancia introducidas por Malmquist las cuales pueden ser interpretados como variaciones de Productividad Total de los Factores entre los periodos t y $t+1$. Caves Cristensen y Diewert 1982 desarrollaron este índice desde la óptica de las entradas y las salidas pero excluyeron la posibilidad de que las organizaciones mostrasen comportamientos ineficientes; sin embargo, posteriores trabajos de Fare, Grosskopf, Lindgren y Roos en 1989 y 1994 lograron descomponer la evolución de la productividad con las medidas de eficiencia dadas por Farrel (Delfín y Navarro, 2014). En consecuencia, el índice de Malmquist mide la distancia productiva de una DMU entre un periodo inicial y posterior. Este índice proporciona valores cuya interpretación es la siguiente: (a) mayor a uno [>1], quiere decir que la DMU analizada ha tenido un cambio positivo o crecimiento en la productividad; (b) igual a uno [$=1$] indica que la DMU analizada no ha tenido mayor variación en la productividad mientras que (c) un índice menor a uno [<1] indicará un retroceso o decrecimiento en la productividad.

Este índice se expresa de la siguiente manera

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\left(\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

Donde:

d^t : distancia en el periodo t

d^{t+1} : distancia en el periodo t+1

x^t : vector de entradas en el periodo t

x^{t+1} : vector de entradas en el periodo t+1

y^t : vector de salidas en el periodo t

y^{t+1} : vector de salidas en el periodo t+1

Fare, Grosskopf, Lindgren y Ross propusieron descomponer el índice antes descrito en los cambio de eficiencia [ΔCE] y el cambio tecnológico [ΔCT] con el fin de observar aquellos componentes por separado; por lo tanto, el índice de Malmquist se puede expresar como el producto de cambio de eficiencia y el cambio tecnológico [$M = \Delta CE \cdot \Delta CT$] (Zofio, 2007). Por lo tanto:

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

ΔCE : Cambio en la eficiencia técnica, se expresa: $\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)}$

ΔCT : Cambio en el progreso tecnológico, se expresa: $\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$

Asimismo, Fare, Grosskopf, Norris y Zhang en el año de 1994 propusieron una mayor descomposición del índice de Malmquist con el objetivo de poder hallar cambios en la eficiencia técnica pura y en las eficiencias de escala (Delfín y Navarro, 2014). Consecuentemente, los autores antes mencionados propusieron que el Índice de Malmquist se exprese como el producto del cambio de eficiencia técnica pura [ΔCP], cambios en la eficiencia de escala [ΔCS] y cambio tecnológico [ΔCT]; es decir [$M = \Delta CP \cdot \Delta CS \cdot \Delta CT$], por lo tanto:

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_{BCC}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{BCC}^t(x^t, y^t)} \left(\frac{D_{CCR}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{BCC}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_{BCC}^t(x^t, y^t)}{D_{CCR}^t(x^t, y^t)} \right) \left[\frac{D_{CCR}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CCR}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_{CCR}^t(x^t, y^t)}{D_{CCR}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

Donde:

$\Delta CP^{t:t+1}$: Cambio en la eficiencia técnica pura, se expresa: $\frac{D_{BCC}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{BCC}^t(x^t, y^t)}$

$\Delta CS^{t:t+1}$: Cambio en la eficiencia de escala, se expresa: $\left(\frac{D_{CCR}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{BCC}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_{BCC}^t(x^t, y^t)}{D_{CCR}^t(x^t, y^t)} \right)$

$\Delta CT^{t:t+1}$: Cambio en el progreso tecnológico, se expresa: $\left[\frac{D_{CCR}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{CCR}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_{CCR}^t(x^t, y^t)}{D_{CCR}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$

3. Resultados

Se describe aquí la validación y aplicación del instrumento del modelo de análisis envolvente de datos. Asimismo, se muestran los resultados y posterior análisis de las evaluaciones de eficiencia y productividad.

