

El Sector Aeronáutico y su Efecto en la Economía Colombiana¹

Alejandro Valencia Ferrero²

Resumen

Este documento busca explorar la relación entre el sector aeronáutico y la economía colombiana. Para representar al sector aeronáutico se utilizan dos variables, el Número de Sillas Disponibles por Kilómetro (ASK, por sus siglas en inglés *Available Seat Kilometers*) y el Número de Pasajeros Pagos por Kilómetro (RPK, por sus siglas en inglés *Revenue Passenger Kilometers*) y para representar el sector económico colombiano se utiliza el Producto Interno Bruto (PIB). Debido a las características no estacionarias y la existencia de un equilibrio a largo plazo entre las variables elegidas, es posible utilizar un entorno vectorial autorregresivo. Los hallazgos sugieren que estas variables están cointegradas y el análisis de impulso-respuesta indica una reacción nula en las variables ASK y RPK debido a un cambio en el PIB. Sin embargo, el PIB reacciona positivamente a cambios en ASK y RPK. Se interpretan estos hallazgos como evidencia empírica de los efectos multiplicadores del sector aeronáutico en la economía colombiana.

Palabras Claves: Transporte aéreo, sector aeronáutico, economía, crecimiento económico, modelos VEC.

¹ Trabajo presentado para optar al título de Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana.

² Quiero expresar mi gratitud a Gustavo Sánchez-González, quien me orientó y me motivó durante la elaboración de este documento.

1. Introducción

El vínculo entre el sector aeronáutico y el crecimiento económico ha sido discutido en la academia, las empresas y el gobierno para comprender el rápido crecimiento del transporte aéreo en Colombia. Pese a que en los últimos años, el sector ha tenido un crecimiento significativo en términos del número de pasajeros movilizados, pasando de cerca de 13 millones de pasajeros en el 2004 a aproximadamente 40 millones en el 2017³, este vínculo en Colombia no ha sido cuantificado y caracterizado.

El sector aeronáutico puede impactar a través de diferentes canales al crecimiento económico, bien sea por la inversión en infraestructura aeroportuaria, aumento en competitividad nacional, la generación de empleo o el aumento del turismo (Halpern y Brathen, 2011). Consecuentemente, el crecimiento económico puede tener un efecto positivo en la expansión del transporte aéreo, bien sea al desarrollar nueva y mejor infraestructura, tales como aeropuertos o al aumentar el ingreso de las personas, lo cual puede verse reflejado en el incremento del ocio a través del turismo, y en el consumo, mediante el aumento del uso de servicios de transporte aéreo de cargo.

Investigaciones como las de Marazzo et al (2010) y Cabo da Silva et al (2018) han encontrado evidencia que sugieren que el PIB y la demanda de pasajeros doméstica, medido con la variable RPK y el número de pasajeros, tienen una relación a largo plazo en la economía brasilera. Adicionalmente, ambos autores encuentran una fuerte reacción positiva de la demanda de pasajeros debido a un cambio positivo en el PIB. Sin embargo, el PIB reacciona positivamente a un cambio en la demanda de pasajeros de una manera más lenta y moderada. Complementando esta conclusión, Mehmood y Shahid (2014) encontraron, que en República Checa la causalidad a corto y largo plazo se encuentra del PIB a RPK, pero no a la inversa.

Por otro lado, Chi y Baek (2013) encontraron que en Estados Unidos, tanto el número de pasajeros como los servicios de cargo tienden a aumentar con el crecimiento económico en el largo plazo, sin embargo, en el corto plazo solo el número pasajeros responde al crecimiento económico. Otros estudios, realizados por Brida et al (2014) y

³ Datos disponibles en la página web de la Aerocivil Colombiana. Recuperado de <http://aerocivil.gov.co>

Rodríguez-Brindis et al (2015), hallaron que en México y en Chile, el número de pasajeros y el crecimiento económico, tienen una relación a largo plazo. Igualmente que, esta relación es bidireccional.

Ahora bien, en línea con los trabajos anteriores, Anfofum et al (2015) y Mehmood et al (2014) encontraron que en Nigeria y Rumania, el transporte aéreo, medido como el servicio de transporte aéreo sobre el PIB y RPK respectivamente, afecta positivamente al crecimiento económico, y que al igual que los estudios anteriores, existe una relación a largo plazo. Sin embargo, contrario a los estudios anteriores, este efecto es unilateral, únicamente el sector aeronáutico tiene efectos positivos sobre la economía y no viceversa.

Tabla I
Resumen Revisión de Literatura

Autor	País	Variables ⁴	Economía a	Sector
			Sector Aeronáutico	Aeronáutico a Economía
Marazzo et al (2010)	Brasil	RPK	✓	×
Cabo da Silva et al (2018)	Brasil	Número de Pasajeros	✓	✓
Rodríguez-Brindis et al (2015)	Chile	Número de Pasajeros	✓	✓
Chi y Baek (2013)	Estados Unidos	Número de Pasajeros y Servicios de Cargo	✓* ⁵	N/A
Brida et al (2014)	México	Número de Pasajeros	✓	✓
Anfofum et al (2015)	Nigeria	PIB Sector Aéreo	×	✓
Mehmood y Shahid (2014)	República Checa	RPK	✓	×
Mehmood et al (2014)	Rumania	Número de Pasajeros	×	✓

Fuente: Elaboración propia.

Dicho lo anterior, los estudios antes mencionados coinciden en que el sector aeronáutico y sus respectivas economías, medidas por el lado de la demanda y el PIB respectivamente, tienen una relación a largo plazo, más sin embargo, las conclusiones difieren entre si, bien sea por las variables utilizadas para representar al sector aeronáutico o simplemente por la diferencia en los mecanismos de transmisión de efectos existentes entre los distintos países.

⁴ Todos los autores utilizan el PIB real.

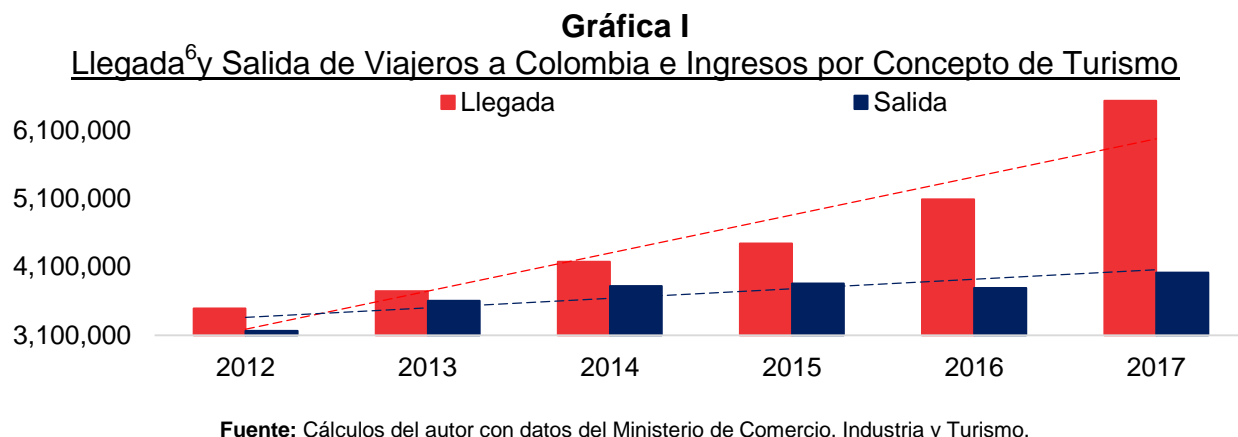
⁵ Solo el número de pasajeros responde al crecimiento económico en el corto plazo.

Es así, que existe evidencia empírica de que la economía de un país y su sector aeronáutico están altamente relacionados. En virtud a la discrepancia de conclusiones alcanzadas en los distintos países, resulta importante contextualizar los resultados a la realidad colombiana, para cuantificar y caracterizar dicho vínculo.

2. Contexto Colombiano

En Colombia, algunas de las posibles razones detrás del crecimiento del sector aeronáutico, además del crecimiento económico, es la estabilidad monetaria lograda desde la nueva constitución de 1991, la liberalización de las tarifas aéreas en Colombia desde 1992, y la aprobación de la Resolución 3299 de 2007 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil) sobre tarifas nacionales e internacionales. Bajo estas condiciones, se han establecido nuevos modelos comerciales para el transporte aéreo, basados en el enfoque de costos y la diferenciación de precios, ampliando el mercado e intensificando la competencia.

Otras posibles razones detrás del crecimiento del sector aeronáutico en Colombia, pueden ser, entre otras, la geografía montañosa, la cual hace que los viajes aéreos sean atractivos (Olivera et al, 2010), el estatus de hub internacional debido a la ubicación estratégica, el aumento en el consumo de bienes que necesitan ser transportados vía aérea, y por último, al aumento de viajeros tanto nacionales como internacionales por concepto de turismo, lo cual, como se puede contemplar en la siguiente gráfica, ha sido creciente durante los últimos años.



⁶ Incluye extranjeros no residentes, colombianos residentes en el exterior, transfronterizos y cruceros internacionales.

Pese a los potenciales beneficios del sector aeronáutico sobre la economía, varias comunicaciones de prensa de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) indican un desacoplamiento entre la demanda de pasajeros y la inversión en infraestructura aeroportuaria. Esto, debido a que las inversiones y obras realizadas en el país no han sido suficientes para atender el incremento de pasajeros, e inclusive hay señales de que en algunos aeropuertos se pueda agravar la congestión o terminen colapsados en los próximos años a pesar de la existencia de nuevas obras programadas, como por ejemplo, las de los aeropuertos El Dorado 2, Suroccidente (Cali, Neiva, Ibagué, Buenaventura y Armenia), San Andrés y Cartagena⁷.

