



Lima, 17 de diciembre de 2025

Señores:

Consejo Directivo

**ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE DE USO PÚBLICO – OSITRAN**

Asunto: Recurso de Reconsideración contra la Resolución que aprueba la Tarifa Unificada de Uso Aeroportuario aplicable a los pasajeros en transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

**IATA SUCURSAL DEL PERÚ**, identificado con RUC N° 20346845610, con domicilio legal en Avenida Víctor Andrés Belaunde N° 147, Torre Real 2, Piso 12, Of. 115, San Isidro, Lima Perú, debidamente representado por su Gerente General, el señor Martín José La Rosa Peron, identificado con DNI N° 45109939, a usted respetuosamente decimos:

## **I. PETITORIO**

Que, al amparo de lo dispuesto en el artículo 219 del Texto Único Ordenado de la Ley N.º 27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General, **interpongo RECURSO DE RECONSIDERACIÓN** contra la Resolución de Consejo Directivo N° 0019-2025-CD-OSITRAN, de fecha 23 de noviembre de 2025, mediante la cual OSITRAN aprueba la Tarifa Unificada de Uso Aeroportuario aplicable a los pasajeros en transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (en adelante, la “Resolución”), solicitando que dicha resolución **sea revocada o modificada**, conforme a los fundamentos de hecho y de derecho que se exponen a continuación.

## **II. ACTO ADMINISTRATIVO IMPUGNADO**

La Resolución emitida por el Consejo Directivo, que aprueba la Tarifa Unificada de Uso Aeroportuario aplicable a los pasajeros en transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJCH), estableciendo un monto de:

- Pasajeros internacionales en conexión (INT-INT): USD 10.05 por pasajero
- Pasajeros domésticos en conexión (DOM-DOM): USD 6.32 por pasajero

## **III. FUNDAMENTOS DE HECHO**

1. Mediante la Resolución, OSITRAN ha fijado la Tarifa Unificada de Uso de Aeropuerto (TUUA) aplicable a los pasajeros en transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.
2. La resolución impugnada introduce dicha TUUA **sin efectuar un rebalanceo integral del modelo tarifario aeroportuario**, particularmente respecto de su interacción con la TUUA de embarque, lo cual - como hemos advertido- genera **riesgos concretos de doble cobro** por el uso de infraestructura y servicios ya internalizados en otros cargos aeroportuarios.
3. Esta aproximación resulta incompatible con el **principio de relación con los costos** recogido en el Documento 9082 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), el cual exige que los cargos aeroportuarios reflejen de manera precisa los costos efectivamente atribuibles al servicio prestado y eviten duplicidades.

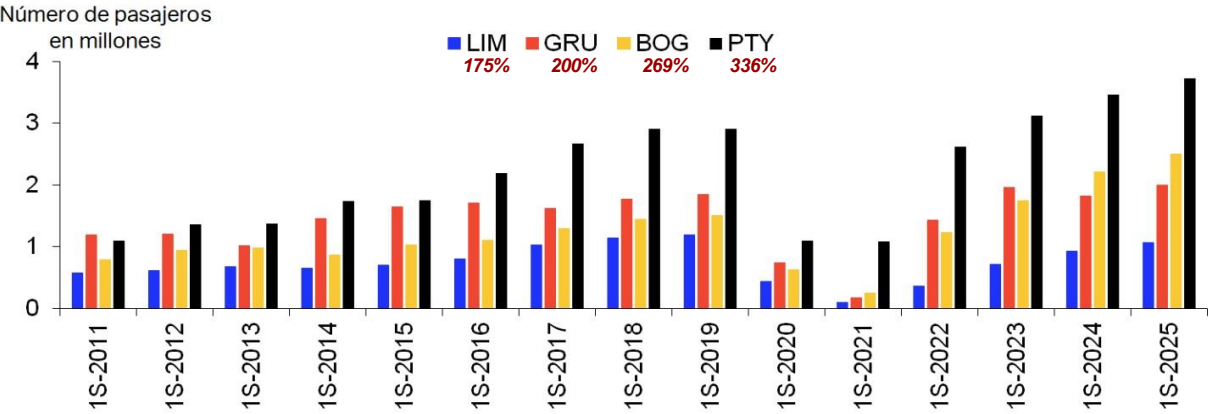


4. Asimismo, OSITRAN ha aplicado una **metodología de costos distribuidos**, asignando costos conjuntos mediante drivers tales como metros cuadrados (M2) u otros criterios de reparto general, los cuales **no reflejan el consumo real ni la causalidad económica** del servicio brindado al pasajero en transferencia.
5. El uso de dicha metodología puede **sobre asignar costos**, inducir a una sobreinversión y derivar en tarifas que afectan negativamente la competitividad del aeropuerto.
6. Tratándose de un **servicio nuevo o diferenciado**, como es el caso del pasajero en transferencia, la metodología técnicamente adecuada es la de **costos incrementales**, en tanto considera únicamente los costos adicionales estrictamente necesarios para prestar el servicio, evita distorsiones y se encuentra alineada con las **mejores prácticas regulatorias internacionales**. Su aplicación permitiría garantizar eficiencia económica, neutralidad competitiva y transparencia en la fijación de las nuevas tarifas.
7. La implementación de la TUUA de transferencia en los términos aprobados **afecta directamente la competitividad y conectividad aérea del país**, debilitando el rol del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez como hub regional frente a aeropuertos competidores como *Tocumen* en Ciudad de Panamá (PTY) o *El Dorado* en Bogotá (BOG) Bogotá, que mantienen un esquema de **costo cero para pasajeros en tránsito**. En el caso del aeropuerto de *Guarulhos* en Sao Paulo, que es el único aeropuerto hub en la región donde se cobra una tasa de este tipo, la tarifa es de solo 2,62 USD, es decir, casi 500% menos que la fijada por la Resolución.
8. En este punto, cabe considerar la información oficial comparativa respecto al crecimiento de los pasajeros en transferencia en los principales hubs de la región, donde PTY y BOG, compiten directamente con el AIJCH:

ad

## PTY y BOG se consolidan como los *HUBs* regionales

Número de pasajeros internacionales en conexión en los principales aeropuertos de la región.



Source: IATA Sustainability and Economics based on data from DDS

2

IATA Sustainability and Economics

31 October 2025



9. Conforme a ello, se puede concluir lo siguiente:
- PTY ha tenido un crecimiento fuerte en la cantidad de pasajeros conectados, doblando el número de pasajeros internacionales en tránsito o conexión, pasando de 1.8 millones durante el



1S-2015 a 3.7 millones en 1S-2025, exhibiendo un **crecimiento promedio del 7,8% anual en la última década**.

- BOG ha sido uno de los ejemplos de crecimiento más notables en la región en la última década, pasando de ser el cuarto hub en la región a consolidarse como el segundo, sobrepasando a GRU. Para el 1S-2015 se movilizaron alrededor de 1 millón de pasajeros internacionales, mientras que para el 1S-2025 esta cifra alcanzó los 2.5 millones, evidenciando un **crecimiento promedio anual acelerado del 9,4%**.
  - LIM ha ganado relevancia en los últimos años, sin embargo, el tránsito de pasajeros en conexión todavía es bajo comparado a los tres principales hubs de la región. En este sentido se observa que el aeropuerto ha mantenido una **tasa de crecimiento promedio anual de solo 4,2% durante la última década; el cual podría reducirse con la implementación de esta nueva TUUA, aumentándose negativamente la distancia competitiva**.
10. Diversos estudios indican que la elasticidad de la demanda resulta **"altamente elástica"** respecto a pasajeros en transferencia internacional en un aeropuerto hub, dado que estos usuarios son extremadamente sensibles a cambios en costos operacionales (tarifas aeroportuarias) y eficiencia operativa (tiempos de conexión, puntualidad). Si un hub se encarece o se vuelve ineficiente, las aerolíneas pueden **redirigir los flujos de conexión a otros hubs competidores** o alternativos con relativa facilidad (ejemplo: Panamá, Bogotá, o Santiago). Esto por cuanto los **pasajeros de conexión no están vinculados a la ciudad**, solo al tiempo total de viaje y al precio.
11. Con el propósito de contribuir a una evaluación informada y transparente, adjuntamos un estudio reciente de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Transporte Aéreo (ALTA), gremio que reúne al 80% de las aerolíneas que operan en la región, el cual, conforme a los siguiente, concluye que **la aplicación de la TUUA de transferencia internacional tendría consecuencias graves sobre la demanda de pasajeros y la competitividad del hub de Lima:**
- Un incremento del 3% al 7% en el precio total del viaje por la nueva tarifa *podría reducir la demanda de pasajeros en conexión entre 3% y 11%*, dependiendo del mercado.
  - Esa reducción estimada en el AIJCH equivaldría a decenas de miles de pasajeros menos por año, afectando directamente la sostenibilidad de rutas internacionales que también sirven al turismo receptivo.
  - La TUUA de Transferencia *"no generará ingresos turísticos directos, pero sí reducirá la conectividad internacional que permite el crecimiento del turismo receptivo y las economías locales asociadas"*. Es decir, restaurantes, transporte, comercio y hoteles.
  - Aplicar este cobro *impide que el programa "Stopover" de PromPerú y MINCETUR prospere*, porque ningún viajero elegirá detenerse en Lima si debe pagar un cargo adicional solo por hacer escala. Como ejemplo, el programa "Stopover Panamá" impulsado por Copa Airlines y PROMTUR generó más de 185 mil visitantes adicionales en ese país en 2024<sup>1</sup>, y el programa de Avianca y el Instituto Distrital de Turismo de Bogotá proyecta 470 mil visitantes extra en Colombia entre 2025 y 2026.
  - En Lima, en cambio, esa oportunidad se perdería si el costo de conexión aumenta. En palabras de ALTA, la TUUA de Transferencia **"golpea la base del modelo de hub de Lima"**, ya que los pasajeros

---

<sup>1</sup> <https://www.turistamagazine.com/v2/?p=67516>



en conexión —aunque no pernocten en el país— sostienen la masa crítica de vuelos y frecuencias que hacen posible la llegada de turistas extranjeros. Si disminuye ese volumen, se reducen los destinos, se encarecen los boletos y se frena el crecimiento del turismo para los peruanos.

12. Con el fin de respaldar lo anterior, adjuntamos el Reporte denominado "*Estimating Price and Income Air Travel Demand Elasticities in Latin America and the Caribbean*", elaborado por ALTA y la Universidad de San Andrés de Colombia, en el que se basa el estudio referido en el numeral "11".
13. De forma complementaria, compartimos una copia de la carta de ALTA enviada a la señora ministra de Comercio Exterior y Turismo, Teresa Mera, el día 11 de diciembre de 2025, absolviendo -con precisiones técnicas- las observaciones realizadas por Airports Council International (ACI) a dicho reporte.
14. Basados en lo anterior, no hay ningún sustento para proyectar que se pueda mantener un crecimiento promedio anual del tráfico de pasajeros de 8% hasta el fin de la concesión (como se viene considerando). Una proyección de este tipo no estaría considerando el impacto negativo que tendrá -y que ya ha tenido- la aplicación de una nueva tasa aeroportuaria, como lo es la TUUA de transferencia, en el hub de Lima. De hecho, estimaciones de las líneas aéreas coinciden en que, en el mejor escenario, con la aplicación de esta tarifa el crecimiento promedio del tráfico en ningún caso podrá superar el 3% anual, siendo muy probable que se generen una **reducción del tráfico de conexión vía Lima de entre 3% y 5%**, con impactos negativos sobre la conectividad, el turismo, el comercio y la competitividad del Perú.
15. Si bien Lima Airport Partners (LAP) ha presentado cierta información durante el procedimiento tarifario, la elección de la metodología de costos distribuidos —en lugar de costos incrementales— **incrementa seriamente el riesgo de que las premisas asumidas distorsionen el valor real de los servicios efectivamente prestados** a los pasajeros en transferencia.
16. En este contexto, resulta indispensable **reforzar la transparencia del proceso tarifario**, mediante mecanismos de verificación ex ante, auditorías técnicas independientes y la publicación detallada de los supuestos, drivers y criterios utilizados en el cálculo de la tarifa. Lo cual, hasta el momento, no se habría realizado.
17. En conclusión, IATA reitera su posición en favor de una regulación que garantice eficiencia, transparencia y neutralidad competitiva.

#### IV. FUNDAMENTOS DE DERECHO

1. **Ley N° 27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General:**
  - Artículo 219: Procedencia del recurso de reconsideración en los casos de actos administrativos emitidos por órganos que constituyen única instancia, donde no se requiere nueva prueba.
  - Artículo IV del Título Preliminar: Principios de legalidad, razonabilidad, debido procedimiento, verdad material y proporcionalidad.
2. **Principios de Regulación Tarifaria:** La fijación de tarifas debe sustentarse en criterios de **eficiencia económica, causalidad, uso efectivo del servicio y razonabilidad**, evitando la imposición de cargos que no se correspondan con los costos efectivamente generados por el usuario.
3. **Principio de Verdad Material:** OSITRAN se encuentra obligado a verificar plenamente los hechos y supuestos técnicos que sustentan la tarifa, especialmente cuando se aporta información que evidencia un uso parcial de la infraestructura por parte del pasajero en transferencia.
4. **Marco normativo sectorial y contractual:** La fijación de las TUUA de transferencia debe efectuarse conforme a:



- El Contrato de Concesión original del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.
- El Reglamento General de Tarifas de OSITRAN y las resoluciones correspondientes.
- Los Lineamientos y precedentes administrativos aplicables a la fijación de tarifas aeroportuarias.
- Los requerimientos formales y resoluciones de la Órgano de Control Interno del OSITRAN y la Contraloría.

5. **Promoción de la conectividad y competencia:** La aplicación de esta tarifa desincentiva las inversiones de los usuarios en el hub de Lima, afecta la conectividad aérea y resulta contraria a los objetivos de eficiencia y crecimiento planteados al inicio de la concesión.

## V. SOLICITUD

Por lo expuesto, solicito a su despacho que:

1. **Admita a trámite** el presente recurso de reconsideración.
2. **Evalúe la información proporcionada en este documento y la información compartida a lo largo del procedimiento.**
3. **Reconsidere la resolución hasta que se realice un análisis integral del modelo tarifario y se asegure el cumplimiento de los principios internacionales establecidos por la OACI.**
4. **Revoque o modifique** la Resolución, o, alternatively, disponga la revisión de la metodología empleada.

## VI. ANEXOS

1. Informes técnicos y económicos de ALTA y la Universidad de San Andrés.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Martín La Rosa", is placed over a light gray rectangular background.

**Martín La Rosa**  
**Area Manager Perú & Bolivia**  
**IATA SUCURSAL DEL PERÚ**



# Estimación de la elasticidad de la demanda de viajes aéreos en función del precio y los ingresos en América Latina

## Contenido

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen ejecutivo</b>                                                   | <b>2</b>  |
| <b>1 Introducción y contexto normativo</b>                                 | <b>3</b>  |
| <b>2 Definición del mercado</b>                                            | <b>5</b>  |
| <b>3 Fuentes de datos</b>                                                  | <b>6</b>  |
| <b>4 Metodología de estimación</b>                                         | <b>12</b> |
| <b>5 Resultados principales</b>                                            | <b>18</b> |
| <b>6 Aplicaciones políticas</b>                                            | <b>27</b> |
| <b>7 Conclusión</b>                                                        | <b>28</b> |
| <b>A Estudios previos y revisión bibliográfica</b>                         | <b>30</b> |
| <b>B Agregación y limpieza</b>                                             | <b>31</b> |
| <b>C Índice de madurez del mercado (MMI): ruta-mes, frecuencia mensual</b> | <b>38</b> |
| <b>D Apéndice técnico</b>                                                  | <b>41</b> |
| <b>E Factores de ajuste multiplicativos</b>                                | <b>45</b> |
| <b>F Tablas</b>                                                            | <b>47</b> |

## Resumen ejecutivo

**Contexto y motivación** El sector de la aviación latinoamericano está entrando en un periodo de profundos cambios. Las regulaciones medioambientales, la volatilidad de los precios del combustible y las condiciones macroeconómicas cambiantes están remodelando las estructuras de costes de las aerolíneas y el comportamiento de los pasajeros. Tanto para las aerolíneas como para los reguladores, comprender cómo reacciona la demanda ante los ajustes de tarifas y el crecimiento de los ingresos es fundamental para pronosticar el tráfico, planificar la capacidad y evaluar las implicaciones de las políticas sobre las emisiones de carbono.

Este informe ofrece las estimaciones más completas hasta la fecha sobre la elasticidad de la demanda de transporte aéreo en América Latina y el Caribe en función del precio y los ingresos. A partir de una década de datos mensuales (2014-2024, excepto 2020) y métodos econométricos de última generación (mínimos cuadrados en dos etapas con instrumentos basados en los costos), los resultados proporcionan un conjunto de herramientas rigurosas y prácticas para la planificación de escenarios y la toma de decisiones estratégicas.

**Resultados principales.** A nivel de ruta, **elasticidad de referencia de los precios** se estima en aproximadamente  $-1,4$ . Esto significa que un aumento del 10 % en las tarifas provoca una caída prevista del 14 % en el volumen de pasajeros. Las elasticidades son más altas en valor absoluto en las rutas internacionales y en los corredores con gran afluencia de turistas, y más bajas en los mercados nacionales y de negocios maduros.