3.1. Validación de variables y datos

El instrumento propuesto para poder realizar el análisis DEA para los aeropuertos del Perú durante los años 2014 al 2017, la variable de entrada fue el área del terminal de pasajeros, debido a que la misma brinda un alcance sobre la infraestructura física disponible del aeropuerto; mientras que las variables de salidas fueron el número de pasajeros procesados, la carga transportada y el número de movimientos aeronáuticos debido a la disponibilidad de datos fiables. Estas variables de acuerdo a Charnes, Clark, Cooper y Golany (1984), deben de cumplir con la condición de isotonicidad; es decir, unos incrementos de las salidas deberían verse reflejadas en un incremento de la eficiencia; mientras que un incremento de entradas debería de reflejarse en una caída de eficiencia (Avikiran, 2006). Sin embargo, existen variables que no cumplen con esa condición las cuales son llamadas variables anti-isotónicas o no deseadas como la contaminación o los desperdicios como efecto de la labor de producción. En la presente investigación, este tipo de variables no están presentes.

Por otro lado, Avikiran (2006), señala que al diseñar un modelo de productividad [y por ende de eficiencia] se debe de buscar un conjunto de variables que no dupliquen las medidas de otras con el fin de aumentar el poder discriminatorio del análisis DEA. Lin (2013), a su vez argumenta que el número de variables influirá en el resultado de la evaluación de eficiencia; por lo tanto, no deberían existir altas correlaciones entre las variables de entrada, así como entre las variables de salida. Para este fin, se debe llevar a cabo un análisis de correlaciones entre las variables de entrada como las de salida con el objetivo de eliminar variables que son redundantes y que quitan poder discriminatorio al análisis. Sin embargo, Avikiran (2006) señala que no es prudente eliminar entradas o salidas basadas solamente en la correlación siempre y cuando no afecten el poder discriminatorio de la herramienta de análisis. Asimismo, queda en el juicio del investigador considerar a partir de que puntaje es alta la correlación [estudios asignan a veces un puntaje de .8 o .9] ya que también se tendrá que evaluar la disponibilidad de datos. En el caso de la investigación se ha procurado usar la herramienta que mejor discriminación proyecta a las DMU a través de un exhaustivo análisis de correlaciones entre las entradas y salidas.

Sarkis en Avikiram (2006), a su vez recomienda en los casos donde el panel de datos [usado para el análisis DEA] posea números de distintas magnitudes, se busque normalizar mediante promedios con el fin de reducir las posibilidades de que por la inexistencia de balance en los datos el puntaje de eficiencia se vea afectado; por lo tanto, primero se obtienen los promedios de cada variable y luego cada dato sea dividido entre el promedio con el fin de que los datos balanceados de cada variable den como promedio 1. En consecuencia, se normalizaron los datos de las variables de estudio antes de procesarlos mediante los softwares Deap y Dea-Solver-LV8. Es preciso señalar que el citado autor, indica que las unidades de decisión (DMU) a usar deben ser por lo menos el triple o dos veces el producto de las entradas y salidas; es decir, si el presente estudio consideró oportuno usar una variable de entrada y tres de salidas; las DMUs deberían de ser por lo menos seis o doce. Debido a que las unidades analizadas fueron 15, no existió ningún inconveniente a este respecto.

3.2. Aeropuertos de muestra

Cuadro 1
Lista de aeropuertos de estudio

Aeropuerto (DMU)	Operador	Clasificación
Arequipa (AQP)	Aeropuertos Andinos del Perú	Internacional
Ayacucho (AYP)	Aeropuertos Andinos del Perú	Regional

Cajamarca (CJA)	Aeropuertos del Perú	Regional
Cusco (CUZ)	CORPAC	Internacional
Chiclayo (CIX)	Aeropuertos del Perú	Internacional
Iquitos (IQT)	Aeropuertos del Perú	Internacional
Juliaca (JUL)	Aeropuertos Andinos del Perú	Internacional
Piura (PIU)	Aeropuertos del Perú	Internacional
Pucallpa (PCL)	Aeropuertos del Perú	Internacional
Puerto Maldonado (PEM)	Aeropuertos Andinos del Perú	Internacional
Tacna (TCQ)	Aeropuertos Andinos del Perú	Internacional
Tarapoto (TPP)	Aeropuertos del Perú	Regional
Trujillo (TRU)	Aeropuertos del Perú	Internacional
Tumbes (TBP)	Aeropuertos del Perú	Regional

En el Cuadro 1 se muestran los aeropuertos que fueron objeto de estudio. Estos aeropuertos comparten las características de haber mantenido durante el periodo de estudio, operaciones regulares de transporte de pasajeros carga y operaciones de manera continua.