Trabajos como el de Olivera et al (2011) trataron de medir el impacto del sector aeronáutico en la economía colombiana al igual que evaluar las políticas públicas que lo afectan. Estos autores encontraron que las políticas públicas, fundamentalmente las relacionadas con infraestructura, no han respondido de manera adecuada para incentivar el desarrollo del sector frente al aumento de la demanda, la cual, según el Plan Estratégico de la Aerocivil 2018-2030, en el 2030 habrían 100 millones de pasajeros, siendo en términos de pasajeros el tercer país más grande de la región, solo por detrás de México y Brasil, y el cuarto país con mayor crecimiento del mundo entre 2018-2040, detrás de Vietnam, India e Irán alcanzando un promedio anual del 7.1%⁸.

Estos autores también encontraron, que la participación del PIB de transporte aéreo en el territorio nacional ha sido constante en el tiempo, siendo hasta el 2011, en promedio 0.5% y que por cada peso que el sector aeronáutico genera en valor agregado, se generan \$3.6 pesos más en la economía colombiana. Para llegar a estos resultados los autores utilizaron el modelo insumo – producto, el cual representa las transacciones intersectoriales que se presentan en la economía a través de la compra y venta de insumos para satisfacer la demanda final. Sin embargo, esta metodología no permite

⁷ Léase:

- Gómez, L (20 de junio de 2017). Urgen nuevos aeropuertos para Bogotá y Cartagena. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/>
- Portafolio (3 de julio de 2017). Demanda de pasajeros crece más rápido que la capacidad de los aeropuertos. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/>
- Oficina Asesora de Comunicaciones (12 de junio de 2018). ANI proyecta la ampliación de 9 aeropuertos del país y la construcción de 2 nuevos. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/>

⁸ Salazar, J (julio de 2018). Una visión para el sector aeronáutico. Plan Estratégico Aeronáutico 2018-2030. Recuperado de: <http://www.aerocivil.gov.co>

establecer la dirección de causalidad entre el sector aeronáutico y la economía, depende fuertemente de supuestos tecnológicos (tipos de función de producción), de cuáles variables son elegidas como exógenas y endógenas, y es atemporal, es decir, no permite ninguna clase de ajuste a través del tiempo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo de grado, es el de establecer y caracterizar la relación entre el sector aeronáutico y la economía colombiana bajo un planteamiento econométrico adecuado y no utilizado anteriormente para Colombia, al igual que introducir la perspectiva del sector aeronáutico incluyendo el lado de la oferta y de la demanda.

3. Variables y Manejo de Datos

a. Sector Aeronáutico

Algunas variables que pueden representar el ciclo económico del sector aeronáutico⁹ son el número de pasajeros, asientos disponibles por kilómetro (ASK), pasajeros pagos por kilómetro (RPK) y toneladas por kilómetro transportado¹⁰. Las primeras tres variables se encuentran disponibles la página de la Aerocivil con frecuencia mensual y desde 2004 hasta la actualidad¹¹.

Para este trabajo de grado, se han elegido las dos siguientes variables, ASK y RPK; la primera es una medida de la capacidad de carga de un avión disponible para generar ingresos. Esta métrica se refiere a cuántos kilómetros de asientos hay disponibles para comprar en una aerolínea. Se calcula multiplicando los asientos disponibles en un avión por el número de kilómetros que ese avión volará para un vuelo determinado. La segunda, es una métrica de la industria aeronáutica que mide el número de kilómetros recorridos por los pasajeros que pagan. Se calcula como el número de pasajeros de ingresos multiplicado por la distancia total recorrida. Dado que mide la demanda real de transporte aéreo, a menudo se lo denomina "*tráfico de pasajeros*" de una línea aérea

⁹ Variables tomadas de:

- Marazzo, Marcial & Scherre, Rafael & Fernandes, Elton (2010).
- LOW, Joyce M. W. and LEE, Byung Kwon. Effects of internal resources on airline competitiveness. (2014).

¹⁰ Datos disponibles en la página web de la Aerocivil Colombiana. Recuperado de <http://aerocivil.gov.co>

¹¹ Para más información ver Anexo A.

(Belobaba, 2016). Es así, que con las variables ASK y RPK se trata de capturar los lados de la oferta y de la demanda respectivamente.

b. Economía Colombiana

Para representar la actividad económica colombiana se utilizó el PIB (precios constantes de 2005, desestacionalizado mediante el paquete Arima X12¹²). Esta variable se encuentra disponible la página del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) con frecuencia trimestral desde el año 2000 hasta la actualidad.

Se escogió el PIB debido a que es el principal indicador para medir el crecimiento económico en un país y proporciona sobre si la economía se está expandiendo o no. El PIB controla casi todos los indicadores en un país con una forma directa e indirecta, como las tasas de empleo, los salarios, entre otros.

c. Datos Utilizados y Estadísticas Descriptivas

Se utilizó información trimestral desde enero de 2004 a diciembre de 2017, debido a que las variables ASK, RPK y PIB únicamente se encuentran conjuntamente disponibles para este rango de fechas. No se consideró utilizar datos mensuales por dos razones: la primera fue no tener que usar proxis de actividad económica diferentes al PIB, tales como indicadores líderes o de seguimiento de la economía. La segunda razón fue la estacionalidad de las series ASK y RPK, con lo cual se tendrían que transformar los datos mediante filtros o utilizar modelos y pruebas estadísticas que incorporen el componente estacional.

Adicionalmente, siguiendo la línea de trabajos similares como los de Marazzo et al (2010) y Brida et al (2014), se tuvo en cuenta únicamente el mercado doméstico de las variables elegidas para el sector aeronáutico¹³.

Graficar las series permite identificar posibles comportamientos de los datos, tales como tendencias, patrones y atipicidad de los datos. En virtud de lo anterior, a

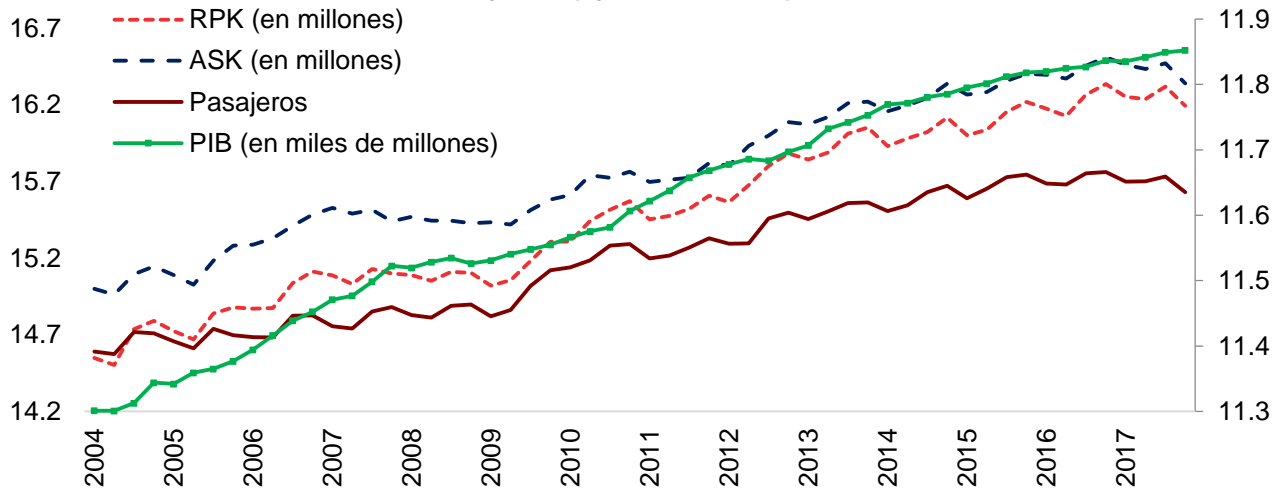
¹² Paquete de software de la Oficina del Censo de los Estados Unidos para ajustes estacionales.

¹³ Sin embargo, se contempló el escenario alternativo de incluir los pasajeros internacionales. En grandes rasgos, se obtienen las mismas conclusiones discutidas en lo restante de este trabajo de grado.

continuación se muestran los gráficos en niveles de las series elegidas, así como sus funciones de autocorrelación (ACF), autocorrelación parcial (PACF) y en primeras diferencias.

Como se puede resaltar en la gráfica II, todas las variables parecen tener una tendencia creciente a través del tiempo. Lo cual puede ser una señal de la necesidad de incluir un término de tendencia en las pruebas estadísticas, así como en los modelos elegidos posteriormente.