La **elasticidad de referencia de los ingresos** se estima en 0,95, lo que implica que la demanda crece aproximadamente en proporción al PIB. Sin embargo, los mercados nacionales muestran elasticidades muy superiores a 1,3, lo que refleja la rápida expansión de los viajes aéreos de la clase media, mientras que los mercados internacionales son menos sensibles, con valores en torno a 0,8.

Tabla 1: Elasticidades principales (muestra completa, 2014-2024, excepto 2020)

|                                 | Elasticidad del precio | Elasticidad de los ingresos |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Referencia (todos los mercados) | $-1,40$                | 0,95                        |
| Rutas nacionales                | $-1,10$                | 1,40                        |
| Rutas internacionales           | $-1,73$                | 0,80                        |
| Corta distancia <1500 km        | $-0,89$                | 0,62                        |
| Medio recorrido 1500-4000 km    | $-1,94$                | 0,91                        |
| Larga distancia >4000 km        | $-1,58$                | 0,94                        |

## Patrones clave y heterogeneidad

- **Nacional frente a internacional.** Los mercados nacionales son menos sensibles a los cambios en las tarifas, pero más sensibles al crecimiento de los ingresos. Esto refleja la escasa disponibilidad de sustitutos modales a nivel interno y el fuerte potencial de expansión a medida que aumentan los ingresos. Por el contrario, los viajes internacionales son más discrecionales y sensibles al precio, especialmente en el Caribe y América Central.
- **Longitud del trayecto.** Los trayectos cortos son los menos elásticos en cuanto al precio en nuestra muestra (0,89), lo que concuerda con la menor cantidad de sustitutos efectivos y los viajes esenciales en muchos mercados de Los Ángeles. Los corredores de media distancia son los más elásticos en cuanto al precio (alrededor de  $-1,9$ ), ya que el turismo

discrecional y los viajes de negocios responden más a las tarifas. Los flujos de larga distancia se sitúan en un término medio, con elasticidades cercanas a  $-1,6$ .

- **Corredores regionales.** Los corredores Caribe-América del Norte y América Central-América del Norte se caracterizan por una elevada elasticidad de precios (a menudo superior a  $-1,8$ ), en consonancia con su orientación hacia el ocio y su exposición a las fluctuaciones del tipo de cambio. Por el contrario, los viajes entre América del Sur y América del Norte son menos elásticos (alrededor de  $-0,9$ ), lo que refleja un mayor tráfico por motivos de negocios y visitas a amigos y familiares (VFR). Los flujos transcontinentales se agrupan en torno a  $-1,5$ , lo que indica una capacidad de respuesta significativa, pero no extrema.
- **Madurez del mercado.** El Índice de Madurez del Mercado (MMI) muestra marcados contrastes en toda la región. Los mercados intracaribeños e intracentroamericanos siguen siendo incipientes o emergentes, con una elevada elasticidad y volatilidad. Por el contrario, los mercados entre Sudamérica y Europa y entre Sudamérica y Norteamérica ya están maduros, con una menor elasticidad y un crecimiento más estable. Esta perspectiva del ciclo de vida proporciona una hoja de ruta: a medida que los mercados maduran, la sensibilidad a los precios disminuye, la elasticidad de los ingresos converge hacia uno y el crecimiento del tráfico se estabiliza.

**Conclusión.** Las pruebas indican que la demanda de transporte aéreo en América Latina es moderadamente elástica en general, pero la heterogeneidad entre los mercados es considerable y estratégicamente significativa. Las rutas nacionales y maduras pueden absorber los aumentos de costes impulsados por las políticas con una pérdida de tráfico limitada, mientras que los corredores emergentes y con un alto porcentaje de turismo de ocio están muy expuestos. El crecimiento impulsado por los ingresos se concentrará en los mercados nacionales y en desarrollo, lo que subraya la necesidad de inversiones en capacidad con visión de futuro.

Para las aerolíneas, el mensaje es que deben adaptar su estrategia al contexto, no a los promedios. Para los responsables políticos, los resultados ponen de relieve las consecuencias distributivas de las políticas uniformes: un impuesto sobre el carbono que parece modesto en términos agregados puede afectar de manera desproporcionada a la conectividad en mercados altamente elásticos. En términos más generales, los resultados proporcionan una base coherente para pronosticar cómo los precios regionales del carbono o las crisis del combustible se traducirán en resultados en términos de tráfico e ingresos.

Al proporcionar elasticidades transparentes, creíbles y desagregadas, este estudio dota a las partes interesadas del sector de las herramientas necesarias para navegar en una era de aumento de los costes, endurecimiento de las regulaciones y cambios en los fundamentos de la demanda.

## 1 Introducción y contexto de políticas

El sector de la aviación mundial se enfrenta a la presión de reducir su importante huella de carbono, lo que da lugar a nuevas políticas medioambientales que a menudo aumentan los precios de los billetes. En América Latina, las diversas condiciones económicas, las infraestructuras y la conectividad aérea hacen que sea fundamental que las aerolíneas comprendan cómo responde la demanda de viajes aéreos a estos aumentos de tarifas. Es esencial que las aerolíneas dispongan de estimaciones precisas de la elasticidad de los precios y los ingresos para poder navegar estratégicamente por las



regulaciones en constante evolución, optimizar sus operaciones, gestionar los ingresos y abordar posibles problemas de equidad.

Los aportes de este informe respaldan directamente la estrategia de las aerolíneas al ofrecer medidas de elasticidad detalladas y específicas para cada contexto, derivadas de rigurosas metodologías econométricas. Utilizando datos mensuales exhaustivos a nivel de ruta proporcionados por la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Transporte Aéreo (ALTA), obtenidos del complemento FM-Traffic de Cirium para Diio Mi/SRS Analyzer, nuestro enfoque emplea un sólido modelo econométrico de forma reducida que utiliza variables instrumentales (mínimos cuadrados en dos etapas, 2SLS). Al instrumentar las tarifas aéreas con variables de transferencia de costes e instrumentos de red, abordamos de manera eficaz la endogeneidad de los precios, reconociendo los comportamientos estratégicos de las aerolíneas en materia de precios en respuesta a las condiciones del mercado.

En consonancia con los estándares académicos y del sector establecidos, este informe integra las mejores prácticas de estudios destacados, como los de InterVISTAS Consulting Inc. (2007) y Smyth y Pearce (2008), así como conocimientos más recientes de Berry y Jia (2010) y Ciliberto y Williams (2010). A diferencia de los modelos estructurales centrados principalmente en la competencia o las fusiones, nuestra metodología hace hincapié en la transparencia y la aplicabilidad práctica, centrándose explícitamente en las respuestas de la demanda relevantes para los escenarios de política medioambiental.

Los resultados de este informe incluyen estimaciones detalladas de la elasticidad en múltiples niveles de agregación (específicos de ruta, nacionales y regionales) y en diversos segmentos del mercado, incluidos los vuelos nacionales e internacionales, los viajes de corta y larga distancia. Además, proporcionamos métricas exhaustivas de elasticidad de los ingresos para ayudar a las aerolíneas a anticipar mejor las trayectorias de la demanda en consonancia con la evolución económica en toda América Latina. Además, presentamos un Índice de Madurez del Mercado (MMI) que integra información sobre la elasticidad con indicadores de mercado complementarios para evaluar la evolución del mercado y fundamentar las decisiones estratégicas de inversión y planificación de rutas.

Al ofrecer información sólida, detallada y centrada en las aerolíneas sobre la elasticidad, basada en un riguroso análisis econométrico, este informe dota a las aerolíneas latinoamericanas de herramientas analíticas fundamentales. En última instancia, nuestro análisis respalda la toma de decisiones estratégicas informadas, ayudando a las aerolíneas a responder eficazmente a los retos medioambientales, optimizar la rentabilidad y mantener posiciones competitivas en el mercado en un panorama de la aviación cada vez más regulado.

### **Conceptos clave: elasticidad de la demanda**

En economía, la elasticidad de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada de un bien o servicio a los cambios en uno de sus determinantes. En este estudio, las dos elasticidades más relevantes son:

- **Elasticidad de la demanda en función del precio**, que refleja el cambio porcentual en el volumen de pasajeros asociado a una variación del 1 % en las tarifas. Las elasticidades en función del precio suelen ser negativas, lo que refleja la ley de la demanda: los precios más altos desincentivan el consumo. Por ejemplo, un valor de  $-1,3$  implica que, en torno a los niveles actuales de tarifas, un aumento del 10 % en las tarifas reduciría la demanda de pasajeros en aproximadamente un 13 %.
- **Elasticidad de la demanda en función del ingreso**, que mide el cambio porcentual en el volumen de pasajeros en respuesta a un cambio del 1 % en el ingreso real (representado

aquí por el PIB per cápita de los países de origen y destino pertinentes). Una elasticidad de la demanda superior a 1 sugiere que el transporte aéreo es un bien de lujo, que crece más rápido que los ingresos; una elasticidad inferior a 1 implica una sensibilidad más modesta a los ingresos. Por ejemplo, si la elasticidad de la demanda es igual a 1,2, un aumento del 5 % en los ingresos reales se traduciría en un aumento del 6 % en el volumen de pasajeros.

Las elasticidades se interpretan mejor como medidas locales: resumen la sensibilidad de la demanda en torno a las condiciones del mercado observadas realmente en los datos. Dicho de otro modo, una elasticidad responde a la pregunta: «si los precios o los ingresos cambiaran un 1 % con respecto a los niveles actuales, ¿en qué porcentaje respondería el volumen de pasajeros?». Esta interpretación del cambio porcentual es lo que hace que las elasticidades sean tan valiosas para las previsiones y las simulaciones de políticas.

Desde una perspectiva más técnica, una elasticidad puede considerarse como la pendiente de la curva de demanda cuando tanto las cantidades como los precios se expresan en términos porcentuales. En lugar de preguntarnos cuántos pasajeros se pierden cuando las tarifas suben un dólar, la elasticidad nos dice qué porcentaje de pasajeros se pierde cuando las tarifas suben un 1 %. Esta formulación hace que las elasticidades sean directamente comparables entre mercados, monedas y escalas.

Aunque sus valores exactos dependen del mercado, el período y la combinación de pasajeros que se considere, las elasticidades siguen siendo la forma más práctica y ampliamente aceptada de resumir el comportamiento de la demanda. Al incorporarlas en los modelos de previsión y el análisis de escenarios, las aerolíneas y los responsables políticos pueden traducir de forma transparente los cambios en las tarifas o los ingresos en los impactos previstos en el tráfico.

## **2 Definición del mercado**

Una definición clara y rigurosa del mercado relevante es esencial para producir estimaciones significativas de la elasticidad de la demanda de viajes aéreos y para garantizar que los resultados sean operativamente valiosos para las aerolíneas. En este informe, definimos un mercado como una combinación única de un par de aeropuertos de origen-destino (O-D) y un mes específico. Este enfoque, ampliamente reconocido tanto en la investigación académica como en la industrial, refleja con precisión cómo los pasajeros sustituyen unas opciones por otras y cómo las aerolíneas toman decisiones sobre tarifas y capacidad. Por ejemplo, todos los viajes con billete de São Paulo a Buenos Aires en marzo de 2023 forman un mercado distinto, separado de la dirección inversa, otros meses u otros pares de ciudades. Este alto nivel de granularidad garantiza que las estimaciones tengan en cuenta los factores de demanda específicos de cada ruta y permiten incorporar la variación temporal, lo cual es crucial para los métodos econométricos de datos de panel y para captar el impacto real de choques como las fluctuaciones estacionales o los cambios normativos.

Al definir el mercado a nivel O-D-mes, seguimos las mejores prácticas establecidas en la literatura académica y adoptadas por los analistas del sector. Este marco refleja la limitada sustituibilidad entre pares de ciudades no relacionadas en el transporte aéreo: los pasajeros rara vez consideran un destino diferente como un sustituto directo, especialmente en el contexto de cambios normativos o tarifarios. Además, al preservar la direccionalidad, nuestro enfoque reconoce que los determinantes de la demanda pueden ser asimétricos entre los puntos finales; por ejemplo, el tráfico saliente y el tráfico entrante suelen diferir en volumen y composición debido a las condiciones económicas, los flujos turísticos o los requisitos de visado.

Aunque puede existir una heterogeneidad sustancial en la demanda dentro de cada mercado definido, como las diferencias entre clases de servicio (turista frente a ejecutiva) o motivos de viaje (ocio frente a negocios), nuestras estimaciones de elasticidad de referencia se calculan a nivel de mercado agregado. Esta elección es deliberada y refleja el enfoque orientado a las políticas de este estudio: las intervenciones políticas y los cambios normativos se suelen aplicar a nivel de mercado global, en lugar de dirigirse a segmentos específicos de pasajeros. Aunque los datos disponibles sugieren que los viajeros de cabina premium y de negocios tienden a mostrar una menor sensibilidad al precio que los pasajeros de ocio en clase económica, el objetivo principal de este informe es proporcionar estimaciones sólidas a nivel de mercado que sean directamente aplicables al análisis de políticas. Por lo tanto, no se persigue una segmentación más allá del nivel de origen-destino-mes, y reconocemos que es posible que nuestro enfoque agregado no capte plenamente algunas variaciones dentro del mercado.

La elección de un marco temporal mensual como unidad de agregación temporal es intencionada, ya que nos permite captar variaciones significativas en las tarifas, el volumen de pasajeros y los choques exógenos, al tiempo que respalda enfoques econométricos robustos de efectos fijos y variables instrumentales. La granularidad mensual también se ajusta a los ciclos de planificación comercial de las aerolíneas y a la frecuencia de la mayoría de los factores externos que influyen en los costes, como los precios del combustible para aviones o los tipos de cambio.

Las estimaciones de elasticidad de este estudio se calculan utilizando variables agregadas a nivel de mercado entre todas las aerolíneas que operan en un determinado O-D-mes. Esto refleja tanto la realidad competitiva a la que se enfrentan las aerolíneas como el hecho de que las intervenciones políticas, como la fijación de precios del carbono o los nuevos requisitos normativos, suelen afectar a todo el mercado y no solo a las aerolíneas individuales. Como resultado, nuestras conclusiones son directamente relevantes para la toma de decisiones estratégicas, ya que permiten a las aerolíneas anticipar los impactos a nivel de mercado y diseñar respuestas coordinadas. Por último, aunque nos centramos principalmente en el mercado desagregado O-D-mes, también proporcionamos estimaciones de elasticidad a niveles de agregación más amplios, como el par de países. Esta flexibilidad permite que los resultados sirvan de base para una amplia gama de estrategias de las aerolíneas y simulaciones de políticas, incluida la evaluación de medidas a nivel de todo el sistema o los efectos indirectos entre mercados. Al basar nuestro análisis en una estructura de mercado claramente definida y estándar en el sector, nos aseguramos de que las estimaciones de elasticidad resultantes sean sólidas, interpretables y directamente aplicables a las necesidades de las aerolíneas que operan en la región latinoamericana.

### **3 Fuentes de datos**

#### **3.1 Datos sobre el transporte aéreo**

Nuestro análisis empírico aprovecha los datos históricos sobre viajes aéreos proporcionados por la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Transporte Aéreo (ALTA), obtenidos a través del complemento FM-Traffic de Cirium para las plataformas Diio Mi y SRS Analyzer. Este completo conjunto de datos incluye observaciones mensuales agregadas a nivel de ruta (pares de ciudades de origen y destino) y de aerolínea, y contiene variables esenciales como el número de pasajeros, las tarifas medias, los ingresos por pasajero-kilómetro (RPK), los asientos-kilómetro disponibles (ASK), frecuencias de vuelo, kilómetros totales volados, porcentaje de punto de origen (POO) por origen, destino y otros, códigos de equipamiento (tipo de aeronave) y rendimientos medios. La granularidad del volumen de pasajeros, la información sobre tarifas y las métricas operativas permiten estimar con precisión la elasticidad de la demanda a nivel de ruta y mes.

Cada observación consolida transacciones detalladas a nivel de billete, diferenciando claramente entre compañías aéreas operativas y comercializadoras, vuelos directos y vuelos con conexión, y captando el contexto geográfico (países de origen, destino y venta). Los datos sobre la frecuencia de los vuelos, el total de kilómetros volados y el tipo de aeronave proporcionan información sobre las variaciones en la oferta y las limitaciones operativas, lo que mejora nuestra comprensión de las decisiones de las compañías aéreas. Además, los porcentajes de POO permiten analizar los patrones de demanda de los pasajeros y las asimetrías direccionales.

Una característica distintiva del conjunto de datos es la disponibilidad sistemática de datos sobre capacidad, que abarcan los asientos ofrecidos, las frecuencias de vuelo y los ASK a nivel de aerolínea, ruta y mes. Esta información permite elaborar medidas estándar del lado de la oferta, como los factores de ocupación (RPK divididos por ASK o pasajeros divididos por asientos), que sirven tanto como indicadores descriptivos de la eficiencia del mercado como variables explicativas en nuestros modelos econométricos. Las variables de capacidad también enriquecen el análisis de la dinámica competitiva: el número de asientos y ASK ofrecidos por las aerolíneas en una ruta y un mes determinados nos permiten calcular índices de concentración del mercado, identificar eventos de entrada y salida, y realizar un seguimiento de la disciplina de la oferta a lo largo del tiempo. Además, dado que los horarios de las aerolíneas suelen planificarse con meses de antelación, las métricas de capacidad diferidas proporcionan valiosos instrumentos predeterminados para el precio, lo que ayuda a mitigar la endogeneidad en la estimación de la demanda. Esta dimensión es especialmente importante en nuestro estudio, ya que nos permite captar no solo la respuesta de la demanda a las tarifas, sino también la interacción entre los ajustes de la oferta, las presiones competitivas y las estrategias de precios.