Adicionalmente, estos aeropuertos soportan como mínimo aeronaves comerciales de fuselaje estrecho de motor a reacción tal como el Airbus A318.

3.2. Análisis de eficiencia

Tabla 1
Indicadores de eficiencia de los aeropuertos

DMU	2014	2015	2016	2017	Promedio
Arequipa (AQP)	0.9606	0.9348	0.9413	0.9163	0.9383
Ayacucho (AYP)	0.2095	0.2386	0.2487	0.2473	0.2360
Cajamarca (CJA)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Cusco (CUZ)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Chiclayo (CIX)	0.7843	0.8545	0.7413	1.0000	0.8450
Iquitos (IQT)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Juliaca (JUL)	0.3848	0.4035	0.4154	0.3719	0.3939
Piura (PIU)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Pucallpa (PCL)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Puerto Maldonado (PEM)	0.3294	0.3024	0.3308	0.3105	0.3183
Tacna (TCQ)	0.3879	0.3879	0.3888	0.3775	0.3855
Tarapoto (TPP)	0.8675	0.7392	0.7872	0.8638	0.8144
Trujillo (TRU)	0.6979	0.6745	0.6859	0.7275	0.6965
Tumbes (TBP)	0.2345	0.2187	0.2049	0.2105	0.2172

Tabla 2
Estadística Descriptiva

Medidas	2014	2015	2016	2017
Promedio	0.7040	0.6967	0.6960	0.7161
Mediana	0.8259	0.7969	0.7643	0.8901
Máximo	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Mínimo	0.2095	0.2187	0.2049	0.2105
SD	0.3216	0.3185	0.3138	0.3303

Tabla 3
Comportamiento de eficiencia de los aeropuertos

Comportamiento	2014	2015	2016	2017
% eficientes	35.71	35.71	35.71	42.86
% ineficientes	64.29	64.29	64.29	57.14

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de eficiencia efectuado sobre los 14 aeropuertos de estudios durante los años 2014 al 2017 bajo los retornos variables a escala. Se observa que en los años de estudio, cinco aeropuertos mantuvieron el puntaje de eficiencia durante el periodo analizado; asimismo, ningún aeropuerto que fue considerado ineficiente logró alcanzar puntajes de eficiencia en los años de análisis a excepción del aeropuerto de Chiclayo que logró el puntaje de eficiencia en el año 2017.

Los aeropuertos que alcanzaron puntajes de eficiencia durante los cuatro años de análisis fueron los aeropuertos de Cajamarca, Cusco, Iquitos, Piura y Pucallpa. Estos aeropuertos tienen la característica en común de ser centros neurálgicos del turismo en el Perú.

Asimismo, durante los años de estudio mantuvieron crecimientos en las salidas analizadas con excepción del aeropuerto de Iquitos. Por otro lado, el aeropuerto de Chiclayo logró ser un aeropuerto eficiente durante el año 2017 debido a que incrementó sus salidas en cerca del 15% en promedio. Cabe resaltar que el aeropuerto de Arequipa no alcanzó puntajes de

eficiencia en ninguno de los años de estudio. Esto se puede justificar, porque al momento de comparar la eficiencia del aeropuerto de Arequipa con sus pares de Cusco y Piura el terminal aéreo arequipeño no logra equiparar la cantidad de salidas de sus pares, además que el terminal aéreo arequipeño ha descendido en cuanto a sus puntajes de eficiencia desde el año 2014 al 2017. Es interesante notar que el terminal arequipeño ha ido perdiendo vuelos aéreos internacionales durante los años de estudio lo cual podría repercutir en las salidas analizadas. Este es caso de la compañía aérea boliviana Amazonas que inició vuelos a la ciudad de Arequipa en el año 2013 pero que en el 2015 anunció su retiro.