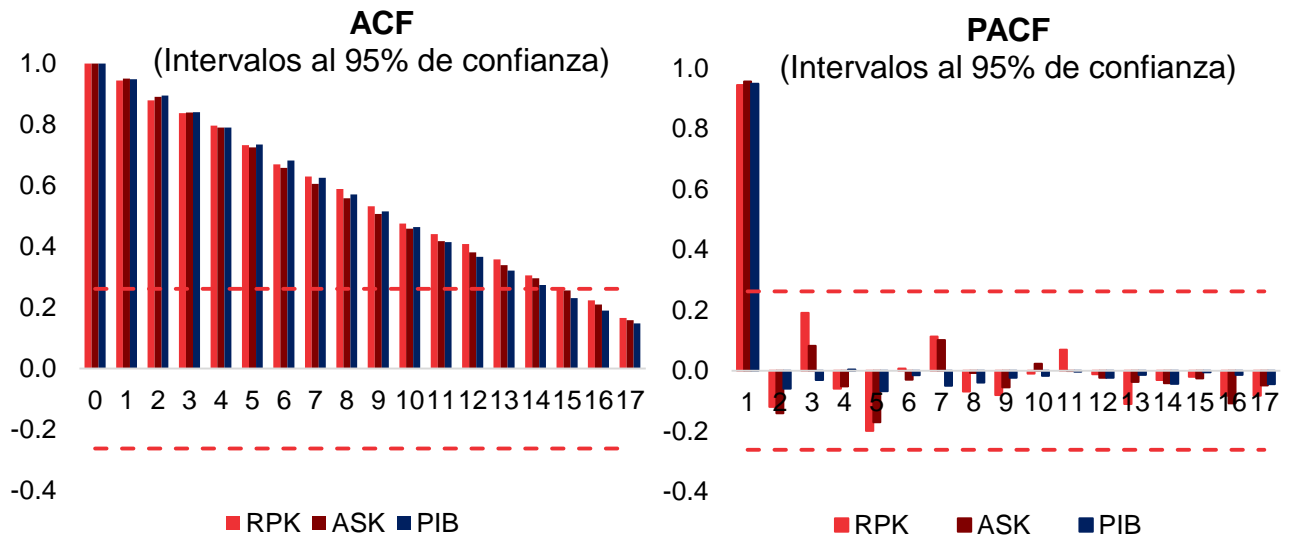
Gráfica II
Pasajeros Pagos por Kilómetro (RPK), Asientos Disponibles por Kilómetro (ASK),
Número de Pasajeros y Producto Interno Bruto (PIB)
Logaritmo Natural de RPK, ASK, Número de Pasajeros
y PIB (eje secundario)



Fuente: Cálculos del autor con datos de la Aerocivil y DANE.

Asimismo, como se muestra a continuación en la gráfica III, la ACF y PACF sugieren la existencia de raíz unitaria, lo anterior debido al decaimiento lento de la ACF, lo cual es común en las series de tiempo no estacionarias (Guerrero, 2010). Adicionalmente, la PACF indica que las series no son estacionales, esto debido a que no se percibe ningún tipo patrón, lo cual tiene sentido por lo menos en el PIB, dado que la serie fue desestacionalizada desde un principio.

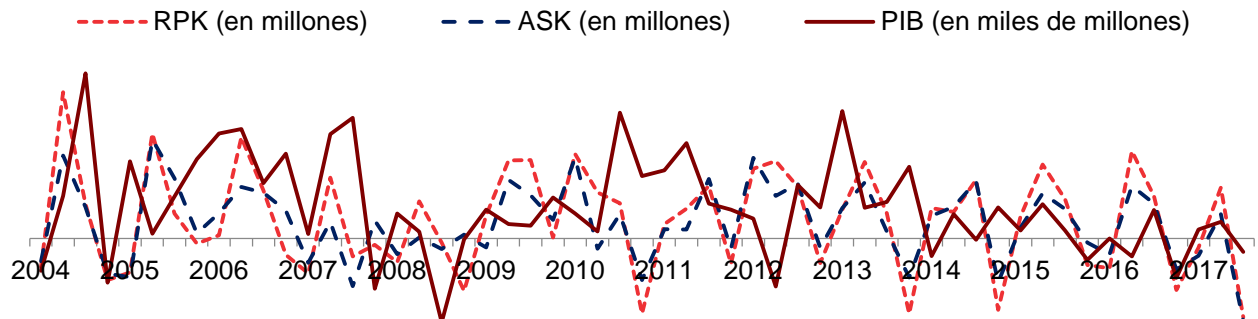
Gráfica III
Función de Autocorrelación (ACF) y de Autocorrelación Parcial (PACF)



Fuente: Cálculos del autor con datos de Aerocivil y DANE.

Adicionalmente, la gráfica IV sugiere estacionariedad en primeras diferencias en RPK, ASK y PIB. Lo cual significaría que las series en primeras diferencias, cumplen con propiedades estadísticas tales como media y varianza constantes a lo largo del tiempo, medidas necesarias para poder caracterizar completamente un modelo estocástico (Guerrero, 2010).

Gráfica IV
Logaritmo Natural de Pasajeros Pagos por Kilómetro (RPK), Asientos Disponibles por Kilómetro y Producto Interno Bruto (PIB)
Primeras Diferencias



Fuente: Cálculos del autor con datos de Aerocivil y DANE.

4. Metodología¹⁴

Las relaciones económicas entre variables pueden tener entre ellas complejos mecanismos de transmisiones de efectos. Hechos que conducen al planteamiento de un sistema de ecuaciones, el cual se caracteriza mediante un conjunto de parámetros y sus relaciones. Dado que la teoría económica no sugiere ni especifica el sistema ni su forma funcional, se ha convertido en una práctica común utilizar el esquema de Vectores Autorregresivos (VAR), en el cual todas las variables se consideran endógenas.

Bajo el esquema anterior, las variables bajo análisis deben ser estacionarias, es decir, las series tienden a retomar a su promedio y fluctúan alrededor de un intervalo de amplitud constante (Cuthbertson et al, 1992). Cuando estas variables no son estacionarias, dicho de otra manera, presentan raíz unitaria, se suele utilizar la representación VAR en diferencias. Sin embargo, esta representación no tiene en cuenta las posibles relaciones a largo plazo y por ende tendría el problema de variable omitida y de mala especificación. Para solucionar el problema, se utiliza una última representación, conocida como *Vector Error Correction* (VEC), la cual permite tener en cuenta estas relaciones a largo plazo y a su vez minimizar la varianza de la representación VAR.

Entonces, si el sector aeronáutico, representado en las variables RPK y ASK, y la economía colombiana, representada por el PIB, comparten tendencias estocásticas comunes, o en otras palabras, tienen una relación a largo plazo, entonces, las series combinadas a través de una combinación lineal estacionaria (o vector de cointegración) dan como resultado una serie estacionaria, y los coeficientes del correspondiente vector de cointegración pueden ser identificados como los parámetros de la relación de largo plazo entre las variables consideradas.

Por lo tanto, como se muestra en la siguiente sección, en una primera etapa, se usaron las pruebas de Dickey-Fuller y Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS) de raíz

¹⁴ Para mayor información sobre la metodología ver Anexo B.

unitaria¹⁵. Posteriormente, se empleó la prueba de cointegración de Johansen (1995). Luego, se procedió a estimar un modelo VEC y en la siguiente y en última etapa, se realizaron las caracterizaciones de las variables elegidas y descomposición de varianza del término de perturbación.

5. Resultados

Es necesario probar la no estacionariedad, debido a que a que las series integradas de al menos primer orden, $I(1)$, son las que pueden presentar combinaciones estacionarias lineales. Por lo anterior, se realizaron las pruebas Dickey-Fuller y KPSS. Se encontró evidencia de raíz unitaria en todas las series y que al diferenciarlas éstas son estacionarias.

Una vez que se ha identificado la existencia de raíz unitaria, el siguiente paso consiste en verificar la existencia de relaciones a largo plazo entre las series. Por lo tanto, se realizó la prueba de cointegración de Johansen (1988)¹⁶, bajo la cual se encontró evidencia cointegración y de la existencia de un único vector de cointegración.

Una vez aceptado el vector de cointegración, se llevaron pruebas de diagnóstico sobre el comportamiento de los términos de perturbación¹⁷. Los resultados de las pruebas permiten concluir que existe comportamiento de ruido blanco multivariado en los errores¹⁸, lo cual se traduce en que los errores presentan un comportamiento óptimo (Lütkepohl, 2005).

La función impulso-respuesta muestra cómo las variables en el modelo responden a choques inesperados. Estos choques afectarán directamente a la propia variable y transmitirá al resto de variables explicadas a través de la estructura dinámica bajo la representación del modelo VEC.

¹⁶ Para mayor información de las pruebas de cointegración utilizadas referirse al Anexo B.

¹⁷ Para más información de la prueba de cointegración utilizada referirse al Anexo C.

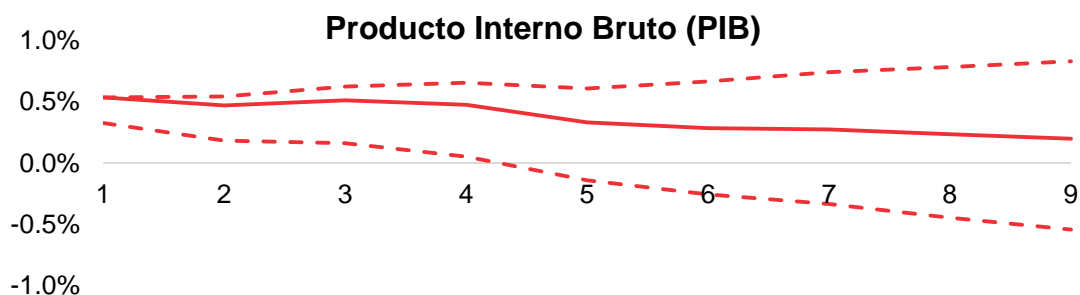
¹⁸ En todas las especificaciones hay no autocorrelación. Se presenta los resultados de la especificación con constante y con tendencia debido a que se rechaza la hipótesis nula de exclusión de tendencia lineal en la prueba de *likelihood-ratio* (*p-value* de 0.01). En los anexos se presentan los resultados bajo todos los escenarios de identificación.