La inclusión de datos sobre la capacidad también refuerza la elaboración de indicadores de mercado más amplios, como el índice de madurez del mercado (MMI). Al combinar el crecimiento del número de pasajeros, los factores de ocupación y las medidas de concentración, la información sobre la capacidad se utiliza para caracterizar si un mercado se encuentra en una fase inicial de crecimiento, en transición hacia la madurez o si ya muestra unos fundamentos estables de demanda y oferta. Como tal, el conjunto de datos ofrece una visión unificada de ambos lados del mercado: la demanda a través del volumen de pasajeros y las tarifas, y la oferta a través de los asientos, las frecuencias y los ASK.

Dado nuestro enfoque orientado a las políticas, los datos se agregan a nivel de ruta-mes para reflejar eficazmente las condiciones totales del mercado, en lugar de los matices competitivos específicos de cada aerolínea. Esta agregación garantiza que el análisis se refiera a las decisiones políticas y estratégicas que afectan a mercados enteros, y no solo a compañías aéreas individuales. Para mantener la calidad y la relevancia de los datos, se han eliminado por completo las observaciones del año 2020 debido a los choques extremos causados por las estrictas restricciones impuestas por la COVID-19, lo que garantiza que la estimación refleje las condiciones típicas del mercado.

### **3.2 Datos macroeconómicos y complementarios**

Para complementar nuestro conjunto de datos sobre el transporte aéreo, integramos indicadores macroeconómicos y datos sobre el precio del combustible, esenciales para captar los factores que influyen en la demanda y abordar la posible endogeneidad de las tarifas. Los datos sobre el PIB real per cápita y la población proceden principalmente del informe Perspectivas de la economía mundial (WEO, por sus siglas en inglés) del Fondo Monetario Internacional (FMI), que ofrece indicadores económicos coherentes y comparables a nivel internacional, ajustados según la paridad del poder adquisitivo (PPA). En el caso de los territorios que no están totalmente cubiertos por el WEO, los datos complementarios de los Indicadores del Desarrollo Mundial (WDI, por sus siglas en inglés) del Banco

Mundial se estandarizan en dólares estadounidenses constantes para garantizar la comparabilidad entre países.

También utilizamos índices mensuales de precios al consumo (IPC) y tipos de cambio nominales del Banco de Pagos Internacionales (BPI), alineados temporal y geográficamente con nuestros datos sobre transporte aéreo. Además, se incorporan los precios del combustible para aviones proporcionados por S&P Global a través de ALTA como factores exógenos de variación de los costes, fundamentales para abordar las preocupaciones sobre la endogeneidad de las tarifas, que se ajustan mensualmente a nivel regional.

### 3.3 Construcción y transformaciones de variables

Las variables se construyen meticulosamente para el análisis econométrico mediante la agregación de datos de aerolíneas, rutas y clases en resúmenes a nivel de ruta y mes, incluyendo tarifas medias mensuales, recuentos totales de pasajeros, frecuencias de vuelos, kilómetros totales y rendimientos medios. Consideramos explícitamente dos medidas de tarifa: la «tarifa combinada», calculada como los ingresos totales divididos por el número de pasajeros, y el «rendimiento combinado», calculado como los ingresos por pasajero-kilómetro. El número de pasajeros y los RPK sirven como variables dependientes alternativas, lo que mejora la solidez y permite realizar análisis de sensibilidad. Las consideraciones de capacidad, como los ASK y los kilómetros totales, se integran en los análisis en los que las restricciones de oferta o las métricas operativas pueden influir en la dinámica del mercado.

También construimos un índice de ingresos ponderado por pasajeros que refleja la distribución del origen de los pasajeros que viajan en cada ruta y período. Si bien esta medida puede ayudar a aislar los cambios reales impulsados por los ingresos de los cambios composicionales en el tráfico de pasajeros, nuestra especificación preferida se basa en términos de ingresos de origen y destino separados, combinados ex post utilizando ponderaciones observadas del punto de origen (POO). Esta elección evita incorporar ponderaciones endógenas directamente en la regresión y proporciona una mayor flexibilidad para las respuestas asimétricas.

Las variables continuas, como el número de pasajeros, las tarifas, el PIB, la población, los tipos de cambio y los precios del combustible para aviones, se transforman logarítmicamente, lo que permite su interpretación directa como elasticidades y aborda la heteroscedasticidad. Para manejar los ceros de manera eficaz, especialmente en los logaritmos, se realizan pequeños ajustes (por ejemplo, imputando la mitad del valor positivo mínimo observado) que garantizan la solidez estadística sin distorsionar los patrones subyacentes.

Las posibles anomalías en los datos, como factores de carga improbables o rendimientos que superan los rangos estándar del sector, se abordan de forma sistemática mediante comprobaciones de plausibilidad basadas en las tendencias históricas. Las observaciones que se desvían significativamente de estos puntos de referencia se revisan individualmente para mantener la solidez. Las rupturas estructurales, en particular las debidas a las restricciones de la COVID-19, se tratan explícitamente mediante indicadores específicos, en lugar de recortar los valores atípicos (aparte de eliminar las observaciones del año 2020).

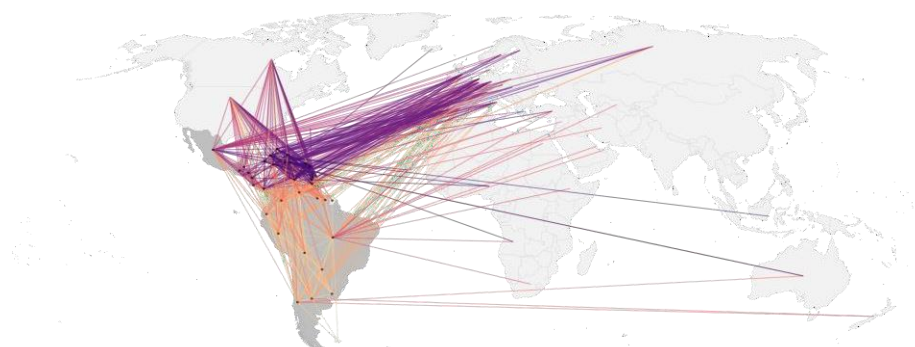
Un indicador binario de restricciones por la COVID-19 derivado del *Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT)*, concretamente la variable «*International Travel Controls*» (controles de viajes internacionales), recoge los periodos de choques sustanciales inducidos por las políticas. Las fluctuaciones estacionales de la demanda se abordan mediante indicadores binarios específicos para cada ruta en los meses de mayor actividad turística.

Por último, aunque el texto principal resume las definiciones y transformaciones de las variables clave, en el apéndice B se ofrece una descripción más detallada de cómo se agregan los datos brutos a nivel de itinerario y tramo al nivel de ruta-mes, cómo se armonizan las variables de capacidad con las medidas de demanda y cómo se tratan sistemáticamente las anomalías y los valores atípicos. Esto garantiza la total transparencia de los procedimientos de preparación de datos y aclara los pasos metodológicos que subyacen al panel empírico utilizado en la estimación de la elasticidad.

### 3.4 Cobertura geográfica y temporal

Nuestro conjunto de datos abarca un amplio ámbito geográfico, que incluye tanto los mercados nacionales de los países de América Latina y el Caribe como las rutas internacionales que conectan la región con los principales socios mundiales, sobre todo América del Norte y Europa. Esta doble cobertura refleja la esencia de la conectividad regional: el tráfico de corta y media distancia, que domina los flujos intra-latinoamericanos, junto con los servicios de larga distancia, que son estratégicamente fundamentales para el comercio, el turismo y la migración. La figura 1 ilustra la cobertura, con los países miembros de ALTA sombreados en tonos más oscuros, las conexiones internacionales representadas por líneas de colores según los pares de regiones y puntos negros que marcan los centroides de los países analizados en los mercados nacionales.

Figura 1: Alcance geográfico de las rutas en el conjunto de datos



El conjunto de datos está estructurado con una frecuencia mensual y abarca el período comprendido entre 2014 y 2024. Excluimos por completo el año 2020, dados los choques sin precedentes que sufrieron los viajes aéreos a causa de las restricciones impuestas por la COVID-19, que generaron patrones de tráfico incompatibles con la dinámica habitual del mercado, y también se utiliza una variable ficticia específica para señalar los períodos afectados por las restricciones de viaje impuestas por la COVID-19 después de 2020. El resultado es un panel longitudinal de más de una década, muy adecuado para analizar tanto las fluctuaciones a corto plazo (como la demanda estacional o las crisis de los precios del combustible) como las tendencias estructurales a largo plazo del transporte aéreo.

Todas las rutas se tratan de forma bidireccional, por lo que los flujos desde el origen hasta el destino se modelan por separado de sus tramos de retorno. Esto nos permite captar las asimetrías direccionales que son comunes en la región, por ejemplo, las diferencias en los volúmenes de tráfico de salida y de entrada, las cuotas de viajes de negocios y de ocio, o el poder adquisitivo impulsado por el tipo de cambio. La bidireccionalidad también facilita la integración precisa de covariables macroeconómicas (por ejemplo, ingresos, inflación, tipos de cambio) específicas de cada punto final, lo que mejora la identificación de los efectos sobre los ingresos y los precios.

La amplitud de la cobertura geográfica y temporal, junto con la cuidadosa construcción de variables y el tratamiento explícito de las anomalías, proporciona una base empírica sólida. Nos permite analizar las complejas interacciones entre la demanda de pasajeros, las estrategias de precios, la capacidad de las aerolíneas y las condiciones macroeconómicas, y generar pruebas fiables para evaluar las intervenciones normativas y de política medioambiental en la aviación latinoamericana.

### 3.5 Resumen estadístico y segmentaciones

Antes de pasar a la estimación econométrica, es importante documentar las principales características del conjunto de datos y destacar la heterogeneidad que motiva nuestra estrategia empírica. Resumimos los datos en varios niveles de agregación, informando tanto de los indicadores básicos de la demanda (pasajeros, RPK, tarifas, rendimientos) como de las medidas estructurales (distancia, número de compañías aéreas, índices de concentración, cuotas de POO). Estas estadísticas descriptivas proporcionan una idea básica de la escala y la variación entre los mercados, al tiempo que presagian los principales factores que determinan las diferencias de elasticidad.

Comenzamos con las estadísticas mensuales de todas las rutas de la muestra en la Tabla 2, que ofrecen una visión consolidada del tráfico medio, las tarifas y la estructura competitiva en las 55 000 rutas del panel. Esto sirve como referencia global para interpretar los resultados posteriores. Para reflejar la evolución del sector a lo largo del tiempo, la tabla 3 divide la muestra en el periodo anterior a 2019 y la recuperación posterior a 2021, mostrando diferencias sistemáticas en los niveles de tráfico, las tarifas y la composición del mercado entre ambos regímenes. Dado que muchas políticas medioambientales se aplicarán de forma diferente según se trate de mercados nacionales o internacionales, la tabla 4 compara directamente estos segmentos, ilustrando las marcadas diferencias en la duración media de las etapas, los niveles de tarifas y la concentración.

Tabla 2: Estadísticas resumidas de toda la muestra (nivel ruta-mes)

|                | Demanda básica y tarifas |             |        |             | Estructura y cobertura |                  |      |               |
|----------------|--------------------------|-------------|--------|-------------|------------------------|------------------|------|---------------|
|                | PAX                      | RPK         | Tarifa | Rendimiento | Distancia              | Compañías aéreas | HHI  | Cuotas de POO |
| <b>Media</b>   | 1 299,5                  | 2 769 138,0 | 251,7  | 0,09        | 3 615,3                | 1,80             | 0,60 | 58,8 / 36,9   |
| <b>Mediana</b> | 172,0                    | 514 028,1   | 208,6  | 0,08        | 2 698,9                | 1,00             | 0,54 | - / -         |
| <b>SD</b>      | 5 184,8                  | 9 480 489,0 | 182,1  | 0,11        | 2 904,7                | 1,09             | 0,25 | - / -         |
| <b>P10</b>     | 48,3                     | 94 972,7    | 70,2   | 0,05        | 651,8                  | 1,00             | 0,29 | - / -         |
| <b>P90</b>     | 2 381,0                  | 5 586 581,0 | 494,2  | 0,13        | 8 501,8                | 3,00             | 1,00 | - / -         |

**Notas:** PAX = pasajeros; RPK = ingresos por pasajero-kilómetro; Tarifa = USD combinado/viaje; Rendimiento = USD por RPK. El HHI se calcula sobre las cuotas de mercado de las aerolíneas en el nivel de ruta-mes. Las cuotas de POO se refieren a la cuota media de origen y destino de los pasajeros en todas las rutas (Origen = 58,8 %, Destino = 36,9 %). **Cobertura:** Rutas = 55 069; Países = 93; Meses = 120.

Tabla 3: Resumen estadístico por periodo (a nivel de ruta-mes): ≤2019 frente a ≥2021

|                      | Demanda básica y tarifas |              |        |             | Estructura y cobertura |                  |      |               |
|----------------------|--------------------------|--------------|--------|-------------|------------------------|------------------|------|---------------|
|                      | PAX                      | RPK          | Tarifa | Rendimiento | Distancia              | Compañías aéreas | HHI  | Cuotas de POO |
| <b>Periodo ≤2019</b> |                          |              |        |             |                        |                  |      |               |
| <b>Media</b>         | 1 253,1                  | 2 685 424,0  | 264,1  | 0,10        | 3 676,0                | 1,83             | -    | 56,7 / 38,5   |
| <b>Mediana</b>       | 174,0                    | 522 818,9    | 218,4  | 0,08        | 2 724,6                | 1,00             | 0,53 | - / -         |
| <b>SD</b>            | 5 080,1                  | 9 116 986,0  | 185,3  | 0,13        | -                      | -                | -    | - / -         |
| <b>P10</b>           | 48,5                     | 93 619,2     | 81,2   | 0,05        | 634,1                  | 1,00             | -    | - / -         |
| <b>P90</b>           | 2 241,8                  | 5 456 060,0  | 510,3  | 0,15        | 8 608,4                | 3,00             | -    | - / -         |
| <b>Periodo ≥2021</b> |                          |              |        |             |                        |                  |      |               |
| <b>Media</b>         | 1 372,3                  | 2 900 508,0  | 232,2  | 0,08        | 3 520,0                | 1,75             | -    | 61,9 / 34,4   |
| <b>Mediana</b>       | 168,8                    | 500 771,5    | 191,8  | 0,07        | 2 661,9                | 1,00             | 0,55 | - / -         |
| <b>SD</b>            | 5 344,1                  | 10 022 987,0 | 175,4  | 0,05        | -                      | -                | -    | - / -         |
| <b>P10</b>           | 48,1                     | 97 066,4     | 53,5   | 0,04        | 684,0                  | 1,00             | -    | - / -         |
| <b>P90</b>           | 2 626,3                  | 5 801 057,0  | 470,5  | 0,10        | 8 314,9                | 3,00             | -    | -             |

**Notas:** PAX = pasajeros; RPK = ingresos por pasajero-kilómetro; Tarifa = USD combinado/viaje; Rendimiento = USD por RPK. El HHI se calcula sobre las cuotas de mercado de las compañías aéreas a nivel de ruta-mes. Cuotas de POO = cuota media de

origen de pasajeros (Origen/Destino). **Cobertura:**  $\leq 2019 = 44\,947$  rutas;  $\geq 2021 = 44\,145$  rutas; Países = 93; Meses = 72 y 48, respectivamente.

Tabla 4: Resumen estadístico por vuelos nacionales frente a internacionales (nivel ruta-mes)

|                       | Demanda básica y tarifas |             |        |             | Estructura y cobertura |                  |      |               |
|-----------------------|--------------------------|-------------|--------|-------------|------------------------|------------------|------|---------------|
|                       | PAX                      | RPK         | Tarifa | Rendimiento | Distancia              | Compañías aéreas | HHI  | Cuotas de POO |
| Rutas nacionales      |                          |             |        |             |                        |                  |      |               |
| <b>Media</b>          | 2 947,4                  | 2 886 230,0 | 106,9  | 0,12        | 1 221,2                | 1,68             | 0,70 | 64,2 / 30,0   |
| <b>Mediana</b>        | 320,0                    | 331 403,3   | 97,2   | 0,09        | 1 030,0                | 1,00             | 0,68 | - / -         |
| <b>SD</b>             | 9 252,2                  | 9 775 988,0 | 59,0   | 0,18        | 814,5                  | 0,85             | 0,24 | - / -         |
| <b>P10</b>            | 54,1                     | 46 378,8    | 40,2   | 0,05        | 313,8                  | 1,00             | 0,38 | - / -         |
| <b>P90</b>            | 6 826,1                  | 6 167 632,0 | 186,0  | 0,21        | 2 449,4                | 3,00             | 1,00 | - / -         |
| Rutas internacionales |                          |             |        |             |                        |                  |      |               |
| <b>Media</b>          | 714,9                    | 2 727 600,0 | 303,0  | 0,08        | 4 464,6                | 1,84             | 0,56 | 56,9 / 39,3   |
| <b>Mediana</b>        | 146,2                    | 569 402,1   | 255,8  | 0,07        | 3 421,2                | 1,00             | 0,50 | - / -         |
| <b>SD</b>             | 2 178,6                  | 9 373 077,0 | 183,4  | 0,06        | 2 905,2                | 1,16             | 0,24 | - / -         |
| <b>P10</b>            | 47,2                     | 127 984,2   | 120,5  | 0,05        | 1 432,4                | 1,00             | 0,28 | - / -         |
| <b>P90</b>            | 1 471,9                  | 5 428 841,0 | 538,3  | 0,11        | 9 031,9                | 3,00             | 0,96 | - / -         |

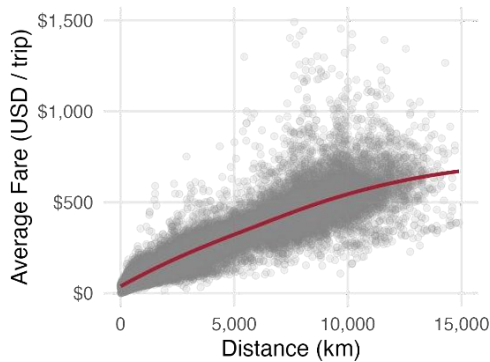
**Notas:** PAX = pasajeros; RPK = ingresos por pasajero-kilómetro; Tarifa = USD combinado/viaje; Rendimiento = USD por RPK. El HHI se calcula sobre las cuotas de mercado de las aerolíneas en el nivel de ruta-mes. Cuotas de POO = cuota media de origen de pasajeros (Origen/Destino). **Cobertura:** Nacional = 11 268 rutas; Internacional = 43 801 rutas; Países = 93; Meses = 120.