La Tabla 2 muestra que en promedio los puntajes de eficiencia estuvieron en retroceso desde el 2014 hasta el 2016; pero que en el año 2017 el puntaje promedio de eficiencia logra incluso superar al mostrado en el año de inicio del estudio. Este cambio se manifiesta debido a que en el año 2017 los aeropuertos de Chiclayo [que alcanzó el puntaje de eficiencia], Trujillo, Tarapoto y Tumbes lograron aumentos en sus puntajes de eficiencia debido a aumentos sustanciales en sus salidas. En los dos primeros, se observa el efecto de la entrada de compañías de bajo costo que logró aumentar la frecuencia de vuelos y de pasajeros ya que incrementó la demanda por los vuelos aéreos comerciales. Asimismo, políticas similares de compañías tradicionales incentivaron una mayor frecuencia de vuelos.

La Tabla 3 muestra que el porcentaje de aeropuertos eficientes fue de 35.71% el cual se mantuvo constante durante los años del 2014 hasta el 2016 pero que en el año 2017 este fue del 42.86%; de manera análoga el porcentaje de aeropuertos ineficientes se redujo del año 2014 al 2017, pasado de 64.29% a 57.14%.

3.2. Análisis de productividad

Tabla 4
Resultados del índice de Malmquist

DMU	Índice de Malmquist	Cambio en la eficiencia técnica global	Cambio en la tecnología	Cambio en la eficiencia técnica pura	Cambio en la eficiencia de escala
Arequipa (AQP)	0.9941	1.0469	0.9495	0.9539	1.0975
Ayacucho (AYP)	1.0644	1.0115	1.0523	1.1800	0.8571
Cajamarca (CJA)	1.0825	1.0219	1.0594	1.0000	1.0219
Cusco (CUZ)	1.0835	1.1386	0.9516	1.0000	1.1386
Chiclayo (CIX)	1.2891	1.2229	1.0541	1.2751	0.9591
Iquitos (IQT)	0.8474	1.0000	0.8474	1.0000	1.0000
Juliaca (JUL)	0.9552	0.9189	1.0395	0.9665	0.9508
Piura (PIU)	1.0389	1.0000	1.0389	1.0000	1.0000
Pucallpa (PCL)	1.0536	1.0000	1.0536	1.0000	1.0000
Puerto Maldonado (PEM)	0.9519	0.8704	1.0937	0.9425	0.9234
Tacna (TCQ)	0.9347	0.9057	1.0321	0.9732	0.9306
Tarapoto (TPP)	1.0494	0.9626	1.0901	0.9956	0.9668

Trujillo (TRU)	1.1029	1.0470	1.0534	1.0424	1.0044
Tumbes (TBP)	0.8949	0.9058	0.9880	0.8977	1.0090

Tabla 5
Estadística Descriptiva

Medidas	Índice de Malmquist	Cambio en la eficiencia técnica global	Cambio en la tecnología	Cambio en la eficiencia técnica pura	Cambio en la eficiencia de escala
Promedio	1.0245	1.0037	1.0217	1.0162	0.9899
Mediana	1.0441	1.0000	1.0459	1.0000	1.0000
Máximo	1.2891	1.2229	1.0937	1.2751	1.1386
Mínimo	0.8474	0.8704	0.8474	0.8977	0.8571
SD	0.1087	0.0946	0.0666	0.0976	0.0702

Tabla 6
Comportamiento de los componentes del índice de Malmquist

Comportamiento	Índice de Malmquist	Cambio en la eficiencia técnica global	Cambio en la tecnología	Cambio en la eficiencia técnica pura	Cambio en la eficiencia de escala
% crecimiento	57.14	42.86	71.43	35.71	35.71
% constante	0.00	21.43	0.00	21.43	21.43
% decrecimiento	42.86	35.71	28.57	42.86	42.86

La Tabla 4 muestra los cambios en la productividad expresado en el índice de Malmquist de los 14 aeropuertos peruanos analizados durante los años 2014 al 2017. Asimismo, se muestran los componentes que dieron lugar al índice como el cambio de la eficiencia técnica global, cambio en la tecnología, cambio en la eficiencia técnica pura, y cambio en la eficiencia de escala.