Debido a que los términos de perturbación del sistema de ecuaciones del modelo VEC están relacionados entre sí por construcción no es posible interpretar directamente. En consecuencia es necesario transformar el modelo estimado de tal manera que los términos de perturbación sean ortogonales, o dicho de otra manera, no relacionados entre si. Para alcanzar lo anterior, generalmente se utiliza la descomposición de Cholesky, la cual es una metodología que logra ortogonalizar los términos de perturbación, y por ende, permite interpretar el impacto de las innovaciones de cada variable sobre las variables endógenas¹⁹.

Como se puede observar en las siguientes gráficas, un choque positivo en la variable PIB afecta durante los primeros cuatro trimestres asimismo y posteriormente su efecto desaparece en los siguientes periodos y se vuelve insignificante, por otro lado, este mismo choque no afecta a las variables RPK ni ASK. Respecto a la variable ASK, un choque ortogonal positivo afecta positivamente a las todas las variables en todos los periodos analizados²⁰. Por último, un choque positivo en la variable RPK no afecta a ninguna variable²¹. Adicionalmente, se procedió a analizar los mismos choques pero acumulados a lo largo de los periodos, no se encontró diferencia alguna con lo comentado anteriormente²².

Gráfica V
Función de Impulso-Respuesta (Cholesky)

Impulso-Respuesta a Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB), 5,000 repeticiones al 95%

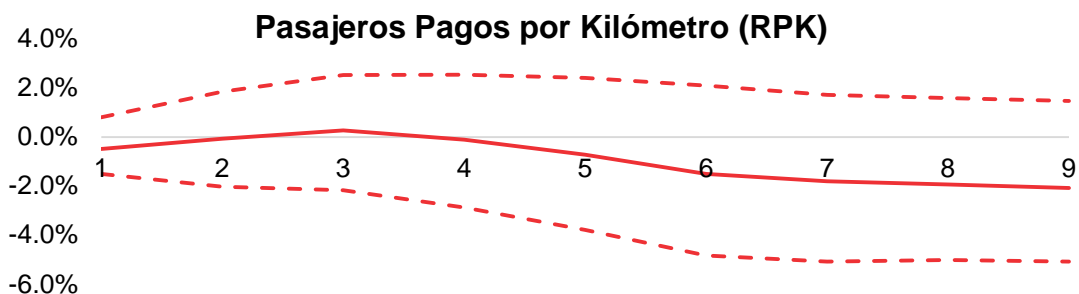
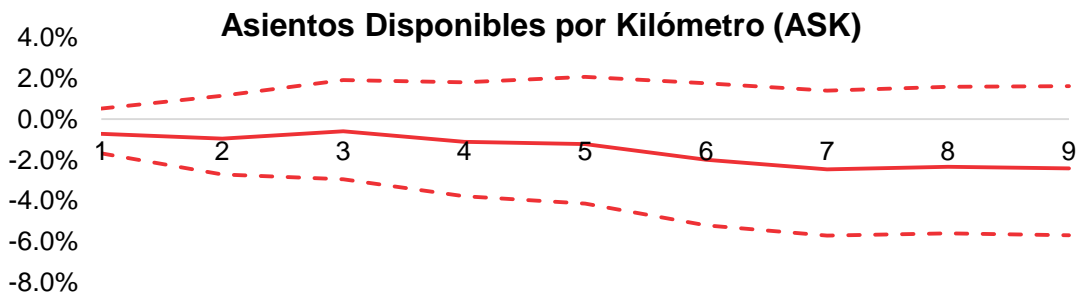


¹⁹ Esta descomposición de Cholesky asume un orden de la variable más endógena a la más exógena, la primera variable es la única con impacto potencial inmediato sobre las otras variables. La segunda debe tener impacto inmediato sobre las $K-1$ variables restantes y así sucesivamente. En este trabajo de grado se eligió el PIB como la variable más endógena, seguida de ASK y RPK.

²⁰ El efecto sigue siendo positivo y significativo incluso después de 20 trimestres.

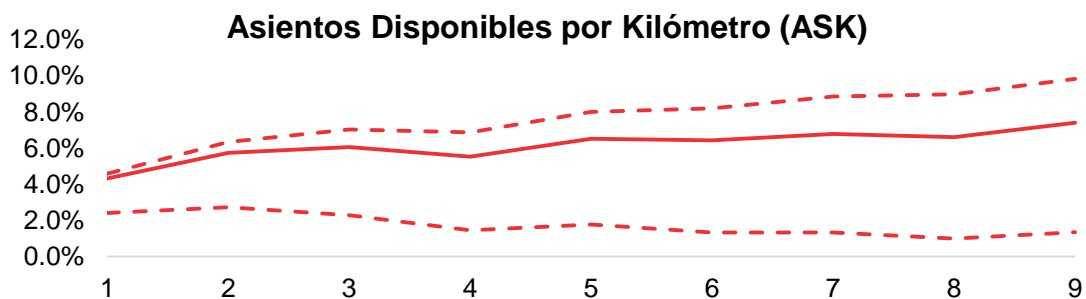
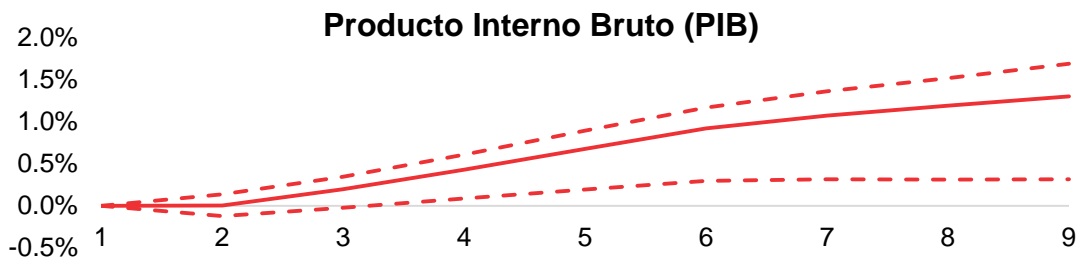
²¹ Aunque un choque positivo en la variable RPK está muy cerca de ser positivo y significativo después de cuatro trimestres.

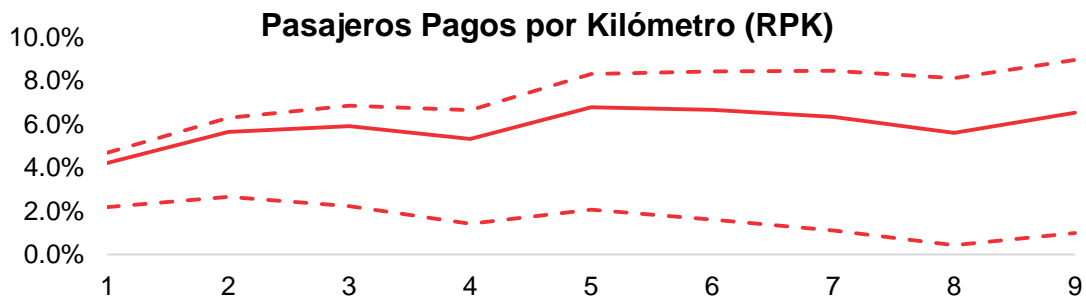
²² Para más información referirse al Anexo D.



Gráfica VI
Función de Impulso-Respuesta (Cholesky)

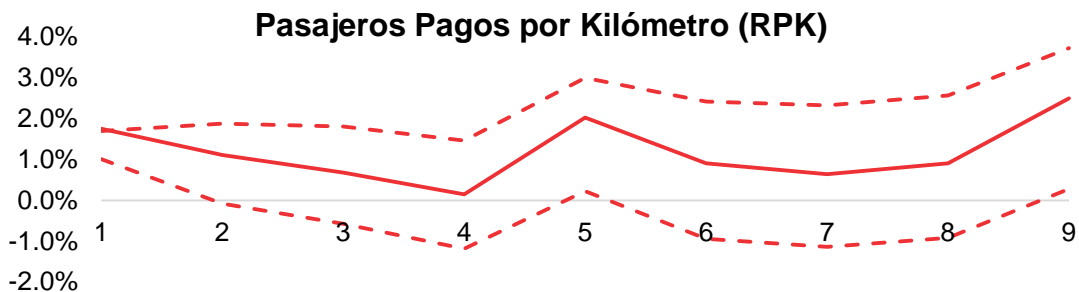
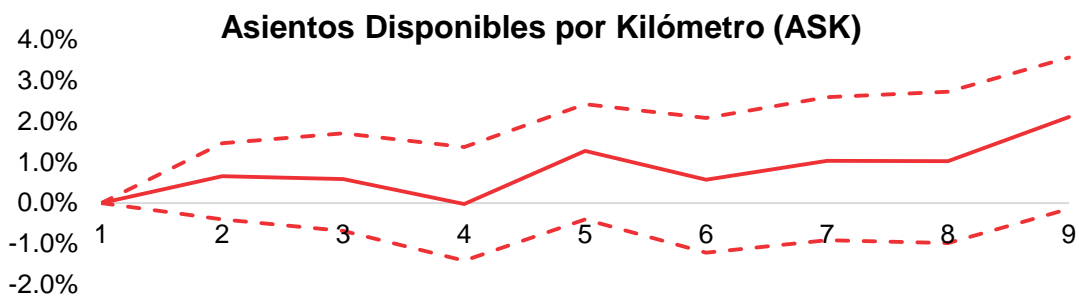
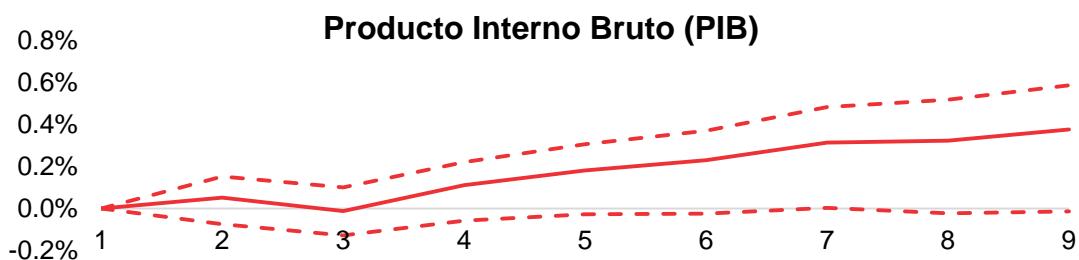
Impulso-Respuesta a Logaritmo de Asientos Disponibles por Kilómetro (ASK), 5,000 repeticiones al 95%