La heterogeneidad geográfica granular también es fundamental para nuestro análisis. Por este motivo, elaboramos estadísticas de corredores regionales de ida y vuelta (Sudamérica-Norteamérica, Centroamérica-Europa, Caribe-Norteamérica, etc.), que recogen no solo las diferencias en los volúmenes de tráfico y los niveles de tarifas, sino también la madurez estructural del mercado, medida por nuestro Índice de Madurez (MMI). Dado su tamaño y detalle, estas tablas de corredores (tablas 17-18) se incluyen en el apéndice.

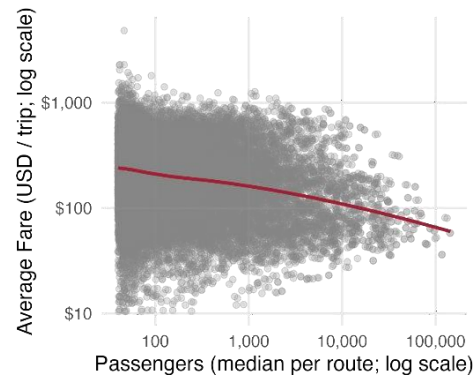
En todas las rutas, se observan dos patrones estilizados de dos variables que concuerdan con los precios de las aerolíneas y la economía de redes. En primer lugar, las tarifas medias tienden a aumentar con la longitud de la etapa: las rutas más largas presentan niveles más altos de dólares por viaje, lo que refleja los costes operativos derivados de la distancia (consumo de combustible, tiempo de bloqueo y utilización de aeronaves/tripulación) y la menor cantidad de sustitutos cercanos. En segundo lugar, manteniendo constantes las características de las rutas en un sentido amplio, los mercados más activos presentan tarifas más bajas: en una escala logarítmica, la relación entre el volumen de pasajeros y las tarifas tiende a descender, en consonancia con los mercados más densos que mantienen una mayor capacidad, una competencia más intensa y una gestión más precisa de los rendimientos. En ambos casos, las líneas rojas trazan relaciones suaves, pero claramente no lineales —cóncavas en distancia y convexas hacia abajo en escala de pasajeros— que proporcionan un puente empírico entre las tablas resumen y la especificación de demanda de forma reducida que se utiliza a continuación.

Figura 2: Relaciones bivariadas a nivel de ruta con ajustes LOESS (rojo). Panel (a): las tarifas aumentan con la longitud de la etapa. Panel (b): las tarifas disminuyen con la densidad del mercado.





(a) Tarifa frente a distancia (ruta-mes, tarifa ponderada por PAX).



(b) Tarifa frente a PAX (ruta-mes, log-log; tarifas >10 \$).

La figura 2 visualiza estos patrones a nivel de ruta-mes utilizando tarifas ponderadas por PAX y las mismas reglas de construcción que en las tablas. El panel (a) muestra una clara asociación ascendente entre la distancia y las tarifas; el panel (b) muestra la asociación negativa entre el tamaño del mercado y las tarifas. Estos diagnósticos no son causales, pero motivan las elecciones de identificación que siguen (los factores de cambio de costes interactuaron con la distancia y los instrumentos basados en la red) y ayudan a interpretar la heterogeneidad entre mercados en las elasticidades.

## 4 Metodología de estimación

### 4.1 Especificación de la demanda

Nuestro enfoque econométrico emplea una forma funcional logarítmica para modelar la demanda de transporte aéreo. Concretamente, la variable dependiente —el total de pasajeros en la ruta  $r$  durante el mes  $t$  ( $Q_{rt}$ )— se transforma en su logaritmo natural, lo que permite interpretar directamente los coeficientes como elasticidades. La variable explicativa principal es el logaritmo de la tarifa media combinada ( $P_{rt}$ ), que refleja la sensibilidad de los pasajeros al precio.

La especificación de referencia se basa principalmente en efectos fijos para absorber la heterogeneidad no observada, en lugar de intentar saturar la regresión con controles observados. Los efectos fijos de origen-destino ( $\alpha_r$ ) capturan todas las características invariables en el tiempo de cada mercado, como la distancia geográfica, la longitud de la etapa, la conectividad estructural y si la ruta está orientada principalmente a viajes de negocios o de ocio. Estos efectos garantizan que la identificación de las elasticidades no provenga de diferencias transversales en la distancia o la geografía, sino solo de la variación temporal dentro de la ruta. Los efectos fijos temporales ( $\delta_t$ ) absorben los choques comunes en todas las rutas en un mes determinado, como las recesiones mundiales, la estacionalidad regional o las pandemias. Juntos,  $\alpha_r$  y  $\delta_t$  eliminan las principales fuentes de sesgo al purgar la variación en las tarifas y la demanda que no es plausiblemente exógena. Por ejemplo, los efectos fijos de ruta absorben el hecho de que São Paulo-Miami es siempre un mercado internacional de negocios de larga distancia, mientras que Bogotá-Cali es un corredor nacional de corta distancia con competencia de autobuses; los efectos fijos de tiempo absorben los choques macroeconómicos comunes (recesiones, interrupciones del suministro mundial) que afectan a todas las rutas a la vez.

Más allá de estos efectos fijos de alta dimensión, también introducimos un conjunto de controles específicos motivados por los datos y el contexto institucional. En primer lugar, incluimos indicadores estacionales explícitos específicos para cada ruta, definidos como los tres meses de mayor actividad para cada ruta, que capturan los picos de demanda de viajes en temporada alta que no son comunes a todos los mercados. En segundo lugar, una variable binaria ficticia COVID-19 señala los meses en los

que las restricciones a los viajes internacionales eran vinculantes, basándose en el *Oxford COVID-19 Government Response Tracker*, lo que garantiza que las elasticidades no se vean afectadas por los choques extremos de la pandemia. En tercer lugar, para el período de recuperación posterior a 2021, cuando la capacidad de asientos se convirtió en una restricción vinculante, añadimos efectos fijos de factor de carga construidos a partir de los datos de capacidad de *Cirium FM-Traffic* para tener en cuenta los cuellos de botella del lado de la oferta que, de otro modo, podrían sesgar las elasticidades de la demanda. Además, controlamos los tipos de cambio y la inflación en el origen y el destino cuando están disponibles, así como métricas de competencia como el índice Herfindahl-Hirschman (HHI), la cuota de vuelos sin escalas y el número de compañías aéreas activas, en línea con nuestro panel depurado de compañías aéreas-rutas-meses.

Fundamentalmente, los ingresos se introducen en el modelo a través de los logaritmos del PIB per cápita tanto en el origen como en el destino,  $\ln Y_{o(r),t}$  y  $\ln Y_{d(r),t}$ , en lugar de a través de un índice ponderado preagregado. Esta elección reconoce que la demanda en las rutas internacionales depende de las condiciones económicas de ambos extremos. Para los mercados nacionales, donde  $Y_{o(r),t} = Y_{d(r),t}$ , la especificación se reduce naturalmente a un único término de ingresos. Las elasticidades efectivas de los ingresos a nivel de ruta se calculan entonces a posteriori como medias ponderadas de los coeficientes de origen y destino, utilizando como ponderaciones las cuotas de pasajeros observadas en el punto de origen (POO), lo que refleja la composición real del tráfico sin contaminar la etapa de regresión con ponderaciones endógenas.

En conjunto, esta combinación de efectos fijos, controles explícitos estacionales y relacionados con la COVID, ajustes por capacidad, variables macroeconómicas y rendimientos separados por origen y destino proporciona una especificación de referencia parsimoniosa pero sólida. Garantiza que las elasticidades estimadas de los precios y los ingresos reflejen la respuesta real de la demanda en las condiciones imperantes del mercado, al tiempo que minimiza el sesgo derivado de los choques de la demanda omitidos, las características estructurales de las rutas o las distorsiones del lado de la oferta.

Formalmente, nuestra especificación econométrica de referencia es:

$$\ln Q_{rt} = \beta_p \ln P_{rt} + \beta_o \ln Y_{o(r),t} + \beta_d \ln Y_{d(r),t} + \mathbf{X}'_{rt} \gamma + \alpha_r + \delta_t + \varepsilon_{rt}. \quad (1)$$

Dado que la especificación está escrita en logaritmos tanto para las variables dependientes como para las explicativas, los coeficientes estimados pueden leerse directamente como elasticidades. Esto significa que nos indican en qué porcentaje cambia el volumen de pasajeros cuando la variable correspondiente cambia un uno por ciento. Por ejemplo, si el coeficiente de precio  $\beta_p$  es  $-1,4$ , un aumento del 1 % en las tarifas se asocia con una disminución del 1,4 % en el volumen de pasajeros, manteniendo constantes los demás factores. La misma interpretación se aplica a los coeficientes de ingresos  $\beta_o$  y  $\beta_d$ , que miden el aumento porcentual de la demanda asociado a un incremento del 1 % del PIB per cápita en el origen y el destino, respectivamente.

Para estimar las elasticidades de los ingresos, el modelo incluye por separado los ingresos de origen y destino,  $\ln Y_{o(r),t}$  y  $\ln Y_{d(r),t}$ . Esto da como resultado una elasticidad de los ingresos específica del origen  $\beta_o$  y una elasticidad de los ingresos específica del destino  $\beta_d$ . Para la presentación de informes y las simulaciones de políticas, combinamos las elasticidades después de la estimación utilizando las cuotas de pasajeros observadas en el punto de origen (POO) para formar una elasticidad de los ingresos efectiva para cada ruta-mes:

$$\beta_Y^{\text{eff}}(r, t) = \omega_{o(r),t} \beta_o + \omega_{d(r),t} \beta_d$$

donde  $\omega_{o(r),t}$  y  $\omega_{d(r),t}$  son las ponderaciones basadas en POO. Utilizamos  $\beta_Y^{\text{eff}}(r,t)$  cuando se requiere una única medida resumida para informar o para escenarios políticos que hacen referencia a «la ruta» en lugar de a sus puntos finales; los valores separados ( $\beta_o$ ,  $\beta_d$ ) siguen estando disponibles siempre que las respuestas asimétricas de origen/destino sean relevantes para la decisión.

Las versiones alternativas del modelo ajustan la forma en que los ingresos entran en la ecuación de la demanda y amplían el conjunto de covariables. En nuestra especificación preferida, las rutas internacionales incluyen por separado los ingresos de origen y destino,  $\ln Y_{o(r),t}$  y  $\ln Y_{d(r),t}$ , de modo que los coeficientes  $\beta_o$  y  $\beta_d$  capturan sensibilidades heterogéneas en cada extremo. Para las rutas nacionales, donde el origen y el destino coinciden, solo se incluye un único término de ingresos. Como especificación alternativa, también estimamos modelos en los que estos dos términos se sustituyen por un único índice de ingresos efectivos ponderado por pasajero  $\tilde{Y}_{rt}$ , construido a partir de las cuotas del punto de origen (POO). Esta medida ponderada ofrece un resumen conciso del poder adquisitivo de los viajeros, mientras que la formulación de ingresos separados permite efectos asimétricos más flexibles.

Más allá de los ingresos, las comprobaciones de solidez introducen covariables exógenas adicionales, como los tipos de cambio bilaterales, los índices de inflación o las medidas de la estructura competitiva (por ejemplo, el índice Herfindahl-Hirschman, el número de compañías aéreas activas o la cuota de servicios sin escalas). Estas ampliaciones confirman la estabilidad de nuestros resultados principales, pero no forman parte de la especificación de referencia utilizada para informar sobre las elasticidades.

#### 4.2 Enfoque econométrico: mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS)

La endogeneidad de las tarifas es una preocupación fundamental: las aerolíneas fijan los precios estratégicamente en respuesta a condiciones de demanda que no podemos observar en su totalidad, por lo que las estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios estarían sesgadas. Las posibles fuentes de endogeneidad incluyen la determinación simultánea de las tarifas y los volúmenes de pasajeros, los choques de la demanda omitidos (como eventos especiales o aumentos repentinos del turismo) y los errores de medición en las variables agregadas de las tarifas.

La cuestión fundamental es la simultaneidad. Imaginemos que la demanda en una ruta aumenta repentinamente. Las aerolíneas suben las tarifas en respuesta a ello, por lo que en los datos observamos tanto precios más altos como más pasajeros. Una regresión simple sugeriría erróneamente que las tarifas más altas provocan un mayor tráfico, cuando en realidad el verdadero efecto de las tarifas sobre la demanda es negativo. Del mismo modo, cuando la demanda se desploma, si las aerolíneas reducen las tarifas para estimular las ventas, se crea la ilusión de que los precios más bajos están asociados con un menor número de pasajeros. En ambos casos, el precio está correlacionado con los choques de la demanda no observados que también influyen en las cantidades. Como resultado, los mínimos cuadrados ordinarios confunden la correlación con la causalidad, sesgando las elasticidades estimadas hacia cero y subestimando la verdadera sensibilidad al precio.

Para abordar esta simultaneidad, utilizamos variables instrumentales (VI), es decir, factores que modifican las tarifas por motivos ajenos a la demanda actual. Un instrumento válido debe cumplir dos condiciones. En primer lugar, debe ser relevante: estar fuertemente correlacionado con las tarifas, de modo que genere suficiente variación como para predecir los movimientos de precios en la primera etapa. En segundo lugar, debe ser exógeno: no estar relacionado con los choques no observados de la demanda, de modo que solo influya en el volumen de pasajeros a través de su efecto sobre las tarifas. Dicho de otro modo, un buen instrumento actúa como un experimento natural: crea una variación de precios que proviene del lado de los costes o de los efectos indirectos de la red, y no de

la disposición de los pasajeros a volar, lo que nos permite recuperar la verdadera elasticidad causal de la demanda.

En este estudio, empleamos dos conjuntos complementarios de instrumentos. Los precios del combustible para aviones interactuaron con los cambios exógenos en los costes operativos derivados de la distancia de las rutas. Dado que los precios del combustible se determinan en los mercados energéticos mundiales y las distancias de las rutas están fijadas por la geografía, la interacción genera una variación en las tarifas que es ortogonal a los choques de la demanda local, pero muy relevante para los costes de las aerolíneas. Paralelamente, un instrumento de red al estilo Bartik (ampliamente utilizado en la literatura) aprovecha los choques que afectan a otras partes de la red de una aerolínea y que se trasladan a las decisiones de fijación de precios en la ruta en cuestión. La idea es que, cuando los choques del combustible o la capacidad afectan a los mercados conectados, cambian la presión competitiva y las condiciones de los costes en toda la red, lo que influye en las tarifas de una ruta determinada, aunque los choques subyacentes se hayan originado en otro lugar. En conjunto, estos instrumentos aprovechan la variación de los costes del lado de la oferta y los efectos indirectos de la red para proporcionar los movimientos de precios exógenos necesarios para recuperar estimaciones coherentes de las elasticidades de la demanda.

Para abordar esta cuestión, estimamos la ecuación de la demanda utilizando un marco de mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS). En la primera etapa, las tarifas se regresan sobre instrumentos, el conjunto completo de controles exógenos y efectos fijos:

$$\ln P_{rt} = Z'_{rt}\pi + X'_{rt}\phi + \gamma_o \ln Y_{o(r),t} + \gamma_d \ln Y_{d(r),t} + \alpha_r + \delta_t + v_{rt} \quad (2)$$

donde  $Z_{rt}$  incluye (i) los precios del combustible para aviones en interacción con la distancia de la ruta y sus rezagos distribuidos, y (ii) un instrumento de red de capacidad al estilo Bartik con rezagos. Estos instrumentos generan una variación plausiblemente exógena en las tarifas al aprovechar los choques de los costes del lado de la oferta y los efectos indirectos de la red que son ortogonales a los choques contemporáneos de la demanda a nivel de ruta.

El conjunto de controles  $X_{rt}$  contiene todas las variables exógenas que también aparecen en la segunda etapa, entre las que destacan los ingresos de origen y destino, así como los tipos de cambio, la inflación, los indicadores de la COVID-19, las variables ficticias estacionales específicas de cada ruta, la cuota de vuelos sin escalas y las medidas de competencia. La inclusión del conjunto completo de controles exógenos en ambas etapas garantiza que el precio ajustado  $\widehat{\ln P}_{rt}$  utilizado en la ecuación de la demanda se purgue de la variación correlacionada con los factores observados que influyen en la demanda.