La Tabla 5 muestra que en promedio durante los cuatro años de estudio se obtuvo un puntaje de 1.0245 el cual es positivo ya que indica que hubo cambios favorables relacionados a la productividad de los aeropuertos. Asimismo, los puntajes promedio se muestran favorables también en los componentes del índice a excepción del último el cual es el cambio de la eficiencia de escala. Se observa, además, que el aeropuerto de Chiclayo logró el mayor puntaje tanto en el índice de Malmquist como en el cambio en la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura. Esto indica, que en comparación a otros aeropuertos, el aeropuerto de Chiclayo logró aumentos en su productividad en mayor proporción; es decir, si se descompusiese el índice obtenido entre el cambio tecnológico y los cambios en la eficiencia técnica global el producto de los mismos sería mayor al de otros aeropuertos. Asimismo, este aeropuerto creció en un 12% en cuanto a la eficiencia técnica

global desde los años 2015 al año 2017. En cuanto al cambio en la eficiencia técnica pura se observa que este aeropuerto obtuvo el mayor puntaje en comparación que los otros aeropuertos debido a que experimentó un salto enorme al pasar de puntajes desfavorables de ineficiencia al puntaje de eficiencia alcanzado en el último año de estudio. Estos puntajes favorables de los componentes del índice de Malmquist podrían ser a efecto de que el aeropuerto chiclayano comenzó a operar vuelos internacionales desde el año 2016.

Por otro lado, el aeropuerto de Puerto Maldonado, logró alcanzar el mayor puntaje en cuanto al cambio de tecnología. Tal como menciona Villesca y Torrente (2001), mejoras en el aspecto tecnológico se pueden lograr mediante una mayor cantidad de salidas [manteniendo constante las entradas]; mejorando la calidad de las salidas y la producción de otros bienes. Para efectos del estudio, es plausible que la mejora tecnológica por parte del aeropuerto de Puerto Maldonado se debió a que hubo mejoras en las salidas con respecto a su entrada en mayor proporción que los otros aeropuertos. Cabe resaltar que en ningún aeropuerto estudiado hubo cambios en la entrada usada. Se observa además, que el aeropuerto del Cusco obtuvo el mayor puntaje de la evolución de la eficiencia de escala. La eficiencia de escala viene a ser la razón entre la eficiencia técnica global y la eficiencia técnica pura. A pesar que el aeropuerto del Cusco haya obtenido puntajes de eficiencia en cuanto a la eficiencia técnica pura se refiere, no implica que haya obtenido puntajes favorables en cuanto a la eficiente técnica global; por lo tanto, esta variación positiva se debe a que el aeropuerto del Cusco ha ido mejorando los puntajes de eficiencia técnica global, el cual, al ser sometido al análisis de eficiencia de escala, ha mostrado una mayor evolución positiva que sus pares.

Por otro lado, el aeropuerto de Iquitos obtuvo los menores puntajes en cuanto a la evolución de la productividad y el cambio en la tecnología. Ambos puntajes fueron de retrocesos; es decir, el aeropuerto de Iquitos retrocedió en cuanto a su productividad en mayor medida que sus pares debido a que este puntaje viene a ser el producto de los cambios en la eficiencia técnica global y el cambio en la tecnología, también se observa que el aeropuerto citado obtuvo también el puntaje más bajo en cuanto al cambio en la tecnología. Tal como se mencionó anteriormente, para fines del estudio es tácito que el cambio tecnológico recae principalmente en la disminución de salidas. Al respecto, el aeropuerto de Iquitos ha mostrado una caída en sus salidas de cerca del 32% en promedio desde el año 2014 al 2017; ahora bien, sobre la evolución en la eficiencia técnica global, se desprende que a la luz del puntaje inferior a uno esta no ha sufrido ningún cambio positivo.