Gráfica VII
Función de Impulso-Respuesta (Cholesky)

Impulso-Respuesta a Logaritmo de Pasajeros Pagos por Kilómetro (RPK), 5,000 repeticiones al 95%



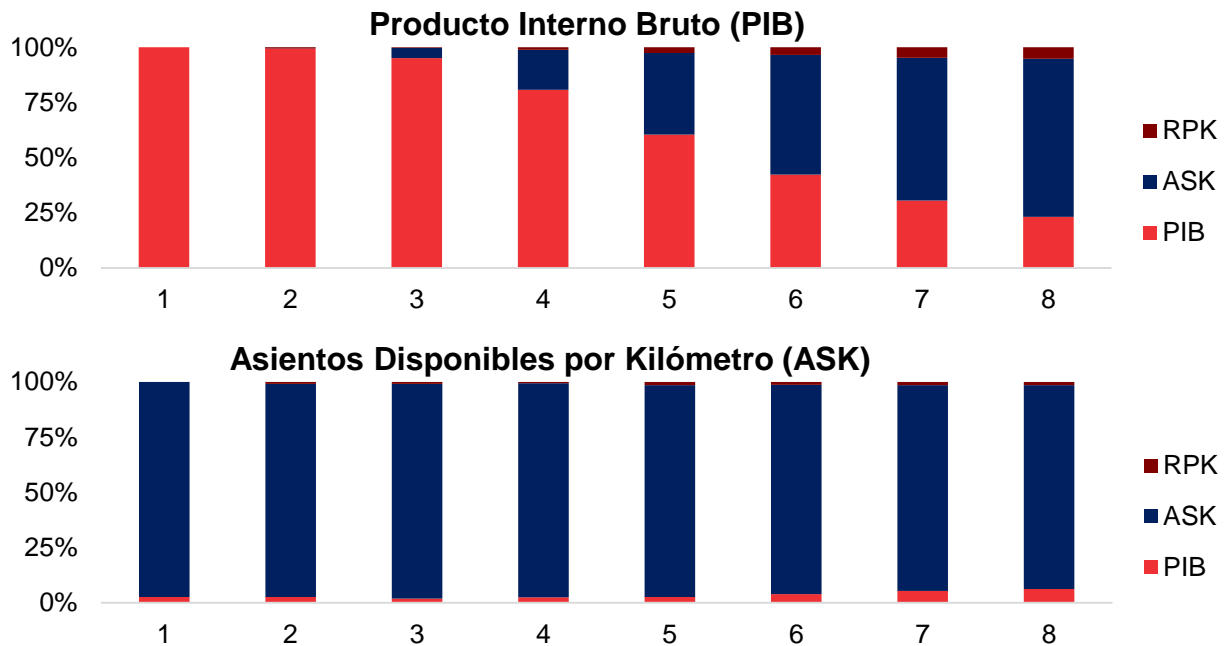
La descomposición de la varianza consiste en obtener distintos componentes que permitan aislar el porcentaje de variabilidad de cada variable que es explicado por la

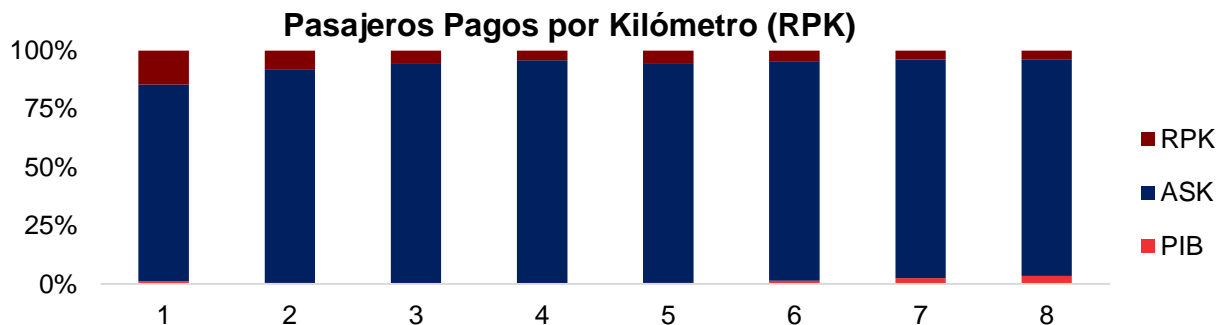
perturbación de cada ecuación, pudiéndose interpretar como la dependencia relativa que tiene cada variable sobre el resto en un horizonte finito.

Como se muestra en la siguiente gráfica, durante los primeros tres trimestres, prácticamente el 100% de la varianza del error de pronóstico del PIB es debida a sus propias innovaciones. Después del tercer trimestre el efecto de las variables RPK y ASK aumentan, explicando cerca del 19%, 40% y 70% de la varianza del error de pronóstico del PIB en el cuarto, quinto y séptimo trimestre respectivamente.

Por otro lado, consecuente a lo hallado en las funciones de impulso-respuesta, más del 94% de la varianza del error de pronóstico de las variables ASK y RPK durante los periodos observados, son debidas a sus propias innovaciones.

Gráfica VIII
Descomposición de Varianza – Error de Pronóstico





6. Conclusiones

Este estudio evalúa empíricamente la relación y caracterización entre el sector aeronáutico y la economía colombiana. En resumen, se encuentra que un mayor crecimiento en la demanda de pasajeros y a la capacidad de carga de un avión disponible para generar ingresos, medidas por las variables RPK y ASK respectivamente, benefician el crecimiento de la economía en el corto y largo plazo.

El análisis impulso-respuesta sugiere que un choque en la economía no tiene impacto alguno sobre la demanda de pasajeros y a la capacidad de carga de un avión disponible para generar ingresos. Lo cual coincide por lo hallado en el trabajo de Anfofum et al (2015) en el caso nigeriano. Por otro lado, el PIB reacciona positivamente ante un choque en RPK y ASK desde los primeros trimestres y se mantiene en todos los periodos observados. Lo anterior evidencia los efectos multiplicadores del transporte aéreo en la economía colombiana.

Por otro lado, un impacto en RPK y ASK, especialmente en la segunda variable, tiene un impacto positivo sobre el PIB al final de todos los trimestres observados. El análisis de descomposición de la varianza del error de pronóstico reforzó estos hallazgos.

Los resultados sugieren que la economía colombiana, la demanda de pasajeros y la capacidad de carga de un avión disponible para generar ingresos son estacionarias en primeras diferencias y cointegradas, lo cual valida la existencia de relaciones de equilibrio a largo plazo entre las variables, dicho lo anterior, la modelación VEC permitió la especificación de un modelo que incorpora no solo la dinámica a corto plazo sino también los elementos comunes de largo plazo.

Los resultados comentados previamente son útiles para propósitos de políticas públicas y destacan el beneficio potencial del sector aeronáutico en la economía colombiana, dados sus efectos positivos a corto y largo plazo. En especial bajo un contexto en el cual este sector históricamente ha sido sub explotado. Es así, que con estos resultados es claro que definir políticas o mecanismos para potenciar al sector aeronáutico afectará positivamente la economía, y que la baja participación del sector en la economía y su alto potencial evidencia que fomentar este sector es una oportunidad para el crecimiento económico de Colombia.

7. Limitaciones

La metodología elegida en este trabajo de grado es sensible a la especificación utilizada, bien sea por el número de rezagos elegidos, la inclusión de tendencia en las diferentes pruebas estadísticas o el orden de las variables asignado en la función de impulso-respuesta y descomposición de varianza del término de perturbación. Para mitigar este problema se trató de seguir un procedimiento metódico, tales como criterios de información para la elección de rezagos, diagnóstico de los términos de perturbación y pruebas de inclusión o no de tendencias en los modelos.

Adicionalmente, para tener un panorama más completo sobre la relación entre la economía y el sector aeronáutico, sería interesante en un trabajo futuro tener en consideración el efecto de aquellos viajeros que viajan a Colombia por negocios o turismo y no únicamente de paso hacia otro destino, así como incluir métricas de los servicios de cargo.

Por otro lado, se han explicado las bondades que tiene el sector aeronáutico sobre la economía colombiana. Faltaría entonces, complementar los hallazgos aquí comentados con políticas y estrategias que fomenten la expansión del sector aeronáutico colombiano.