Los valores ajustados de esta primera etapa,  $\widehat{\ln P}_{rt}$ , se utilizan luego en la segunda etapa para estimar las elasticidades de la demanda:

$$\ln Q_{rt} = \beta_p \widehat{\ln P}_{rt} + \beta_o \ln Y_{o(r),t} + \beta_d \ln Y_{d(r),t} + X'_{rt}\gamma + \alpha_r + \delta_t + \varepsilon_{rt}. \quad (2)$$

Para las rutas nacionales, donde  $Y_{o(r),t} = Y_{d(r),t}$ , solo se incluye un único término de ingresos. Como especificación alternativa, también estimamos modelos con un índice de ingresos efectivos ponderado por pasajero,  $\tilde{Y}_{rt}$ , construido a partir de las cuotas del punto de origen (POO).

También evaluamos si nuestros instrumentos son válidos. Hay dos condiciones fundamentales. En primer lugar, deben ser sólidos: deben explicar una parte significativa de la variación de las tarifas en la primera etapa, de lo contrario, las estimaciones de la segunda etapa serían inestables. Medimos esto con la estadística F de Angrist-Pischke (AP), indicando tanto su valor como el valor p asociado.

Esto muestra si nuestros choques de costes y de red realmente modifican las tarifas lo suficiente como para servir de instrumentos fiables.

En segundo lugar, deben ser exógenos: deben influir en la demanda únicamente a través de su impacto en las tarifas, y no a través de ningún otro canal. A diferencia de la fuerza, la exogeneidad no puede comprobarse directamente y debe justificarse con razonamientos económicos. En nuestro caso, la interacción entre el combustible y la distancia refleja los choques de los costes determinadas por los mercados mundiales de combustible y la geografía fija de las rutas, mientras que el instrumento de red de Bartik utiliza los choques que se originan en los mercados conectados fuera de la ruta focal. Condicionados por los efectos fijos de ruta y tiempo, la estacionalidad y los controles de la COVID-19, estos factores no están relacionados de forma plausible con los choques de la demanda específicas de la ruta. Esta lógica institucional sustenta nuestra afirmación de que los instrumentos proporcionan una variación exógena válida en las tarifas. La especificación econométrica técnica y el debate sobre la identificación se recogen en el apéndice D.

En conjunto, estos diagnósticos confirman que la variación en las tarifas utilizada para identificar  $\beta_p$  se deriva de costes exógenos y choques en la red, y no de una demanda no observada. La inclusión de efectos fijos de ruta y tiempo, junto con controles estacionales y de la COVID-19, garantiza además que se absorban factores de confusión como las características estructurales del mercado o los choques macroeconómicos comunes. Las comprobaciones de solidez —excluyendo los períodos de pandemia, recortando las rutas poco transitadas y variando las estructuras de rezago— muestran que las elasticidades estimadas se mantienen estables en todas las especificaciones.

Esta estrategia IV, combinada con un conjunto parsimonioso y transparente de efectos fijos, proporciona estimaciones coherentes e interpretables de las elasticidades de la demanda en función del precio y los ingresos. Estas estimaciones son directamente relevantes para evaluar las intervenciones normativas y políticas en el sector de la aviación latinoamericano, donde comprender la verdadera sensibilidad de la demanda a las tarifas es fundamental para anticipar el impacto de los impuestos, las subvenciones o las medidas de fijación de precios del carbono.

#### **4.3 Instrumentos y estrategia de identificación**

Un reto fundamental a la hora de estimar la elasticidad de la demanda del transporte aéreo es la endogeneidad de las tarifas: las aerolíneas ajustan los precios de los billetes no solo en respuesta a los costes observables, sino también como reacción a choques no observables en la demanda, como la popularidad repentina de determinados destinos, la celebración de grandes eventos o las turbulencias macroeconómicas. Para abordar esta cuestión, adoptamos un marco de mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS), diseñado para aprovechar los factores exógenos que influyen en los costes y la variación impulsada por la red, al tiempo que defendemos cuidadosamente la restricción de exclusión. Nuestro conjunto de instrumentos se basa en dos fuentes complementarias de variación plausiblemente exógena: los choques de los costes derivados de los precios del combustible para aviones en interacción con la distancia de las rutas, y un instrumento de red de tipo Bartik a nivel de ruta. Ambos tipos de instrumentos se implementan con rezagos para mitigar aún más las preocupaciones de simultaneidad y capturar estrategias de cobertura dinámica frente a los precios del combustible y la capacidad en la fijación de precios de las aerolíneas.

El primer instrumento combina los precios regionales del combustible para aviones con la variación exógena en la distancia de las rutas. Los costes de combustible, que representan aproximadamente entre el 30 % y el 35 % de los costes operativos de las aerolíneas (IATA Economics, 2010, 2024), se fijan en los mercados internacionales de energía y, por lo tanto, son exógenos a la demanda a nivel de

ruta después de los efectos fijos. a las condiciones de demanda de cualquier ruta determinada. Sin embargo, dado que los precios del combustible para aviones varían principalmente a lo largo del tiempo, los relacionamos con las distancias específicas de las rutas, que están fijadas mecánicamente por la geografía. Esta construcción genera una heterogeneidad transversal en los choques de los costes: un aumento de los precios del combustible para aviones eleva el coste marginal de las rutas de larga distancia de forma desproporcionada en relación con las de corta distancia (Berry y Jia, 2010; InterVISTAS Consulting Inc., 2007). La relevancia de este instrumento se deriva directamente de la estructura de costes de las aerolíneas: los vuelos más largos consumen más combustible, por lo que el término de interacción predice con fuerza la variación de las tarifas. Para abordar las posibles preocupaciones sobre la exogeneidad, es decir, que la distancia de la ruta podría correlacionarse con factores de demanda como la orientación al ocio o la intensidad de los viajes de negocios, incluimos efectos fijos de origen-destino. Estos absorben todos los factores de demanda invariables en el tiempo vinculados a la distancia, como la falta de sustitutos o la popularidad de la ruta. Los efectos fijos mes-año absorben los choques macroeconómicos comunes que podrían influir simultáneamente en la demanda y en los precios del combustible para aviones, como las pandemias o las recesiones. Tras estos controles, la única variación restante en el término de interacción proviene de las fluctuaciones del precio del combustible escaladas por una característica geográfica exógena. Para captar el efecto dinámico, también incluimos rezagos distribuidos de esta interacción, motivados por los ciclos de cobertura y adquisición que caracterizan las operaciones de las aerolíneas, por lo que las crisis de costes pasadas pueden influir en las decisiones de precios actuales (Berry y Jia, 2010). Esta construcción es coherente con la práctica empírica establecida en economía.

El segundo instrumento es un diseño Bartik (shift-share) implementado a nivel de ruta. Aprovecha cómo los choques en la red más amplia de una compañía aérea se reflejan en las decisiones de precios en una ruta determinada. Para cada compañía aérea-ruta, calculamos ponderaciones de exposición predeterminadas basadas en la conectividad histórica (previa al período) de la red, y las interactuamos con choques exógenos que afectan a los mercados conectados fuera de la ruta focal. Formalmente,

$$Z_{rct}^{\text{Bartik}} = \sum_{n \neq r} w_{rcn}^{(0)} s_{n,t-\ell},$$

donde  $w_{rcn}^{(0)}$  es la cuota de capacidad de referencia que conecta la ruta  $r$  para la compañía aérea  $c$  con el nodo  $n$ , y  $s_{n,t-\ell}$  son choques rezagados en los costes o la capacidad de esos nodos de la red. La intuición es que cuando los choques de combustible o las interrupciones de la capacidad afectan a otras partes de la red de una compañía aérea, desplazan la oferta, la presión competitiva y los costes marginales en todo el sistema, incluida la ruta  $r$ , pero, condicionados por ricos efectos fijos, no están correlacionados con choques de demanda no observados específicos de  $r$ . La validez de este instrumento se basa en tres puntos: (i) las ponderaciones de exposición están predeterminadas y se basan en estructuras históricas de rutas; (ii) los choques se originan en otros mercados, no impulsados por la demanda contemporánea en la ruta  $r$ ; y (iii) los efectos fijos de ruta y tiempo eliminan los factores de confusión directos, por lo que solo queda el componente de desplazamiento-cuota. Por su construcción, este enfoque introduce una variación exógena en los precios a través de la exposición diferencial a los choques externos en todas las rutas, aprovechando las realidades institucionales de las aerolíneas de red. La inclusión de varios rezagos garantiza que la identificación se base en los choques que se materializan antes de que se produzca la demanda del período actual. Este diseño es coherente con las mejores prácticas de aplicación de los instrumentos de Bartik en las industrias de red (Bartik, 1991; Goldsmith-Pinkham et al., 2020; Borusyak et al., 2022).

La restricción de exclusión para ambos instrumentos merece un análisis detallado. En cuanto a la interacción entre distancia y combustible, la exclusión requiere que, una vez que condicionamos los efectos fijos de ruta y tiempo, el término interactuado afecte a la demanda solo a través de su impacto en los costes marginales y las tarifas. La distancia en sí misma es absorbida por los efectos de la ruta; las crisis globales del combustible son absorbidas por los efectos del tiempo; la variación identificativa es su interacción, que no tiene un canal de demanda independiente más allá de la transferencia de costes. En el caso del instrumento de Bartik, la restricción de exclusión exige que las crisis de los mercados conectados influyan en la demanda de la ruta  $r$  solo a través de su efecto en los ajustes de precios y capacidad. Dado que las crisis se miden fuera del mercado focal y que las crisis macroeconómicas comunes se controlan con efectos fijos de tiempo, esta hipótesis es creíble. Además, la estructura de la red en América Latina, con relativamente pocos sustitutos viables para muchas rutas, refuerza el argumento de la exogeneidad, ya que es poco probable que las crisis de demanda específicas de una ruta se correlacionen sistemáticamente con las crisis que afectan a partes distantes de la red.

La fuerza del instrumento se evalúa con la estadística  $F$  de AP, lo que garantiza valores por encima de los umbrales convencionales (10) para evitar el sesgo de instrumentos débiles (Ciliberto y Williams, 2010). Para reforzar aún más la defensa, realizamos comprobaciones de sensibilidad: excluimos los años de pandemia, recortamos las rutas poco frecuentadas y volátiles, variamos las longitudes de los rezagos y reestimamos con definiciones de «dejar uno fuera» de los choques de la red. A lo largo de estos ejercicios, los coeficientes de tarifas instrumentados se mantienen estables, lo que respalda la solidez de nuestra estrategia de identificación. Los instrumentos empleados aquí se basan en factores de coste y estructuras de red transparentes y motivados físicamente, en consonancia con la literatura empírica establecida y con la realidad operativa de las compañías aéreas.

En general, al combinar un factor de cambio de costes motivado físicamente (interacción distancia-combustible con rezagos) y un instrumento de red de cambio-cuota teóricamente riguroso a nivel de ruta, nuestra estrategia de identificación proporciona una base creíble para una estimación coherente de las elasticidades de la demanda.

#### **4.4 Segmentaciones del mercado**

Reconociendo la heterogeneidad inherente al mercado, estimamos modelos de demanda por separado para rutas nacionales e internacionales. Las diferencias fundamentales en el comportamiento de los consumidores, los marcos normativos, los entornos competitivos y las condiciones económicas entre estos segmentos justifican análisis separados. Para captar mejor la dinámica específica del mercado, exploramos varias segmentaciones adicionales que reflejan comportamientos distintos de los pasajeros y realidades operativas.

En primer lugar, consideramos las categorías de distancia o longitud de etapa, segmentando las rutas en grupos de corto, medio y largo recorrido en función de franjas de distancia predefinidas. Las rutas más cortas suelen ofrecer más modos de transporte alternativos, lo que influye en la respuesta de los pasajeros a los cambios de tarifas. Por el contrario, las rutas de largo recorrido suelen presentar una menor elasticidad de precios debido a la escasez de sustitutos y a los plazos de planificación más largos.

En segundo lugar, incorporamos agrupaciones intrarregionales, segmentando las rutas internacionales por corredores geográficos, como las rutas intra-América Latina, América Latina-América del Norte, América Latina-Europa y América Latina-Caribe, tal y como se muestra. Las condiciones económicas, los vínculos culturales, las fluctuaciones de los tipos de cambio y la dinámica



del turismo varían considerablemente entre estos corredores regionales, lo que influye de manera diferente en la demanda de pasajeros.

## 5 Principales resultados

### 5.1 Elasticidades de los precios

La tabla 5 recoge el análisis de las elasticidades de los precios. Estas estimaciones reflejan el cambio porcentual en la demanda de pasajeros asociado a una variación del 1 % en las tarifas, manteniendo constantes los demás factores. La especificación IV preferida a nivel de ruta arroja una elasticidad de referencia de aproximadamente  $-1,404$  para toda la muestra (2014-2024, excluido 2020). Las submuestras revelan diferencias sistemáticas: los mercados anteriores a 2019 son más sensibles al precio ( $\approx -1,76$ ), mientras que la recuperación de 2021-2024 se sitúa en torno a  $-1,37$ . El patrón es coherente con una combinación de (i) la reconstrucción de la capacidad tras la pandemia, (ii) una mayor sensibilidad al precio de los viajes de ocio y (iii) una mayor competencia en las rutas reactivadas. Estas magnitudes se sitúan directamente dentro de los rangos internacionales documentados por InterVISTAS Consulting Inc. (2007), lo que proporciona un punto de referencia creíble para los gráficos y desagregaciones posteriores.

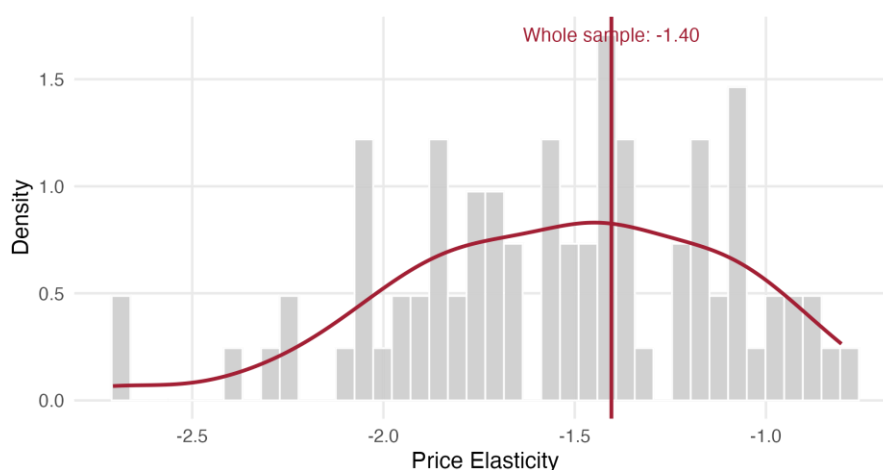
Tabla 5: Elasticidades de precio estimadas para toda la muestra y las submuestras del periodo.

|                            | Muestra completa  | 2014-2019         | 2021-2024         |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Elasticidad de los precios | -1,404<br>(0,129) | -1,759<br>(0,110) | -1,368<br>(0,101) |

**Notas:** La tabla presenta estimaciones de referencia 2SLS de las elasticidades de los precios propios de la demanda de transporte aéreo. La variable dependiente es el volumen mensual de pasajeros por ruta; las tarifas se calculan utilizando los costes del combustible para aviones en interacción con la distancia, y la capacidad de la red de Bartik y sus rezagos. Los errores estándar (entre paréntesis) son robustos a la heteroscedasticidad y se agrupan por ruta y por tiempo. La muestra completa abarca el periodo 2014-2024, excluyendo 2020; las submuestras se dividen en los periodos prepandémico (2014-2019) y de recuperación (2021-2024).

La figura 3 muestra la distribución de las elasticidades de los precios estimadas en todas las especificaciones del modelo. El histograma y la densidad del núcleo ilustran que la mayoría de las estimaciones se agrupan en torno al ancla de la muestra completa, con relativamente pocos valores extremos. Esto confirma que las respuestas de los precios se encuentran sistemáticamente dentro del rango esperado que se encuentra en la literatura, a pesar de la heterogeneidad entre mercados.

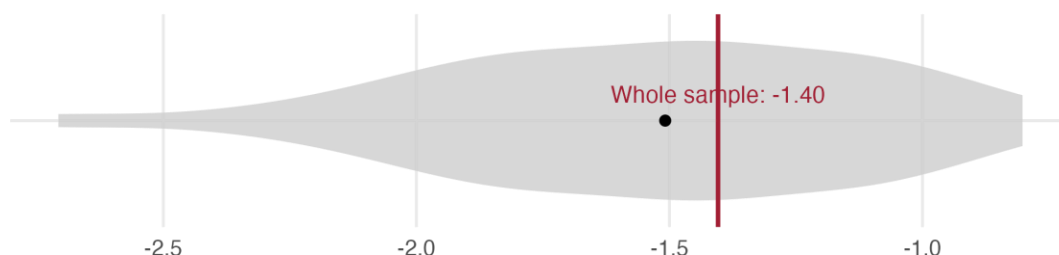
Figura 3: Distribución de las elasticidades de los precios estimadas en todas las especificaciones. La línea vertical marca el ancla de toda la muestra.





Para complementar esto, la figura 4 ofrece un gráfico de violín que resume la dispersión de las elasticidades de los precios. La figura destaca la dispersión general, ofreciendo una representación compacta de la heterogeneidad entre las especificaciones y las submuestras. El ancla de toda la muestra vuelve a alinearse estrechamente con la mediana, lo que da confianza a la solidez de las estimaciones.