Por su lado, el aeropuerto de Puerto Maldonado, mostró el puntaje más desfavorable en lo que se refiere al cambio de eficiencia técnica global; aquella eficiencia ha ido en descenso desde el año 2014 hasta el año 2017 en cerca de 15%. Respecto al cambio en la eficiencia técnica pura, se observa que el aeropuerto de Tumbes ha experimentado un descenso significativo en este componente del índice de Malmquist. El descenso del mismo es de 11% desde el inicio del año de estudio. Ahora bien, en cuanto a la eficiencia de escala se observa que el aeropuerto que obtuvo el menor puntaje fue el aeropuerto de Ayacucho. Es decir, este aeropuerto obtuvo el mayor retroceso en cuanto a la razón de la eficiencia técnica global y pura desde el año 2014.

La Tabla 6 muestra que 57.14% de los aeropuertos estudiados han mostrado una variación positiva en cuanto al cambio en la productividad; es decir, más de la mitad de los aeropuertos peruanos han aumentado su productividad. En cuanto a los componentes, se observa que 42.86% de los aeropuertos obtuvieron mejoras en cuanto al cambio en la eficiencia técnica global mientras que 71.43% de ellos obtuvieron variaciones positivas en cuanto al cambio en la tecnología. Asimismo, un tercio de los aeropuertos de estudio obtuvieron cambios favorables en lo que refiere a cambios en la eficiencia técnica pura mientras que el mismo porcentaje (35.71%) lo hizo en los cambio de la eficiencia de escala. El 21.43% de los aeropuertos de estudio no obtuvieron ninguna variación en los componentes de cambio en la eficiencia técnica global, cambio en la eficiencia técnica pura ni cambio en la eficiencia de escala. Pese a ello, el 42.86% de los aeropuertos estudiados obtuvieron cambios desfavorables en lo que refiere al cambio de la productividad y los componentes de cambio en la eficiencia técnica pura y cambio en la eficiencia de escala.

4. Conclusiones

Esta investigación evaluó la eficiencia y los cambios de la productividad en 14 aeropuertos de Perú usando para ello el análisis envolvente de datos y el índice de Malmquist. Estas técnicas fueron aplicadas a los aeropuertos en cuestión durante los años 2014 al 2017.

Para el análisis envolvente de datos, basado en el test de Kolmogorov Smirnov, se decidió usar la tecnología de retornos variables de escala y la orientación hacia las salidas debido a que en la realidad es muy difícil variar la entrada, que, en este caso, fue el tamaño del terminal aéreo. Este análisis compara la eficiencia de cada aeropuerto con un referente, mediante el uso de pesos para cada uno de las variables usadas tanto de entrada como de salidas. Por otro lado, se usó el mismo panel de datos usados en el análisis de eficiencia para construir el índice de Malmquist el cual analizó la evolución de la productividad.

El análisis de eficiencia como el de productividad mostró que no siempre los aeropuertos eficientes son también aquellos que han tenido un cambio positivo en la productividad. El aeropuerto de Iquitos fue considerado eficiente durante los cuatro años de estudio pero a la vez fue el aeropuerto que tuvo el menor puntaje en cuanto al índice de productividad; adicionalmente, del espectro de los aeropuertos estudiados, el aeropuerto de Iquitos fue el que retrocedió en mayor medida su productividad. Por otro lado, el aeropuerto de Chiclayo a pesar de sólo ser considerado eficiente en el año 2017, fue el aeropuerto que logró el mayor puntaje de cambio de productividad. Es importante resaltar, que a pesar que muchos aeropuertos no lograron el puntaje de eficiencia, este se vino incrementado en el transcurrir de los años y lo plasmaron en el índice de cambio de productividad. En este grupo se encuentran los aeropuertos de Tarapoto, Trujillo y Ayacucho.