Referencias Bibliográficas

Anfofum, A., Zakaree, S. & Iluno, C. 1993. Air Transport and Economic Growth in Nigeria. Department of Economics, Nigerian Defence Academy.

Banerjee, A. Dolado, J., Galbraith, J., & Hendry, D. 1993. Cointegration, Error Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data, Oxford University Press, Oxford.

Belobaba, P., 2009. Flying off course. Wiley.

Belobaba, P., Odoni, A., & Barnhart, C., 2016. The Global Airline Industry. Wiley. Page 2.

Brida, G., Lanzilotta, B., Brindis, M. & Rodríguez, S. 2014 Long-run relationship between economic growth and passenger air transport in Mexico. Documentos de Trabajo. Serie DT (14 /04) ISSN : 1688-6453.

Caboda Silva, M., Fernandes, E., Pacheco, R. & Pires, H. 2018. Economic Growth Relations to Domestic and International Air Passenger Transport in Brazil. World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Transport and Vehicle Engineering. Vol: 12, No: 10.

Chi, J. & Baek, J. 2013. Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look. Transport Policy, Elsevier, vol. 29(C), páginas 257-260.

Cuthbertson, K., Hall, S.G., and Taylor, M. P., 1992. Applied Econometrics Techniques. Harvester Wheatsheaf.

Dickey, D., Fuller, W., 1979. Distributions of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American Statistical Association 74, 427–431.

Doganis, R., 2009. Flying off course. Airlines Economics and Marketing.

Engle, R.F. and C.W.J. Granger, 1987. "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing," *Econometrica*, 55, 251-276

Ghosh, Sajal, 2006. Steel consumption and economic growth: Evidence from India. *Resources Policy*, Elsevier, vol. 31(1), pages 7-11, March.

Guerrero, V., 2003. Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicas, International Thomson Editores, S. A. de C. V. Páginas 14-20.

Halpern, N. & Bråthen, S. 2011. Impact of airports on regional accessibility and social development. *Journal of Transport Geography*. 19. 1145-1154. 10.1016/j.jtrangeo.2010.11.006.

Ishutkina, M. & Hansman, R., 2009. Analysis of the interaction between air transportation and economic activity: a worldwide perspective. MIT International Center for Air Transportation (ICAT). Department of Aeronautics & Astronautics.

Johansen, S. (1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231–254.

Johansen, S., 1988. Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231–254.

Joyce, M. & Lee, B., 2014. Effects of internal resources on airline competitiveness. *Journal of Air Transport Management*. 36, (1), 23-32. Research Collection Lee Kong Chian School of Business.

Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. & Shin, Y., 1992. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*. 54 (1–3): 159–178. doi:10.1016/0304-4076(92)90104-Y.Low,

Lütkepohl, M., 2005. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer. Páginas 233-324.

Marazzo, Marcial & Scherre, Rafael & Fernandes, Elton, 2010. Air transport demand and economic growth in Brazil: A time series analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Elsevier, vol. 46(2), pages 261-269, March.

Mehmood, B. & Shahid, A. 2014. Aviation Demand and Economic Growth in the Czech Republic: Cointegration Estimation and Causality Analysis. *Statistika*, 92(1).

Mehmood, B., Feliceo, A. & Shahid, A. 2014. What Causes What? Aviation Demand And Economic Growth In Romania: Cointegration Estimation And Causality Analysis. *Romanian Economic and Business Review – Vol. 9, No. 1*.

Mehra, Y.P., 1996. Monetary Policy and Long-Term Interest Rates. *Bulletin of Federal Reserve Bank of Richmond*.

Misas, M. y Oliveros, H., 1997. Cointegración, Exogeneidad y Critica de Lucas: Funciones de Demanda de Dinero en Colombia: Un Ejercicio Más. Banco de la República. Borradores Semanales de Economía.

Rodríguez-Brindis, M., Mejía-Alzate, M. y Zapata-Aguirre, S. La causalidad entre el crecimiento económico y la expansión del transporte aéreo: un análisis empírico para Chile. Universidad del Rosario. *Revista de Economía del Rosario*. Vol. 18. No. 1. Enero-Junio 2015. 127-144

Olivera, Cabrera, Bermúdez, y Hernández, 2011. El impacto del transporte aéreo en la economía colombiana y las políticas públicas. Fedesarrollo. Cuadernos de Fedesarrollo No. 34.

Profillidis, V. & Botzoris, G., 2015. Air passenger transport and economic activity. *Journal of Air Transport Management*, Elsevier, vol. 49(C), pages 23-27.

R. B. Cleveland, W. S. Cleveland, J.E. McRae, & I. Terpenning, 1990. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6, 3–73.

Schwert, G.W., 1989. Tests for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, 147-160.

Yuan, Jiahai & Zhao, Changhong & Yu, Shunkun & Hu, Zhaoguang, 2007. Electricity consumption and economic growth in China: Cointegration and co-feature analysis. *Energy Economics*, Elsevier, vol. 29(6), pages 1179-1191.

Apéndice A - Definición de Variables

Variable	Descripción
Fecha	Mes de Operación.
Nombre Empresa	Nombre comercial de la empresa.
Origen	Corresponde a la sigla IATA del aeropuerto donde se origina el trayecto.
Destino	Corresponde a la sigla IATA del aeropuerto donde termina el trayecto.
Número de Vuelos	Corresponde al número de vuelos realizados en el mes de referencia, para el correspondiente trayecto, con el equipo especificado.
Sillas Ofrecidas	Se refiere al número total de asientos de pasajeros disponibles para la venta en el respectivo vuelo. Incluye los asientos ya vendidos en una etapa de vuelo como los ocupados por pasajeros en tránsito, pero excluye los asientos que no estén realmente disponibles para el transporte de pasajeros debido a límites del peso de operación.
Pasajeros a bordo	Se entiende como el número de pasajeros pagos que son transportados en el correspondiente trayecto. Se entiende pasajeros de pago aquellos por cuyo transporte la línea aérea percibe remuneración comercial. Inclúyanse, por ejemplo, a) los pasajeros que viajan en virtud de ofertas promocionales (p. ej., “dos por uno”) o programas de fidelidad (p. ej., utilización de puntos de pasajeros frecuentes) que se ofrecen al público; b) los pasajeros cuyos viajes constituyen una compensación por un embarque denegado; c) los pasajeros que viajan valiéndose de descuentos concedidos a las empresas; y d) los pasajeros que viajan con tarifas preferenciales (funcionarios gubernamentales, marinos, militares, jóvenes, estudiantes, etc.). Exclúyanse, por ejemplo, a) las personas que viajan gratuitamente; b) las que viajan valiéndose de tarifas o rebajas a las que sólo tienen acceso los empleados de los transportistas aéreos o sus agentes, o que se conceden únicamente para viajes de negocios de los transportistas mismos; y c) las criaturas que no ocupan silla.
Tipo de Vuelo	Determina el tipo de operación entre el correspondiente par de ciudades (Origen-Destino): R.: Operación Regular: Servicios de Transporte Aéreo sujetos a tarifas y horarios fijos que se anuncian al público o con una frecuencia que constituye una serie sistemática e identificable de vuelos. A.: Vuelos Adicionales: Son aquellos que son realizados debido al exceso de tráfico en los vuelos regulares. C.: Vuelos chárter: Son vuelos autorizados por la Autoridad Aeronáutica para atender situaciones especiales de demanda. T.: Taxi Aéreo: Operación realizada por empresas de taxi aéreo.
Tráfico	Corresponde al tipo de Tráfico: N Tráfico Doméstico I Tráfico Internacional
Distancia	Corresponde a la distancia en kilómetros entre los aeropuertos del respectivo trayecto.

Fuente: Aerocivil²³.

²³ Definiciones tomadas de: Aerocivil (2018), “Tráfico por Equipo” [base de datos en línea], <http://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/bases-de-datos> [fecha de consulta: julio de 2018].

Apéndice B - Pruebas Estadísticas

i) Pruebas de Raíz Unitaria

Cuadro II
Pruebas de Raíz Unitaria

		KPSS		Dickey-Fuller	
		<i>H₀: estacionariedad alrededor de una tendencia</i>		<i>H₀: raíz unitaria (con deriva y tendencia)</i>	
Variable	Estadístico	P-Value	Estadístico	P-Value	
En Niveles					
Ln(RPK)	0.15	(<0.05)	4.47	(>0.99)	
Ln(ASK)	0.17	(<0.03)	3.55	(>0.99)	
Ln(PIB)	0.36	(<0.01)	1.83	(>0.99)	
		KPSS		Dickey-Fuller	
		<i>H₀: estacionariedad en niveles</i>		<i>H₀: raíz unitaria (sin deriva ni tendencia)</i>	
Variable	Estadístico	P-Value	Estadístico	P-Value	
Primera Diferencia					
Ln(RPK)	0.04	(>0.1)	-8.27	(<0.01)	
Ln(ASK)	0.08	(>0.1)	-5.41	(<0.01)	
Ln(PIB)	0.08	(>0.1)	-4.64	(<0.01)	

- **Dickey-Fuller Aumentado (ADF)²⁴**

Para verificar si la serie tiene una raíz unitaria, la prueba ADF presenta la siguiente especificación:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \varphi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$H_0: \varphi = 0$$

$$H_1: \varphi \neq 0$$

Donde Y_t y ΔY_t son el nivel y la primera diferencia de la serie respectivamente, T es la tendencia, y α , β y δ son los parámetros que deben estimarse. Los términos de rezago se agregan para eliminar la correlación serial en los residuos. ε_t es el término de error que tiene media cero y la varianza constante.