Figura 4: Gráfico de violín de las elasticidades de los precios estimadas, con el ancla de toda la muestra indicada en rojo. El punto negro marca la mediana.



**Segmentación nacional frente a internacional.** La tabla 6 separa las elasticidades de los precios por mercados nacionales e internacionales. Las rutas internacionales son sustancialmente más elásticas en cuanto a los precios que las rutas nacionales, lo que concuerda con una mayor proporción de viajes discrecionales y menos sustitutos modales a través de las fronteras.

Tabla 6: Elasticidades de los precios estimadas por mercados nacionales frente a internacionales.

|                            | Nacional          | Internacional     |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Elasticidad de los precios | -1,095<br>(0,160) | -1,728<br>(0,104) |

**Notas:** Estimaciones de referencia a nivel de ruta 2SLS de la elasticidad de la demanda en función del precio. La variable dependiente es el volumen mensual de pasajeros a nivel de ruta. Las tarifas se instrumentan con los precios del combustible para aviones en interacción con la distancia y la capacidad de la red Bartik y los rezagos; los modelos incluyen efectos fijos ricos. Los errores estándar robustos (entre paréntesis) se agrupan a nivel de ruta y tiempo. Las elasticidades de los ingresos se presentan en una tabla separada.

**Segmentación por distancia de transporte.** La tabla 7 muestra que los mercados de corta distancia son los menos elásticos, los de media distancia son los más elásticos y los de larga distancia se sitúan entre ambos, un patrón coherente con los datos convencionales del sector sobre sustitución y horizontes de planificación de viajes.

Tabla 7: Elasticidades de los precios estimadas por distancia de transporte.

|                            | Corta distancia   | Media distancia   | Larga distancia   |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Elasticidad de los precios | -0,887<br>(0,187) | -1,935<br>(0,131) | -1,577<br>(0,540) |

**Notas:** Las categorías de transporte se definen por umbrales de distancia ortodrómica: corta < 1500 km; media = 1500-4000 km; larga > 4000 km. Las estimaciones son elasticidades de los precios 2SLS de referencia a nivel de ruta (véanse las notas sobre vuelos nacionales/internacionales para obtener más detalles). Los errores estándar robustos (entre paréntesis) se agrupan a nivel de ruta y de tiempo. Las elasticidades de los ingresos se presentarán por separado.

**Corredores regionales de ida y vuelta.** La tabla 8 resume las elasticidades de referencia de los precios para los principales corredores regionales de ida y vuelta. Dentro de América, los flujos intra-caribeños

y entre América Central y América del Norte se perfilan como los más elásticos en cuanto a precios, mientras que los flujos entre América del Sur y América del Norte son sustancialmente menos elásticos, lo que refleja la prevalencia de los segmentos VFR y de negocios. Por el contrario, todos los flujos transcontinentales (hacia Europa, Asia, África o Australasia) muestran elasticidades muy similares, entre  $-1,3$  y  $-2$ , en consonancia con el mayor contenido discrecional de los viajes de larga distancia, pero también con un menor número de sustitutos modales. Estas diferencias subrayan la importancia de tener en cuenta la heterogeneidad específica de cada corredor a la hora de evaluar el impacto de políticas como la fijación de precios del carbono.

Tabla 8: Elasticidades de los precios estimadas por corredores regionales de ida y vuelta.

|                                            | Muestra completa  | 2014-2019         | 2021-2024         |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Sudamérica-Sudamérica                      | -1,294<br>(0,082) | -1,441<br>(0,155) | -1,056<br>(0,081) |
| América Central-América del Norte          | -1,918<br>(0,098) | -2,280<br>(0,126) | -1,764<br>(0,098) |
| Caribe-América del Norte                   | -1,659<br>(0,238) | -1,933<br>(0,263) | -1,665<br>(0,350) |
| Sudamérica-Norteamérica                    | -0,859<br>(0,180) | -0,808<br>(0,208) | -0,971<br>(0,199) |
| América Central-América Central            | -1,239<br>(0,184) | -1,444<br>(0,184) | -0,935<br>(0,151) |
| América del Sur-América Central            | -1,560<br>(0,450) | -1,425<br>(0,555) | -1,908<br>(0,554) |
| Sudamérica-Caribe                          | -1,078<br>(0,381) | -2,088<br>(1,177) | -1,178<br>(0,796) |
| Caribe-Caribe                              | -1,762<br>(0,486) | -1,748<br>(0,640) | -1,785<br>(0,492) |
| Corredores transcontinentales <sup>a</sup> | -1,551<br>(0,099) | -1,844<br>(0,134) | -1,544<br>(0,141) |

**Notas:** La tabla muestra las elasticidades de precio 2SLS de referencia de la demanda de transporte aéreo por corredor. Errores estándar robustos (entre paréntesis) agrupados por ruta y hora. Las submuestras corresponden a los periodos prepandémico (2014-2019) y de recuperación (2021-2024); se excluye 2020.

<sup>a</sup> Los corredores transcontinentales son un agregado multiplicado ponderado por pasajeros de los flujos intercontinentales: América Central-Europa, Caribe-Europa, América del Sur-Europa, América del Sur-África, América del Sur-Asia, América del Sur-Australasia, América Central-Australasia, Caribe-África y Caribe-Asia.

**Solidez y especificaciones alternativas.** La tabla 9 resume la sensibilidad en torno al punto de referencia. El uso de un panel anual en lugar de datos mensuales arroja una elasticidad de aproximadamente  $-1,47$ , muy cercana a la referencia. La sustitución de los ingresos bilaterales de origen/destino por un único ingreso compuesto ponderado por pasajero deja la estimación prácticamente sin cambios (aproximadamente  $-1,38$ ). La incorporación de controles macroeconómicos (tipos de cambio e inflación) hace que la demanda sea ligeramente más elástica en función del precio (alrededor de  $-1,56$ ). El uso del PIB en lugar del PIB per cápita no modifica la elasticidad en función del precio. Por último, un panel de pares de países (agregado nacional) muestra una magnitud menor (alrededor de  $-0,80$ ), en consonancia con la sustitución internalizada entre rutas paralelas en niveles de agregación más altos.

Tabla 9: Comprobaciones de solidez de la elasticidad de los precios y alternativas (muestra completa).

|                        | Referencia        | Anual             | Ingresos comp.    | Sin ingresos      | Controles macro   | Panel de países   | PIB               |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Elasticidad de precios | -1,404<br>(0,129) | -1,465<br>(0,068) | -1,384<br>(0,132) | -1,412<br>(0,133) | -1,562<br>(0,131) | -0,803<br>(0,193) | -1,397<br>(0,131) |

**Notas:** Cada coeficiente es una estimación 2SLS de la elasticidad de la demanda con respecto al precio propio; los errores estándar robustos se indican entre paréntesis (agrupados por ruta y tiempo para los modelos basados en rutas y por pares de países para el modelo nacional agregado). El índice de referencia utiliza datos de ruta-mes con términos de ingresos bilaterales; las tarifas se instrumentan con los precios del combustible para aviones en interacción con la distancia y Bartik de la capacidad de la red, y sus rezagos. Los agregados «anuales» se refieren a ruta-año. «Ingresos comp.» sustituye el PIB bilateral por unos ingresos compuestos ponderados por pasajero. «Sin ingresos» no incluye el PIB. «Controles macro» añade los tipos de cambio y la inflación. «Panel de países» agrega todos los flujos entre dos países (panel a nivel nacional); la menor magnitud refleja la sustitución internalizada dentro de la pareja entre rutas. «PIB» estima la elasticidad de los ingresos utilizando el PIB en lugar del PIB per cápita.

## 5.2 Elasticidad de la demanda en función de los ingresos

La elasticidad de la demanda en función de los ingresos es el cambio porcentual en el volumen de pasajeros asociado con un cambio del 1 % en el ingreso real. Dado que las rutas internacionales atraen a viajeros de ambos extremos, construimos un índice de elasticidad con respecto al ingreso ponderado por pasajero para cada origen-destino-mes que refleja el lugar de procedencia real de los viajeros. Esto reduce el sesgo de composición cuando la combinación de orígenes de los pasajeros cambia con el tiempo.

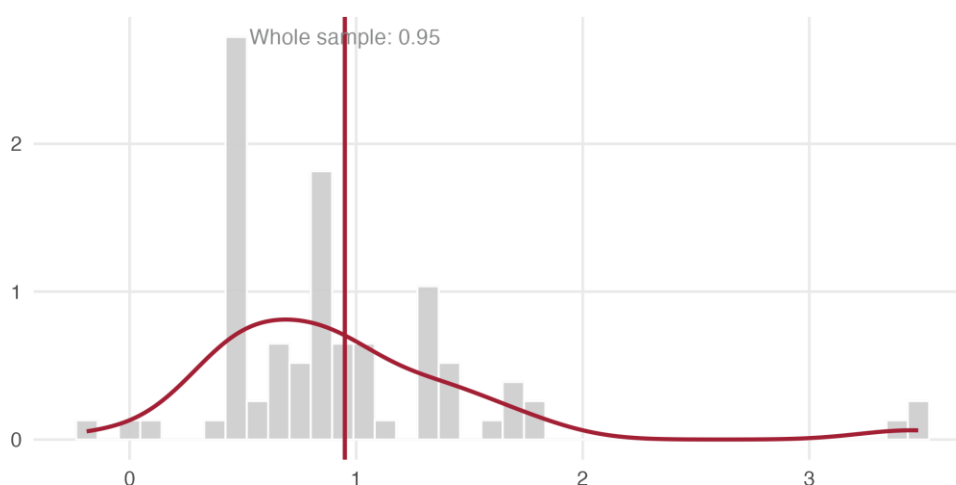
Tabla 10: Elasticidad de los ingresos estimada (solo muestra completa)

|                             | Muestra completa |
|-----------------------------|------------------|
| Elasticidad de los ingresos | 0,950 (0,072)    |

**Notas:** Estimación 2SLS a nivel de ruta utilizando la demanda mensual de la ruta y los ingresos de origen y destino. Las tarifas se calculan utilizando el combustible para aviones en interacción con la distancia y la capacidad de la red Bartik y sus rezagos; los modelos incluyen efectos fijos ricos. La estimación se presenta para toda la muestra (2014-2024, excepto 2020). No dividimos por subperíodos en cuanto a los ingresos, ya que la variación de los ingresos es anual; los intervalos más cortos reducen sustancialmente la precisión, por lo que las submuestras se aplazan a un análisis de panel anual.

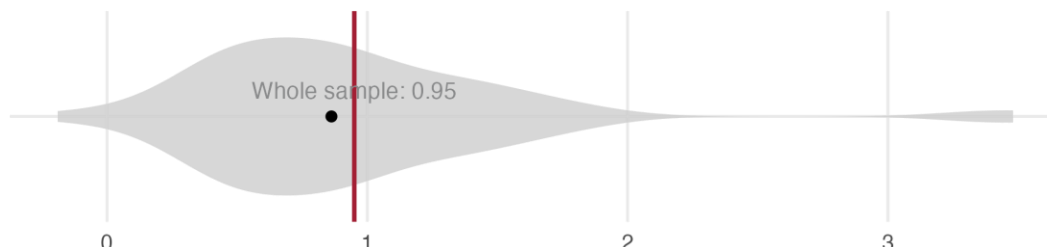
En cuanto a las elasticidades de los ingresos, la figura 5 muestra su distribución en todas las especificaciones. Las estimaciones son predominantemente positivas, se centran estrechamente en torno a la media de toda la muestra y sugieren que el transporte aéreo es un bien normal en toda la región.

Figura 5: Distribución de las elasticidades de los ingresos estimadas en todas las especificaciones. La línea vertical marca el punto de referencia de toda la muestra.



Por último, la figura 6 ofrece una representación en forma de violín de las elasticidades de los ingresos. La concentración de las estimaciones cerca de la unidad subraya que, aunque existe variación, la tendencia central es coherente con los parámetros de referencia internacionales para la demanda de transporte aéreo. Esto refuerza aún más la interpretación del transporte aéreo como un sector muy sensible a los ingresos en América Latina.

Figura 6: Gráfico de violín de las elasticidades de ingresos estimadas, con el ancla de toda la muestra indicada en rojo.



**Segmentación nacional frente a internacional.** La tabla 11 muestra que las elasticidades de los ingresos difieren entre los distintos mercados. En el caso de las rutas nacionales, la elasticidad se estima en 1,40 (s.e. 0,28), lo que indica que el aumento de los ingresos estimula un crecimiento más que proporcional de los viajes aéreos nacionales. Las rutas internacionales, por el contrario, muestran una elasticidad de 0,80 (s.e. 0,09), lo que implica un crecimiento de la demanda casi proporcional a los ingresos, pero refleja la presencia de segmentos menos discrecionales, como los viajes familiares y de visita (VFR) y los viajes de negocios. En general, estos resultados ponen de relieve la fuerte sensibilidad de los mercados nacionales al crecimiento de los ingresos, mientras que la demanda internacional es algo más estable.

Tabla 11: Elasticidades estimadas de los ingresos por mercados nacionales frente a internacionales (muestra completa).

|                             | Nacional         | Internacional    |
|-----------------------------|------------------|------------------|
| Elasticidad de los ingresos | 1,395<br>(0,281) | 0,803<br>(0,086) |

**Notas:** Estimaciones 2SLS de la elasticidad de la demanda con respecto a los ingresos para toda la muestra. Para las rutas nacionales, la especificación utiliza únicamente los ingresos del destino (dado que el origen y el destino coinciden).

Los errores estándar (entre paréntesis) se agrupan por ruta y por tiempo. No se muestran los resultados de la submuestra porque los datos sobre ingresos solo varían anualmente, lo que reduce la precisión en intervalos más cortos.

**Segmentación por longitud del trayecto.** La tabla 12 desglosa las elasticidades de los ingresos por categoría de trayecto. El patrón refleja las elasticidades de los precios: las rutas de corta distancia muestran la menor sensibilidad a los ingresos (lo que refleja una mayor proporción de viajes esenciales o de necesidad), mientras que las rutas de media y larga distancia son más elásticas en función de los ingresos, en consonancia con su mayor proporción de viajes de ocio discrecionales y sus horizontes de planificación más largos. Las estimaciones se mantienen muy centradas en torno a la unidad, lo que refuerza la interpretación del transporte aéreo como un bien normal con una fuerte capacidad de respuesta a los ingresos.

Tabla 12: Elasticidades de los ingresos estimadas por distancia recorrida (muestra completa).

|                             | Corta distancia  | Media distancia  | Larga distancia  |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Elasticidad de los ingresos | 0,623<br>(0,106) | 0,909<br>(0,104) | 0,939<br>(0,168) |

**Notas:** Categorías de transporte definidas por umbrales de distancia ortodrómica: corta <1500 km; media 1500-4000 km; larga >4000 km. Elasticidades de los ingresos estimadas con índices anuales del PIB per cápita de origen y destino (internacional) o del PIB de destino (nacional). Errores estándar (entre paréntesis) agrupados por ruta y tiempo.

**Corredores regionales de ida y vuelta.** La tabla 13 resume las elasticidades de referencia de los ingresos para los principales corredores regionales de ida y vuelta. A diferencia de las elasticidades de los precios, que varían considerablemente entre las submuestras, las elasticidades de los ingresos solo se estiman para toda la muestra, ya que los ingresos se observan anualmente. Esto garantiza una variación suficiente para la identificación, pero impide divisiones precisas de las submuestras. En general, los resultados muestran que la sensibilidad a los ingresos es mayor en los corredores del Caribe y Centroamérica, donde predomina el turismo discrecional, mientras que los viajes entre Sudamérica y Norteamérica son mucho menos elásticos en función de los ingresos, lo que refleja una mayor proporción de tráfico VFR y de negocios. Todos los flujos transcontinentales muestran elasticidades en torno a 0,75, lo que concuerda con la expectativa de que los viajes intercontinentales de larga distancia son un bien de lujo, pero sigue estando en línea con los resultados a nivel de ruta.

Tabla 13: Elasticidades estimadas de los ingresos por corredores regionales de ida y vuelta (muestra completa).

| Corredor                                   | Elasticidad de los ingresos |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Sudamérica-Sudamérica                      | 0,628 (0,128)               |
| América Central-América del Norte          | 0,853 (0,177)               |
| Caribe-América del Norte                   | 1,122 (0,137)               |
| América del Sur-América del Norte          | 0,447 (0,157)               |
| América Central-América Central            | 1,584 (0,716)               |
| Sudamérica-Centroamérica                   | 0,094 (0,206)               |
| América del Sur-Caribe                     | 0,489 (0,179)               |
| Caribe-Caribe                              | 1,705 (0,645)               |
| Corredores transcontinentales <sup>a</sup> | 0,654 (0,050)               |

**Notas:** La tabla muestra las elasticidades de referencia 2SLS de la demanda de transporte aéreo en función de los ingresos por corredor. Los errores estándar (entre paréntesis) se agrupan por ruta y hora. Solo se incluyen estimaciones de la muestra completa, ya que los ingresos varían cada año, lo que limita la precisión en las divisiones de submuestras.

<sup>a</sup> Los datos ponderados por pasajero se calculan como el agregado multiplicado de los flujos intercontinentales: América Central-Europa, Caribe-Europa, América del Sur-Europa, América del Sur-África, América del Sur-Asia, América del Sur-Australasia, América Central-Australasia, Caribe-África y Caribe-Asia.