Por su parte, en los aeropuertos de mayor tamaño tales como el aeropuerto de Cusco, Iquitos y Arequipa, se observó que sólo el aeropuerto de Arequipa no logró puntajes favorables ni en el análisis de eficiencia ni en el de cambio de productividad; es decir, no todos los aeropuertos donde se destinaron grandes cantidades de dinero en implementación de infraestructura lograron alcanzar puntajes de eficiencia ni puntajes favorables de productividad. Por lo tanto, sería preciso para los operadores del aeropuerto arequipeño diseñar estrategias que permitan explotar su capacidad al ser el tercer aeropuerto en tamaño del país. Acciones como explotar en mayor medida la carga aérea así como servir de escala para vuelos internacionales a destinos como el norte de Chile o Bolivia podrían transformar estos puntajes desfavorables.

El ingreso de aerolíneas de bajo costo al interior del país por su lado, también hace mella en la eficiencia y la productividad de los aeropuertos en estudio. El impacto positivo de estas compañías es que permiten reducir la barrera económica de volar lo cual genera una mayor demanda por parte de usuarios; por lo tanto, debido a que el aeropuerto principal del país se encuentra congestionado, sería encomiable que las líneas aéreas que ofrecen servicios de bajo costo se planteen hacerlo entre aeropuertos del interior sin necesidad de pasar por la capital. Por otro lado, las autoridades deben de coordinar con los operadores y usuarios aeroportuarios la posibilidad de realmente convertir a aeropuertos denominados internacionales en puertas de salida y entrada al país. Asimismo, la autoridad nacional debe de facilitar las inversiones que permitan la ampliación del terminal aéreo cusqueño lo cual repercutirá en su productividad ya que permitirá interconectar este importante destino nacional con las principales ciudades emisoras de turistas.

Finalmente, los resultados presentados aquí van de acorde con el objetivo propuesto que fue el de analizar la eficiencia y la productividad de los aeropuertos durante los años 2014 al 2017; asimismo, se buscó que el estudio tenga rigurosidad mediante el uso de herramientas estadísticas al momento de seleccionar las variables y el modelo escogido.

Se sugiere que para investigaciones futuras, se incorpore las variables financieras; así como incorporar nuevos procedimientos para la selección y validación tanto de variables como unidades de estudio.

Referencias bibliográficas

- Avikiran, N. (2006). *Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis*. Brisbane, Australia: The University of Queensland.
- Banker, R., Natarajan, R., Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2011). Statistical Test Based on Dea Efficiency Scores. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Boston: Springer. Obtenido de https://doi.org/10.1007/1-4020-7798-X_11
- Bonifaz, J., Urrunaga, R., Aguirre, J., & Urquizo, C. (2015). *Un plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Carlsson, R., Alexander, O., & Hall, J. (2013). The role of infrastructure in macroeconomic growth theories. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 30(3), 263-273. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/10286608.2013.866107>
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramírez, N. (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Lima, Perú: Universidad del Pacífico.
- Charles, V., Kumar, M., Zegarra, L., & Avolio, B. (2011). Benchmarking peruvian banks using data envelopment analysis. *Journal of CENTRUM Católica*, 4(2), 147-164.
- Charnes, A., Clark, C., Cooper, W., & Golany, B. (1984). A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces. *Annals of Operations Research*, 2(1), 95-112.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Delfín, O., & José, N. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: una medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, 663-685.
- Farrel, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2343100>
- Fragoudaki, A., Giokas, D., & Glyptou, K. (2016). Efficiency and productivity changes in Greek airports during the crisis years 2010 - 2014. *Journal of Air Transport Management*(57), 306-315.
- Inglalda, V., Coto-Milán, P., & Inglada-Pérez, L. (2017). 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*(9), 99-112.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Panorma de la economía peruana 1950-2016*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1424/libro.pdf
- Ismail, N., & Mohyideen, J. (2015). The impact of infrastructure on trade and economic growth in selected economies in Asia. *Asian Development Bank Institute Working Paper Series*, 3-31. Obtenido de <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/177093/adbi-wp553.pdf>
- Jaime, J. (2016). *Formulaciones en el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Resolución de casos prácticos*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Korkmaz, S., & Korkmaz, O. (2017). The relationship between labor productivity and economic growth in OECD countries. *International Journal of Economics and Finance*, 9(5), 71-76. Obtenido de <https://doi.org/10.5539/ijef.v9n5p71>
- Lin, P. (2013). A study on the relationship between airport privatization and airport efficiency. Cardiff University.
- Loayza, N. (2015). Productividad e Infraestructura en el Perú. *IX Foro Internacional de economía Quo Vadis Perú 2015*. Lima. Obtenido de <http://pubdocs.worldbank.org/en/434811437075534281/Loayza.pdf>
- Luke, R., & Walters, J. (2010). The economic impact of South Africa's international airports. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 4(1), 120-137.
- Nakamura, K., Kalhatsy, S., & Yagi, T. (2018). Productivity improvement and economic