²⁴ Banerjee (1993).

- **Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS)²⁵**

La prueba KPSS se basa en la regresión lineal. Se divide en tres partes: una tendencia determinista (βt), una caminata aleatoria (r_T) y un error estacionario (ε_t) con la siguiente ecuación:

$$Y_t = r_t + \beta t + \varepsilon_t$$

Si la serie es estacionaria tendrá un elemento fijo para el intercepto. La prueba utiliza Mínimos Cuadrados Ordinarios para su estimación, que difiere ligeramente dependiendo de si desea probar estacionariedad en niveles o estacionariedad alrededor de una tendencia.

ii) Prueba de Cointegración

Cuadro I
Prueba de Cointegración de Johansen²⁶
hipótesis nula: máximo r vectores de cointegración

	Estadístico	Valor 10%	Valor 5%	Valor 1%
$r \leq 2$	3.47	10.49	12.25	16.26
$r \leq 1$	33.93	22.76	25.32	30.45
$r = 0$	79.29	39.09	42.44	48.45

- **Prueba de Cointegración de Johansen²⁷**

Johansen (1988) establece un mecanismo de reconocimiento conjunto de todas las posibles relaciones cointegrantes existentes dentro del vector de variables integradas de orden d . Se parte de una representación VAR(k) de la forma:

$$Y_t = \mu + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_k Y_{t-k} + \varepsilon_t$$

²⁵ Kwiatkowski et al (1992).

²⁶ Para elegir el número de rezagos se utilizaron los criterios AIC, HQ, SC y FPE (10, 10, 2 y 6 rezagos respectivamente). En todos los escenarios menos en el caso de 2 rezagos se encontró evidencia de al menos un vector de cointegración. Sin embargo, se presentan únicamente los resultados de esta prueba con 6 rezagos, debido a que estos son los rezagos necesarios para satisfacer los supuestos de no autocorrelación multivariada (en la especificación con constante y tendencia, en el Anexo C se presentan los resultados de las pruebas para todas las especificaciones).

Se muestran los resultados de la prueba con intercepto y con tendencia, debido a que no se rechaza la hipótesis nula de no inclusión de tendencia lineal en la prueba de *likelihood-ratio* (p -value de 0.01). Sin embargo, en los anexos se presentan los resultados bajo todos los escenarios de identificación.

²⁷ Notación y explicación tomada de Misas (1997).

Donde Y_t es un vector $P \times 1$ conformado por la t -ésima observación de las P variables del sistema, $A_i (i=1, \dots, k)$ matrices orden $P \times P$ de coeficientes a estimar y ε_t es un vector aleatorio conformado por P perturbaciones estocásticas independientes con media cero y matriz de varianza-covarianza Σ_ε .

La ecuación anterior puede ser reescrita como:

$$\Delta Y_t = \mu + D_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + D_{k-1} \Delta Y_{t-k-1} - \Pi Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde $D_i = -(I_p - \sum_{j=i}^k A_j)$

Esta representación permite separar la estacionariedad del cambio de Y_t en la proveniente de sus cambios rezagados y de las combinaciones lineales estacionarias de las series integradas. Johansen (1988) resuelve dos interrogantes sobre Π : el de su existencia, la cual garantiza su descomposición en dos matrices α y β ($\Pi = \alpha\beta'$), y el de su estimación, la cual se lleva a cabo a partir de los vectores y los valores propios pertenecientes a la solución de una ecuación característica en \mathbb{R}^p .

La representación anterior, suponiendo la existencia de Π , puede reescribirse como:

$$\Delta Y_t + \alpha\beta' Y_{t-k} = \mu + D_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + D_{k-1} \Delta Y_{t-k-1} + \varepsilon_t$$

Si ε_t se distribuye normal multivariante $(0, \Sigma_\varepsilon)$ se tiene la siguiente función de verosimilitud:

$$l = |\Sigma_\varepsilon|^{\frac{T}{2}} e^{-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \varepsilon' \Sigma_\varepsilon^{-1} \varepsilon}$$

Dado que Π es desconocida, pero se supone su existencia, Johansen (1988) construye una prueba que permite verificar ésta y encontrar sus valores a partir de la función de verosimilitud en los parámetros de interés (α, β) utilizando para ello un mecanismo que permite remover las dependencias lineales que se podrían tener:

$$\Delta Y_t \text{ y } \Delta Y_{t-k} \text{ de } \{\Delta Y_{t-1}, \dots, \Delta Y_{t-k+1}\}$$

Al plantear la siguiente ecuación para ε_t :

$$\varepsilon_t = \alpha\beta' R_{kt} - R_{0t}$$

$$R_{0t} = \Delta Y_t - \sum_{j=1}^{k-1} \rho_j \Delta Y_{t-j}$$

$$R_{kt} = Y_{t-k} - \sum_{j=1}^{k-1} \eta_j \Delta Y_{t-j}$$

Donde R_{0t} y R_{kt} son vectores $P \times 1$ que pueden ser interpretados como residuales de la t -ésima observación, de las regresiones auxiliares ΔY_t en función de $\{\Delta Y_{t-1}, \dots, \Delta Y_{t-k+1}\}$ y Y_{t-k} en función de $\{\Delta Y_{t-1}, \dots, \Delta Y_{t-k+1}\}$ respectivamente. Si se reemplaza en la función de verosimilitud a ε_t en términos de R_{0t} y R_{kt} , y se deriva respecto a α y β se obtiene:

$$\hat{\alpha}(\beta) = -S_0 \beta (\beta' S_{kk} \beta)^{-1}$$

$$\widehat{\Sigma}_{\varepsilon}(\beta) = S_{00} + \hat{\alpha}(\beta) \beta' S_{k0}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_{tt} R_{jt}' \quad \forall i, j = 0, k$$

Los cuales al ser incluidos en la función de verosimilitud dan como resultado una función que depende únicamente del determinante del estimador de la matriz de varianza-covarianza $\widehat{\Sigma}_{\varepsilon}(\beta)$, es decir, la función se maximiza para algún β que pertenezca a la solución de la ecuación característica $|\widehat{\Sigma}_{\varepsilon}|$ y que por lo tanto minimiza a:

$$|\Sigma_{\varepsilon}|^{\frac{T}{2}} = |S_{00} - S_{0k} \beta (\beta' S_{kk} \beta)^{-1} \beta' S_{k0}|^{\frac{T}{2}}$$

El procedimiento consiste en encontrar algún valor de β que minimice la siguiente expresión:

$$\frac{|\beta' S_{kk} \beta - \beta' S_{k0} S_{00}^{-1} S_{0k} \beta|}{\beta' S_{kk} \beta}$$

Con este propósito se define una matriz Λ cuya diagonal está conformada por los valores propios de $S_{k0} S_{00}^{-1} S_{0k}$ con respecto a S_{kk} , ordenados secuencialmente y que satisfagan la ecuación característica:

$$|\lambda_i S_{kk} - S_{k0} S_{00}^{-1} S_{0k}| = 0$$

Debido a que todo valor propio tiene asociado un vector propio, es posible encontrar la matriz de vectores propios normalizados Ψ , correspondiente a Λ , de tal forma que se cumpla (i) $S_{k0}S_{00}^{-1}S_{0k}\Psi = S_{kk}\Psi\Lambda$ y (ii) $\Psi'S_{kk}\Psi = I$. Así, el estimador de máxima verosimilitud para β está dado por las primeras r filas de Ψ , seleccionadas a partir de una prueba de hipótesis secuencial propuesta por Johansen. Debido a la dificultad de determinar las raíces de la ecuación característica o valores propios, tal ecuación se pre multiplica por la inversa de la matriz Q , donde Q^{-1} es la matriz asociada a la descomposición de Cholesky de S_{kk}^{-1} , dando como resultado:

$$|\lambda_i I - Q^{-1}(S_{k0}S_{00}^{-1}S_{0k})Q'^{-1}| = 0$$

De tal forma que el término $Q^{-1}(S_{k0}S_{00}^{-1}S_{0k})Q'^{-1}$ corresponde a los cuadrados de las correlaciones canónicas de R_{kt} con respecto a R_{0t} . En la construcción de la prueba, Johansen usa los valores propios que se derivan de $|\lambda_i I - Q^{-1}(S_{k0}S_{00}^{-1}S_{0k})Q'^{-1}| = 0$, para maximizar el logaritmo de la función de verosimilitud $\ell = |\Sigma_\varepsilon|^{-\frac{T}{2}} e^{-\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \varepsilon' \Sigma_\varepsilon^{-1} \varepsilon}$, o minimizar $|\Sigma_\varepsilon|^{-\frac{T}{2}} = |S_{00} - S_{0k}\beta(\beta'S_{kk}\beta)^{-1}\beta'S_{k0}|^{-\frac{T}{2}}$, a través de:

$$-\frac{T}{2} \ln(\hat{\Sigma}_\varepsilon) = -\frac{T}{2} \ln[|S_{00}| \prod_{i=1}^r (1 - \hat{\lambda}_i)] = -\frac{T}{2} \ln[|S_{00}| \frac{T}{2} \sum_{i=1}^r \ln(1 - \hat{\lambda}_i)] \quad \forall 0 \leq r \leq P$$

Así, la decisión acerca de la existencia de r vectores de cointegración, es decir, la selección de las r primeras columnas de Ψ , con $\Psi = \hat{\beta}$, se lleva a cabo a partir de una prueba de razón de verosimilitud R , o test de la traza, cuya forma general es la siguiente:

$$Traza = -2R = -T \sum_{i=r-1}^P \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

Donde bajo la hipótesis nula se plantea la existencia de como máximo r vectores de cointegración, y bajo la alterna más de r , esta prueba es secuencial y finaliza al no encontrar evidencia para rechazar la hipótesis nula. Dado que la prueba no sigue una distribución conocida, Johansen y Juselius (1990) y Osterwald y Lenum (1993) construyeron los valores críticos mediante ejercicios de Monte Carlo.