**Solidez y especificaciones alternativas.** La tabla 14 resume las comprobaciones de sensibilidad para las estimaciones de la elasticidad de los ingresos. Dado que los ingresos solo varían anualmente, una de las pruebas más importantes consiste en agregar el panel al nivel anual. Es alentador que la estimación del panel anual (0,95) sea esencialmente idéntica al punto de referencia mensual, lo que confirma que nuestra elasticidad no es un artefacto de cómo se muestrean los datos a lo largo del tiempo. Esta estabilidad en las agregaciones temporales proporciona una gran seguridad de que la respuesta de los ingresos se mide de forma fiable. Otras especificaciones refuerzan esta imagen: el uso de un índice de ingresos compuesto ponderado por pasajeros en lugar de ingresos separados de origen y destino da prácticamente la misma elasticidad; la adición de controles macroeconómicos (tipos de cambio e inflación) no modifica la estimación. Cuando pasamos de los paneles a nivel de ruta a los paneles de pares de países, las estimaciones se sitúan dentro de los puntos de referencia esperados, pero parecen menos elásticas porque la agregación absorbe la sustitución dentro del país entre rutas. A nivel de pares de países, la elasticidad de los ingresos es de alrededor de 0,40, lo que

refleja la sustitución internalizada dentro del par y una mayor agregación. También probamos sustituir el PIB per cápita por el PIB total como proxy de los ingresos. En este caso, la elasticidad cae a 0,75, ya que el PIB total combina el crecimiento de los ingresos con el tamaño de la población y, por lo tanto, cambia la interpretación alejándola del poder adquisitivo individual. La coherencia entre estos diseños alternativos subraya que la estimación de referencia es sólida y que la agregación no sesga la respuesta de los ingresos.

Tabla 14: Comprobaciones de solidez de la elasticidad de los ingresos y alternativas (muestra completa).

|                             | Referencia       | Anual            | Ingresos comp.   | Controles macro  | Panel de países  | PIB              |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Elasticidad de los ingresos | 0,950<br>(0,072) | 0,952<br>(0,058) | 0,947<br>(0,071) | 0,961<br>(0,074) | 0,400<br>(0,051) | 0,758<br>(0,058) |

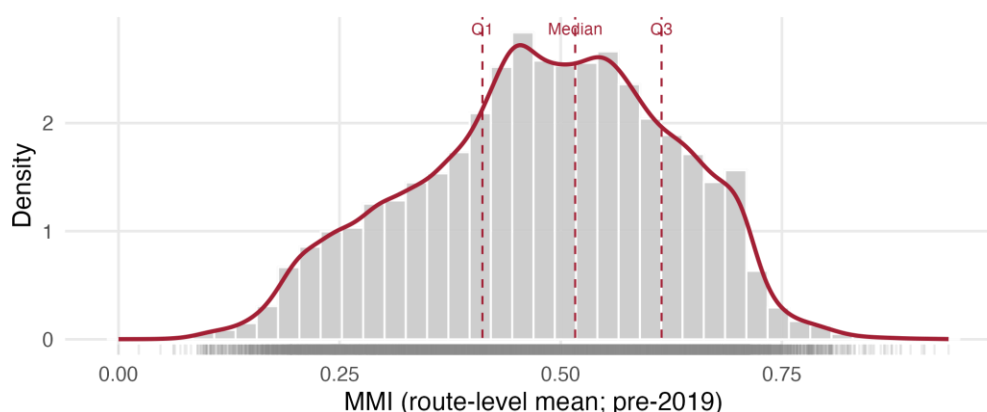
**Notas:** Cada coeficiente es una estimación 2SLS de la elasticidad de la demanda de transporte aéreo en función de los ingresos; los errores estándar robustos se indican entre paréntesis (agrupados por ruta y hora para los modelos basados en rutas y por par de países para el modelo nacional agregado). El punto de referencia utiliza datos de ruta-mes con ingresos bilaterales; las tarifas se instrumentan con el combustible para aviones interactuando con la distancia, la capacidad de la red de Bartik y sus rezagos. Los agregados «anuales» se refieren a ruta-año. El resultado casi idéntico al del punto de referencia es especialmente importante porque los ingresos solo varían anualmente, lo que convierte a esta prueba en la más sólida en cuanto a solidez. Los «ingresos comp.» sustituyen el PIB separado de origen/destino por un índice compuesto ponderado por pasajeros. Los «controles macro» añaden los tipos de cambio y la inflación. El «panel de países» agrega todos los flujos entre dos países (panel a nivel nacional); la estrecha alineación con los resultados a nivel de ruta muestra que la agregación no sesga la respuesta de los ingresos. El «PIB» estima la elasticidad de los ingresos utilizando el PIB en lugar del PIB per cápita.

### 5.3 Índice de madurez del mercado (MMI)

El índice de madurez del mercado (MMI) es un indicador compuesto a nivel de ruta que resume el grado de madurez de cada mercado en términos de profundidad, estabilidad, competencia y utilización. Los valores más altos indican mercados más desarrollados y estables, mientras que los valores más bajos corresponden a mercados más incipientes o emergentes. A efectos de comunicación, clasificamos las rutas en cuatro categorías (incipiente, emergente, en maduración y maduro) basándonos en los cuartiles de la distribución anterior a 2019.

La figura 7 muestra la distribución del MMI a nivel de ruta antes de 2019. La mayoría de las rutas se encuentran en las categorías «Emergente» y «Maduro», con una cola derecha sustancial de mercados muy maduros y una cola izquierda de mercados incipientes. Los cuartiles marcan los umbrales entre categorías.

Figura 7: Distribución del MMI a nivel de ruta (referencia anterior a 2019). Las líneas discontinuas marcan los cuartiles.



La tabla 15 muestra el MMI medio en los principales corredores regionales de ida y vuelta. Los flujos entre Sudamérica y Norteamérica, Sudamérica y Europa, y Sudamérica y Asia se encuentran entre los más maduros, con valores medios de alrededor de 0,59-0,60. Por el contrario, los mercados intra-caribeños e intra-centroamericanos muestran medias mucho más bajas, lo que pone de relieve su naturaleza más heterogénea y en desarrollo.

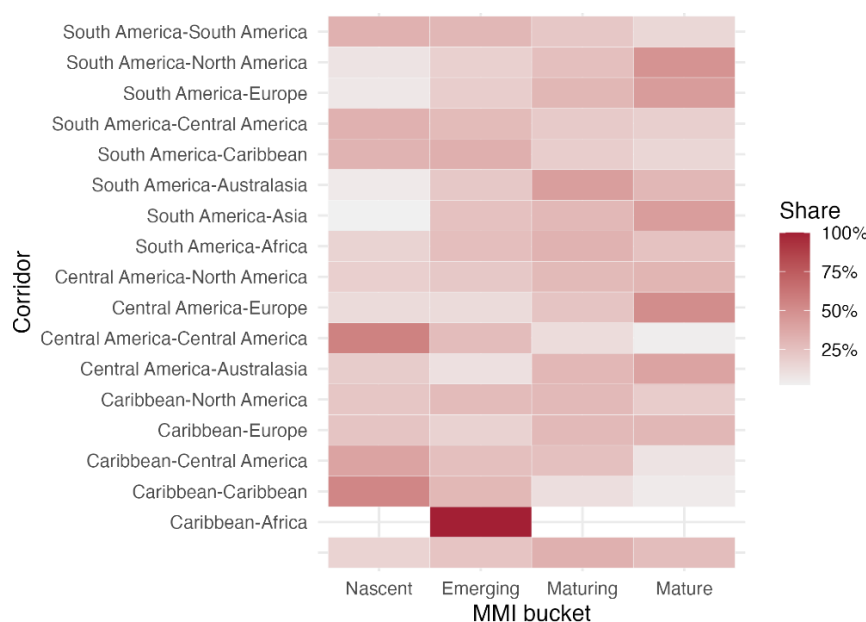
Tabla 15: Índice de madurez del mercado por corredor regional de ida y vuelta (referencia anterior a 2019).

| Corredor                          | Media | Media PAX-w | p10   | Mediana | p90   | Rutas |
|-----------------------------------|-------|-------------|-------|---------|-------|-------|
| Caribe-Caribe                     | 0,403 | 0,432       | 0,257 | 0,399   | 0,553 | 685   |
| Caribe-América Central            | 0,448 | 0,365       | 0,293 | 0,439   | 0,607 | 343   |
| Caribe-América del Norte          | 0,503 | 0,414       | 0,332 | 0,513   | 0,655 | 6618  |
| América Central-América Central   | 0,388 | 0,388       | 0,224 | 0,388   | 0,554 | 2443  |
| América Central-América del Norte | 0,535 | 0,458       | 0,347 | 0,555   | 0,692 | 8311  |
| América del Sur-Caribe            | 0,467 | 0,398       | 0,303 | 0,455   | 0,642 | 878   |
| América del Sur-América Central   | 0,479 | 0,429       | 0,309 | 0,465   | 0,662 | 1609  |
| Sudamérica-Norteamérica           | 0,589 | 0,528       | 0,429 | 0,608   | 0,729 | 4923  |
| Sudamérica-Sudamérica             | 0,468 | 0,471       | 0,295 | 0,466   | 0,642 | 11253 |
| Sudamérica-Europa                 | 0,590 | 0,512       | 0,445 | 0,595   | 0,736 | 3612  |
| Sudamérica-Asia                   | 0,593 | 0,559       | 0,450 | 0,591   | 0,711 | 118   |
| Sudamérica-Australasia            | 0,563 | 0,533       | 0,443 | 0,558   | 0,685 | 153   |
| Centroamérica-Europa              | 0,591 | 0,503       | 0,376 | 0,619   | 0,752 | 1360  |
| América Central-Australasia       | 0,566 | 0,593       | 0,375 | 0,593   | 0,719 | 38    |
| Caribe-Europa                     | 0,521 | 0,473       | 0,303 | 0,549   | 0,690 | 1827  |

**Notas:** La tabla muestra estadísticas MMI a nivel de ruta: media no ponderada, media ponderada por PAX, deciles (p10, p90) y medianas. Basado en promedios a nivel de ruta anteriores a 2019.

El mapa de calor de la figura 8 muestra la proporción de rutas en cada categoría de madurez para cada corredor. Los corredores intracaribeños y centroamericanos revelan que una gran parte de las rutas se encuentran todavía en las categorías «incipiente» o «emergente», mientras que los corredores intercontinentales, como el de Sudamérica-Europa, se inclinan claramente hacia el lado «en maduración» o «maduro».

Figura 8: Composición de los corredores por niveles de madurez (antes de 2019). Los tonos más oscuros indican una mayor proporción de rutas en cada nivel.



En general, los datos muestran que los mercados de transporte aéreo de América Latina y el Caribe abarcan todo el espectro de madurez. Las rutas intracaribeñas y centroamericanas siguen estando más fragmentadas y en fase emergente, mientras que los corredores de larga distancia de América del Sur ya están maduros. Esta heterogeneidad ayuda a contextualizar las elasticidades de la demanda: los corredores con valores MMI más bajos suelen tener más margen de crecimiento, pero también son más vulnerables a las crisis, mientras que los corredores con valores MMI altos son más estables y están más saturados.

#### **5.4 Factores de ajuste multiplicativos**

Para facilitar el uso práctico de estos resultados en la previsión y la simulación de políticas, construimos factores de ajuste multiplicativos que reescalan las elasticidades de la muestra completa de referencia a contextos específicos. Estos ajustadores se presentan y detallan en el Apéndice E.

### **6 Aplicaciones de políticas**

Las estimaciones de elasticidad son útiles cuando se incorporan a marcos de previsión y planificación prospectivos. Para las aerolíneas y los consultores, proporcionan el vínculo conductual entre los factores exógenos, como los cambios en el PIB o las variaciones en las tarifas debido a los costes de los insumos, y los volúmenes de tráfico previstos. En esta sección se describen tres aplicaciones principales.

#### **6.1 Modelización del traspaso del impuesto sobre el carbono**

Las elasticidades pueden utilizarse para traducir los cambios en las tarifas en los impactos previstos sobre el tráfico. Por ejemplo, si un aumento uniforme de los costes eleva las tarifas medias en un 10 % en un conjunto de rutas internacionales y la elasticidad de precios pertinente es de  $-1,3$ , se espera que la demanda de pasajeros en esas rutas disminuya aproximadamente un 13 %. La incorporación de esta relación en los modelos de previsión permite a los analistas cuantificar el impacto del aumento de los costes sobre el tráfico, los ingresos y, en última instancia, las emisiones. En términos más generales, el marco

$$g_Q \approx \epsilon_Y \cdot g_Y + \epsilon_P \cdot g_P$$

relaciona el crecimiento del tráfico ( $g_Q$ ) con el crecimiento de los ingresos ( $g_Y$ ) y los cambios en las tarifas ( $g_P$ ), con las elasticidades proporcionando los factores de escala. Esta formulación puede aplicarse no solo a escenarios medioambientales, sino también a la transferencia de los costes de los insumos, la fijación de precios competitivos y los ajustes de la red.

#### **6.2 Factores de ajuste multiplicativos para contextos específicos**

Para facilitar un análisis rápido de los escenarios, también proporcionamos factores de ajuste multiplicativos (véase el apéndice E). Estos permiten reescalar las elasticidades de la muestra completa para contextos particulares, como rutas nacionales frente a internacionales, longitud del trayecto o etapas de madurez del mercado. Por ejemplo, al aplicar el multiplicador de corto recorrido a la elasticidad de precios de la muestra completa se obtiene una elasticidad efectiva de aproximadamente  $-0,86$ , lo que concuerda con la menor sustituibilidad de las rutas muy cortas.

Es importante destacar que los ajustadores están destinados principalmente a fines comparativos, lo que garantiza la coherencia con estudios internacionales anteriores, como el de InterVISTAS Consulting Inc. (2007). Recomendamos encarecidamente utilizar las estimaciones de elasticidad a nivel de ruta siempre que sea posible, ya que son más locales, están mejor identificadas y son



directamente aplicables a los mercados específicos en los que operan las aerolíneas. Los ajustadores deben considerarse una herramienta complementaria y no un sustituto de las estimaciones preferidas.

### **6.3 Uso en la planificación y previsión de rutas**

Las estimaciones de elasticidad también respaldan los ejercicios de planificación de rutas y previsión del tráfico. Las aerolíneas pueden incorporarlas en modelos de demanda para proyectar cómo evolucionará el volumen de pasajeros en diferentes escenarios de crecimiento económico y trayectorias de tarifas. Por ejemplo, supongamos que una ruta tiene una elasticidad de ingresos de 0,9 y se espera que el PIB de origen crezca un 3 % anual; ceteris paribus, se esperaría que el tráfico aumentara alrededor de un 2,7 % al año. Si, al mismo tiempo, las tarifas medias suben un 5 % debido a ajustes en los costes de los insumos y la elasticidad de los precios es  $-1,1$ , la contracción implícita es del  $-5,5$  %, lo que da lugar a una disminución neta de la demanda de aproximadamente el  $-2,8$  % en ese período.

Estas simulaciones a nivel de ruta ilustran el valor de los modelos basados en la elasticidad para evaluar la solidez de las redes, planificar el despliegue de la capacidad y valorar la resiliencia de las previsiones de crecimiento del tráfico. En algunos casos, las estimaciones más agregadas, como las de pares de países o paneles nacionales, también pueden ser informativas, ya que internalizan la sustitución entre rutas paralelas y proporcionan un punto de referencia para los flujos totales entre dos mercados. Estas elasticidades agregadas son más útiles para comparaciones de alto nivel o previsiones a escala nacional, mientras que las estimaciones a nivel de ruta siguen siendo la información preferida para las decisiones operativas y estratégicas a las que se enfrentan las aerolíneas.

### **6.4 Elasticidades por pares de países como resultado adicional**

Más allá de las estimaciones específicas para cada ruta y contexto, el proyecto también proporcionó un conjunto complementario de elasticidades entre países. Estas se elaboraron mediante un procedimiento de reponderación que agrega los resultados subyacentes a nivel de ruta en flujos bilaterales.

La razón de este paso es que, a nivel de pares de países, las variables de ingresos del origen y el destino suelen presentar una variación independiente limitada a lo largo del tiempo. Esto dificulta identificar por separado los efectos del PIB de cada lado en un entorno de forma reducida. Al agregar y reponderar las elasticidades a nivel de ruta, el análisis proporciona estimaciones bilaterales más estables que también internalizan la sustitución entre rutas paralelas que conectan los mismos dos países.

Estas elasticidades entre pares de países son especialmente relevantes para los ejercicios de previsión que operan a escala bilateral. Por ejemplo, al proyectar el tráfico total entre México y Estados Unidos en diferentes escenarios de crecimiento del PIB o de las tarifas, la elasticidad bilateral ofrece una forma directa de traducir las hipótesis macroeconómicas en flujos de pasajeros previstos. En este sentido, las estimaciones bilaterales complementan los resultados a nivel de ruta al respaldar las previsiones de alto nivel y las simulaciones de políticas, y se entregaron como parte de los resultados del proyecto.

## **7 Conclusión**

Este informe ofrece un conjunto completo de estimaciones de la elasticidad de los precios y los ingresos para los viajes aéreos en América Latina y el Caribe, combinando el rigor econométrico a nivel

de ruta con perspectivas agregadas y relevantes para las políticas. El análisis muestra no solo que la demanda regional es moderadamente elástica en general, sino también que la heterogeneidad entre los mercados, los corredores y las etapas de desarrollo es sustancial y directamente relevante para las aerolíneas.