growth. *Bank of Japan Working Paper Series*(18), 1-46.

Palei, T. (2015). Assessing the impact of infrastructure on economic growth and global competitiveness. *2nd GLOBAL CONFERENCE on BUSINESS, ECONOMICS, MANAGEMENT and TOURISM, 30-31 . 23*, págs. 168-175. Praga: Procedia Economics and Finance. Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115003226>

Paredes, C. (2009). *Crecimiento, productividad y eficiencia de la inversión en el Perú*. Lima: Universidad San Martín de Porres.

Périco, A., Santana, N., & Rebelatto, D. (2017). Efficiency of brazilian international airports: applying the bootstrap data envelopment analysis. *Gestao y Producao, 24(2)*, 370-381. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1810-15>

Perkins, P. (2011). experiencia, The role of economic infrastructure in economic growth: building on experience. *Focus, 60(1)*, 24-33.

Pestana, C., & Managi, S. (2014). Productivity change of UK airports. *International Journal of Logistics Economics and Globalization, 1(6)*, 22-42.

Prud'homme, R. (2004). Infrastructure and development. *Annual Bank Conference on Development Economics* (págs. 1-47). Washington: World Bank. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/698521468762373585/pdf/28975.pdf>

Rhodes, E. (1978). Data Envelopment Analysis and Related Approaches for Measuring the Efficiency of Decision Making Units with an Application to Program Follow Through in U.S. Education, Ph.D. thesis. Pittsburgh: Carnegie-Mellon University School of Urban and Public Affairs.

Sojoodi, S., Zonuzi, F., & Nia, N. (2012). The role of infrastructure in promoting economic growth in Iran. *Iranian Economic Review, 16(32)*, 111-132.

Srinivasu, B., & Srinivasa, R. (2013). Infrastructure development and economic growth: prospects and perspective. *School of Business Management & Social Sciences Reserach, 2(1)*, 81-91.

Vilaseca, J., & Torrent, J. (Abril de 2001). *Tecnología y economía: una aproximación a la interpretación económica del conocimiento*. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: http://www.uoc.edu/web/esp/art/one/0104013/one04_imp.html

World Bank. (1994). *World development report 1994: infrastructure development*. World Bank. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/535851468336642118/World-development-report-1994-infrastructure-for-development>

Yamaguchi, K. (2007). *Inter-regional air transport accessibility and macro economic performance in Japan*. Obtenido de Graduate School of Public Policy Working Papers - University of Tokyo: <http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2016/03/GraSPP-DP-E-07-002-ITPU-DP-E-07-002.pdf>

Zofio, J. (2007). Malmquist productivity index decompositions: a unifying framework. *Applied Economics, 39(18)*, 2371-2387.

1. Universidad Continental. Investigador. Bachiller en Administración y Negocios Internacionales. Correo electrónico laboral: 76845782@continental.edu.pe Correo personal: Jimmy.deza.1996@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 07) Año 2019

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]