Apéndice C - Modelo VEC Bajos las Diferentes Especificaciones

i) Estimación²⁸

- Con Tendencia

	Estadístico	Valor 10%	Valor 5%	Valor 1%
$r \leq 2$	3.47	10.49	12.25	16.26
$r \leq 1$	33.93	22.76	25.32	30.45
$r = 0$	79.29	39.06	42.44	48.45

- Con Constante

	Estadístico	Valor 10%	Valor 5%	Valor 1%
$r \leq 2$	4.62	7.52	9.24	12.97
$r \leq 1$	41.77	17.85	19.96	24.60
$r = 0$	81.53	32.00	34.91	41.07

- Sin Tendencia ni Constante

	Estadístico	Valor 10%	Valor 5%	Valor 1%
$r \leq 2$	3.38	6.50	8.18	11.65
$r \leq 1$	32.42	15.66	17.95	23.52
$r = 0$	72.17	28.71	31.52	37.22

ii) LR Test para Ninguna Tendencia Lineal

LR Test	P-Value
9.35	0.01

iii) Autocorrelación Multivariada

Especificación VEC	Estadístico Portmanteu Asintótico (P-Value)
Tendencia	0.2406
Constante	0.3616
Sin Tendencia ni Constante	0.2614

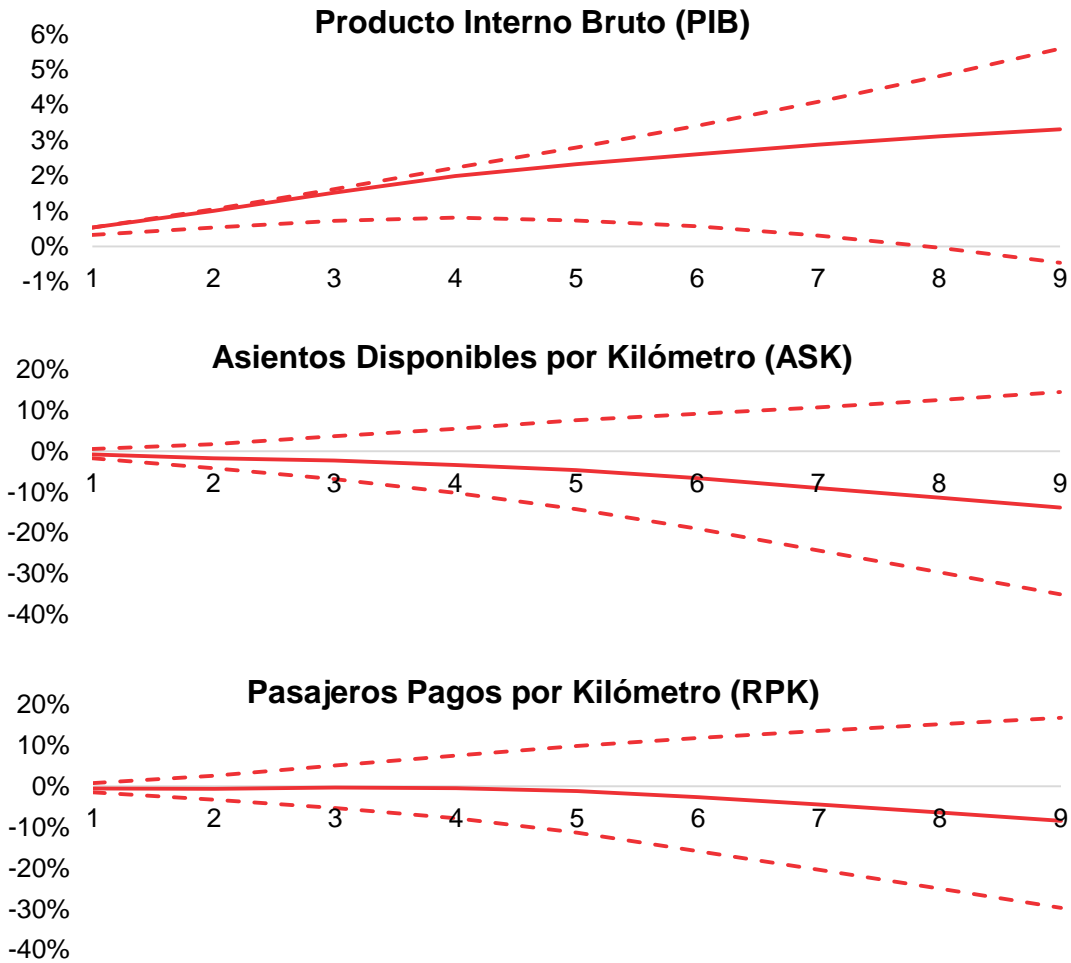
²⁸ Para elegir el número de rezagos se utilizaron los criterios AIC, HQ, SC y FPE (10, 10, 2 y 6 rezagos respectivamente). En todos los escenarios excepto con 2 rezagos se encontró evidencia de al menos un vector de cointegración. Sin embargo, se presentan únicamente los resultados de esta prueba con 6 rezagos.

iv) Heteroscedasticidad Condicional Autoregresiva (ARCH)

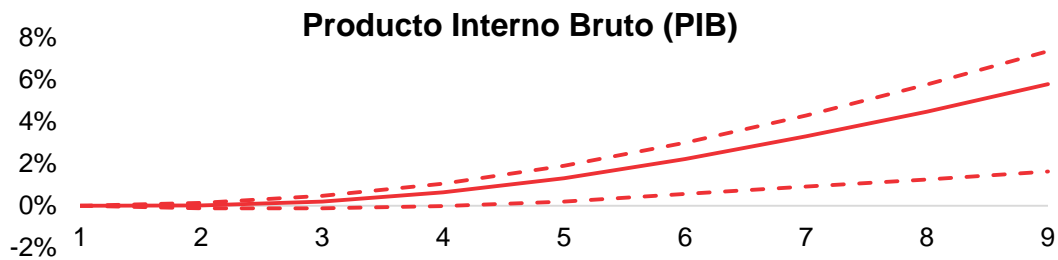
Especificación VEC	ARCH Multivariado (P-Value)
Tendencia	0.4436
Constante	0.2622
Sin Tendencia ni Constante	0.3299

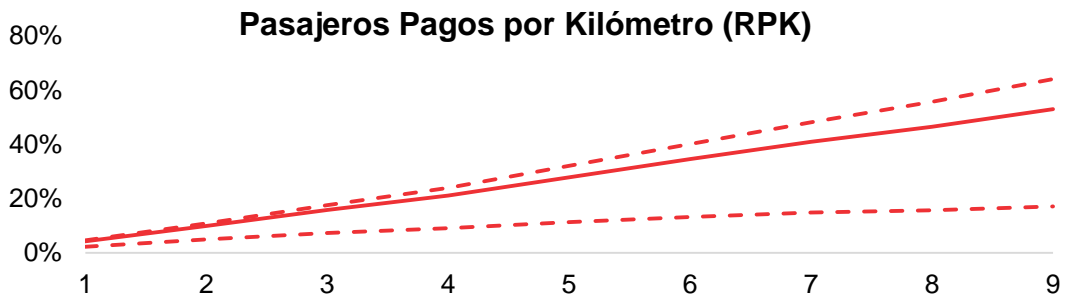
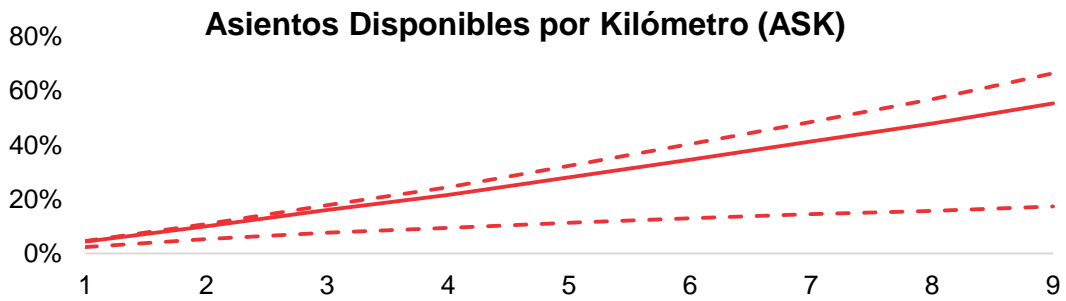
Apéndice D - Función de Impulso-Respuesta Acumulada (Cholesky)

i) Impulso-Respuesta a Logaritmo del Producto Interno Bruto (PIB), 5,000 repeticiones al 95%



ii) Impulso-Respuesta a Logaritmo de Asientos Disponibles por Kilómetro (ASK), 5,000 repeticiones al 95%





iii) Impulso-Respuesta a Logaritmo de Pasajeros Pagos por Kilómetro (RPK), 5,000 repeticiones al 95%