En el nivel más agregado, nuestra estimación de referencia sitúa la elasticidad de los precios en torno a  $-1,4$ , cerca de los rangos indicados en estudios anteriores. Sin embargo, los resultados desagregados revelan variaciones significativas. Los mercados nacionales son menos sensibles a las tarifas, con un valor aproximado de  $-1,1$ , mientras que los mercados internacionales son mucho más elásticos, con un valor cercano a  $-1,7$ . Esta diferencia refleja la menor disponibilidad de sustitutos para las rutas nacionales y el mayor contenido discrecional de los viajes internacionales. Para las aerolíneas y los responsables de las políticas, la implicación es que los aumentos de las tarifas impulsados por los impuestos o las crisis de los costes de los insumos tendrán un impacto más pronunciado en el tráfico de la conectividad transfronteriza que en las redes internas.

La segmentación por distancia de transporte refina aún más este panorama. Los mercados de corta distancia (menos de 1500 km) son los menos elásticos, en consonancia con las limitadas oportunidades de sustitución, mientras que los mercados de media distancia (1500-4000 km) muestran las elasticidades más altas, por encima de  $-1,9$ , lo que refleja una mayor competencia modal y patrones de viaje discrecionales. Por el contrario, los corredores de larga distancia se sitúan en un término medio, con elasticidades en torno a  $-1,6$ . Estos resultados concuerdan con la evidencia global y confirman que el contexto de la ruta —transporte corto, regional de medio recorrido o intercontinental largo— cambia sustancialmente la respuesta esperada de la demanda.

Los corredores regionales ponen de relieve diferencias aún más marcadas. Los flujos intra-Caribe y entre América Central y América del Norte se revelan como los más elásticos en cuanto a precios, superando a menudo  $-1,8$ , en consonancia con un tráfico de ocio altamente discrecional y una fuerte exposición a las fluctuaciones del tipo de cambio. Por otro lado, los mercados de Sudamérica y Norteamérica son menos elásticos, con un valor de alrededor de  $-0,9$ , dada la importancia de los segmentos de negocios y visitas a amigos y familiares (VFR). Los flujos transcontinentales hacia Europa y Asia se agrupan en torno a  $-1,5$ , lo que indica un equilibrio entre el turismo discrecional y la limitada disponibilidad de sustitutos. Estas elasticidades específicas de cada corredor subrayan que una hipótesis uniforme para todos los mercados ocultaría diferencias críticas que son importantes para la transmisión de las políticas y la planificación de las redes.

Las elasticidades de los ingresos proporcionan información complementaria. El punto de referencia de la muestra completa es cercano a  $0,95$ , lo que implica que la demanda crece aproximadamente en proporción al PIB. Sin embargo, la desagregación vuelve a ser importante: los mercados nacionales son muy elásticos en función de los ingresos, por encima de  $1,3$ , lo que sugiere que, a medida que se expanden los hogares de clase media, los viajes aéreos nacionales crecerán más rápidamente que los ingresos. Las rutas internacionales son menos elásticas en función de los ingresos, cercanas a  $0,8$ , lo que refleja segmentos más estables, como los viajes para visitar a familiares y amigos (VFR) y los viajes de negocios. Las estimaciones a nivel de corredor confirman este patrón: las rutas del Caribe y Centroamérica son las más sensibles a los ingresos (elasticidades superiores a  $1,0$ ), mientras que los flujos entre Sudamérica y Norteamérica son mucho menos sensibles, con una elasticidad de alrededor de  $0,45$ . Esta variación es especialmente importante para las previsiones: los mercados con alta elasticidad de los ingresos experimentarán un fuerte crecimiento del tráfico a medida que las economías se expandan, mientras que los corredores más saturados crecerán a un ritmo más lento.

El Índice de Madurez del Mercado (MMI) relaciona estos resultados. Muestra que las rutas intra-caribeñas e intra-centroamericanas permanecen en etapas tempranas o tardías de crecimiento, con alta elasticidad y volatilidad. Por el contrario, los mercados de larga distancia entre Sudamérica y Europa o Sudamérica y Norteamérica ya están maduros, con menor elasticidad y estructuras competitivas más estables. Esta clasificación no es meramente descriptiva: proporciona a las aerolíneas y a los reguladores un marco para anticipar cómo evolucionará la elasticidad a lo largo del tiempo. A medida que los mercados maduran, la sensibilidad a los precios tiende a disminuir, la elasticidad de los ingresos converge hacia la unidad y el crecimiento se estabiliza. Para los consultores y planificadores, el MMI ofrece una guía práctica para ajustar las previsiones en función de la fase del ciclo de vida en la que se encuentre cada mercado.

En conjunto, estos hallazgos proporcionan un conjunto de herramientas modular y transparente para el análisis de escenarios. Las elasticidades a nivel de ruta ofrecen los datos más precisos para la previsión, mientras que los factores de ajuste multiplicativos permiten a los usuarios escalar los resultados para comparar los vuelos nacionales con los internacionales, la longitud del trayecto o la madurez. A nivel de políticas, el mensaje es claro: la fijación de precios del carbono u otros aumentos de tarifas tendrán un impacto muy desigual en los distintos mercados. Las rutas nacionales y maduras de largo recorrido absorberán los choques con una pérdida de tráfico limitada, mientras que los corredores emergentes y altamente elásticos, especialmente en el Caribe y América Central, son más vulnerables a las reducciones de conectividad. Del mismo modo, el crecimiento impulsado por los ingresos se concentrará en los mercados nacionales y de ocio, lo que reforzará la importancia de la planificación de la capacidad en esos segmentos.

En conclusión, este informe ha generado tanto pruebas econométricas sólidas como conocimientos prácticos. Los resultados permiten a los responsables políticos anticipar los efectos distributivos de las medidas medioambientales y a las aerolíneas perfeccionar sus previsiones de demanda, optimizar su capacidad y planificar ajustes en sus redes con mayor confianza. Al basar las decisiones estratégicas en elasticidades específicas del contexto en lugar de en medias globales, las partes interesadas de América Latina y el Caribe estarán en mejores condiciones para equilibrar el crecimiento, la competitividad y la sostenibilidad en la próxima década.

## **A Estudios previos y revisión de la literatura**

La estimación de la elasticidad de la demanda del transporte aéreo tiene una larga trayectoria en economía, con enfoques tanto estructurales como de forma reducida, dependiendo de la disponibilidad de datos y la naturaleza de las consultas sobre políticas. En particular, los estudios de Berry y Jia (2010); Aguirregabiria et al. (2023); Ciliberto et al. (2021) utilizan marcos estructurales que modelan explícitamente la elección de los consumidores, la fijación de precios endógena y la entrada en el mercado a nivel de las rutas aéreas. Si bien estas metodologías proporcionan información detallada sobre la competencia entre las aerolíneas y los patrones de sustitución, sus requisitos de datos y su complejidad computacional dificultan su aplicación eficaz en muchos contextos políticos, especialmente en América Latina, donde la disponibilidad de datos detallados a nivel de las aerolíneas suele ser limitada.

Por el contrario, los análisis centrados en la consultoría y las políticas suelen adoptar métodos agregados de forma reducida para estimar las elasticidades de los precios y los ingresos a nivel de ruta o de mercado. Estudios influyentes como los de InterVIS-TAS Consulting Inc. (2007) y Smyth y Pearce (2008) presentan puntos de referencia sólidos para las elasticidades de la demanda de transporte aéreo, y suelen informar de elasticidades de las tarifas de corta distancia entre -0,7 y -1,7. Estudios específicos de cada región, como el de Schlesinger y Balázs (2010) para Chile y el de Membreno (2024)

en el contexto de los combustibles sostenibles para la aviación, confirman estimaciones de elasticidad coherentes con estos puntos de referencia globales, lo que pone de relieve la aplicabilidad de las metodologías de nivel agregado a los mercados latinoamericanos.

Dada la naturaleza orientada a las políticas de nuestro proyecto de consultoría, así como las limitaciones asociadas con los datos granulares a nivel de aerolíneas en nuestra región objetivo, adoptamos un enfoque de forma reducida que aprovecha los datos agregados a nivel de ruta. Nuestra estrategia empírica aborda la endogeneidad de los precios mediante el empleo de variables instrumentales derivadas de choques macroeconómicos e instrumentos basados en los costos, en estrecha consonancia con las metodologías recomendadas por InterVISTAS Consulting Inc. (2007) y utilizadas en estudios anteriores sobre América Latina (Schlesinger y Balázs, 2010; Membreno, 2024). Este enfoque garantiza tanto la viabilidad práctica como la relevancia política directa, lo que facilita estimaciones de elasticidad claras y aplicables para evaluar escenarios como la fijación de precios del carbono o las políticas fiscales en los mercados regionales de aviación.

## **B Agregación y limpieza**

### **B.1 Agregación de datos sobre la capacidad de las aerolíneas**

Este apéndice describe la metodología utilizada para agregar los datos de capacidad de las aerolíneas desde el nivel de tramo de vuelo hasta el nivel de ruta-mes-compañía aérea. Una agregación adecuada garantiza que las métricas de oferta derivadas sean coherentes con los datos de tarifas a nivel de itinerario, que suelen informar sobre los viajes de pasajeros a nivel de ruta, lo que puede abarcar varios tramos de vuelo operados por una compañía aérea.

**Notación y definiciones.** Comenzamos por definir una notación clara. Consideremos:

- $t$ : Mes natural.
- $r = (o, d)$ : Ruta definida como un par de aeropuertos de origen y destino.
- $c$ : Compañía aérea.
- $i \in \mathcal{I}_{rct}$ : Itinerario cubierto por la aerolínea  $c$  que conecta la ruta  $r$  (origen  $o$  a destino  $d$ ) en el mes  $t$ . El itinerario  $i$  puede incluir hasta dos escalas intermedias.
- $l \in \mathcal{L}_i$ : Tramos individuales que componen el itinerario  $i$ .

Los datos originales de capacidad a nivel de tramo proporcionan, para cada tramo de vuelo  $l$  operado por la compañía aérea  $c$  en el mes  $t$ :

- $ASK^{tl}$ : Asientos-kilómetro disponibles.
- $Seats^{tl}$ : Asientos ofrecidos por mes.
- $Flights^{tl}$ : Número de vuelos operados al mes.
- $Dist^l$ : Distancia ortodrómica del tramo  $l$ .

Los datos de tarifas a nivel de itinerario incluyen:

- $Pax^{ti}$ : Pasajeros que viajan en el itinerario  $i$  en el mes  $t$ .
- $RPK^{ti}$ : Kilómetros recorridos por pasajero (distancia total recorrida por los pasajeros).

### **Procedimiento de agregación paso a paso**

- **Paso 1: Desglosar los itinerarios en tramos** Cada itinerario  $i$  se desglosa en sus tramos de vuelo individuales. Por ejemplo, un itinerario que conecta los aeropuertos  $o \rightarrow s \rightarrow d$  se

convierte en dos tramos:  $o \rightarrow s$  y  $s \rightarrow d$ . Este desglose da como resultado un conjunto de datos detallado de itinerarios y tramos:

$$\mathcal{L}_i = \{(o, s), (s, d)\}$$

El número de pasajeros ( $Pax_{ti}$ ) del itinerario se replica en cada tramo para facilitar el cálculo de los factores de ocupación por tramo.

- **Paso 2: Desduplicación de tramos para evitar el doble recuento** Debido a que varios itinerarios comparten tramos comunes (por ejemplo, el tramo  $o \rightarrow s$  puede aparecer en diferentes itinerarios), los tramos se desduplican a nivel de compañía aérea-mes-tramo. Así, cada tramo físico ( $l, c, t$ ) aparece exactamente una vez, independientemente del número de itinerarios que admita, sumando el recuento de pasajeros:

$$\mathcal{L}_{ct} = \text{unique}\{(l, c, t)\}.$$

- **Paso 3: Fusión de datos de capacidad a nivel de tramo** Las variables de capacidad (ASK, asientos, vuelos, distancia) del conjunto de datos a nivel de tramo se fusionan en los tramos deduplicados utilizando claves ( $t, c$ , origen del tramo, destino del tramo). Esto garantiza que cada tupla tramo-mes-compañía aérea tenga exactamente un registro de capacidad.
- **Paso 4: Cálculo de los factores de carga por tramo** A efectos de diagnóstico, calculamos los factores de carga por tramo (LF) como la relación entre el número de pasajeros y el número de asientos por tramo:

$$LF_{tcl} = \frac{Pax_{tcl}}{Seats_{tcl}} \approx \frac{RPK_{tcl}}{ASK_{tcl}}$$

Estos LF a nivel de tramo proporcionan información útil, pero no se agregan directamente a las métricas a nivel de ruta.

- **Paso 5: Agregación de la capacidad a nivel de ruta-mes- compañía aérea utilizando reglas de cuello de botella**

La capacidad de ruta-mes-compañía aérea se deriva utilizando la siguiente lógica para reflejar restricciones realistas (enfoque de «cuello de botella»):

1. *Vuelos por ruta-mes-compañía aérea*: el número mínimo de vuelos operados entre todos los tramos que componen la ruta  $r$ :

$$Flights_{rct} = \min_{l \in \mathcal{L}_{rct}} Flights_{tcl}$$

2. *Asientos por ruta-mes-compañía aérea*: se calculan multiplicando el número mínimo de asientos por vuelo (en todos los tramos) por el número de vuelos obtenido anteriormente:

$$Seats_{rct} = \left( \min_{l \in \mathcal{L}_{rct}} \frac{Seats_{tcl}}{Flights_{tcl}} \right) \times Flights_{rct}$$

3. *Distancia total de la ruta*: suma de las distancias ortodrómicas de todos los tramos de la ruta:

$$\text{Dist}_{rc} = \sum_{l \in \mathcal{L}_{rc}} \text{Dist}_l$$

4. *Asientos-kilómetro disponibles (ASK) por ruta-mes-compañía aérea*: se calculan multiplicando los asientos por la distancia total de la ruta:

$$\text{ASK}_{rct} = \text{Seats}_{rct} \times \text{Dist}_{rc}$$

- **Paso 6: Fusión de la capacidad agregada en el panel de demanda por ruta-mes-compañía aérea.** Las métricas de capacidad resultantes a nivel de ruta-mes-compañía aérea (ASK, asientos, vuelos) se fusionan de nuevo en el conjunto de datos de demanda, ya agregado al mismo nivel de ruta-mes-compañía aérea. Esto da como resultado un panel combinado de demanda y oferta:

$$(\text{Pax}_{rct}, \text{RPK}_{rct}, \text{ASK}_{rct}, \text{Seats}_{rct}, \text{Flights}_{rct}).$$

- **Paso 7: Cálculo de los factores de ocupación a nivel de ruta.** Por último, el factor de ocupación (LF) a nivel de ruta se calcula utilizando el volumen de pasajeros y la capacidad disponible a nivel de ruta-mes-compañía aérea:

$$\text{LF}_{rct} = \frac{\text{PAX}_{rct}}{\text{Seats}_{rct}} \approx \frac{\text{RPK}_{rct}}{\text{ASK}_{rct}}$$

Esto proporciona una medida directa de la utilización a nivel de ruta que refleja las restricciones de capacidad reales.

## B.2 Construcción de variables a nivel de compañía aérea

### B.2.1 Estructura de tarifas a nivel de compañía aérea

Una vez que las variables de capacidad se han agregado al nivel de compañía aérea-ruta-mes, tal y como se describe en el Apéndice B.1, las variables de tarifa se construyen a partir de los datos de tarifas y rendimientos a nivel de itinerario fusionados en el mismo grano. Sea  $i$  el índice de compañías aéreas,  $r$  el de rutas y  $t$  el de meses. Para cada  $(i, r, t)$ , denotemos:

- $\text{PAX}_{irt}$ : pasajeros transportados.
- $\text{RPK}_{irt}$ : ingresos por pasajero-kilómetro.
- $\text{fare}_{irt}$ : tarifa media por viaje de pasajero (USD/viaje).
- $\text{yield}_{irt}$ : ingresos por pasajero-kilómetro (USD/km).

La tarifa media a nivel de compañía aérea se define como la media ponderada por pasajero de todos los itinerarios operados por la compañía aérea  $i$  en la ruta  $r$  en el mes  $t$ :

$$\text{fare}_{irt} = \frac{\sum_{m \in M_{irt}} \text{fare}_m \cdot \text{PAX}_m}{\sum_{m \in M_{irt}} \text{PAX}_m}, \quad (3)$$

donde  $m$  indexa los itinerarios y  $M_{irt}$  es el conjunto de itinerarios para  $(i, r, t)$ . De manera similar, el rendimiento promedio es una media ponderada por RPK:

$$\text{yield}_{irt} = \frac{\sum_{m \in M_{irt}} \text{yield}_m \cdot \text{RPK}_m}{\sum_{m \in M_{irt}} \text{RPK}_m}. \quad (4)$$

Esto garantiza la coherencia interna entre las dos medidas: en condiciones ideales,  $fare_{irt} \approx yield_{irt} \times dist_r$ , donde  $dist_r$  es la distancia ortodrómica. Se incluyen tanto los itinerarios directos como los con conexiones, y estos últimos aportan la totalidad de la tarifa origen-destino y los RPK.

### B.3 Limpieza de tarifas a nivel de compañía aérea

**Filtros de pequeño denominador.** Para evitar precios poco fiables debido al escaso tráfico, un precio solo se considera utilizable si se cumplen dos condiciones en  $(i, r, t)$ : (i)  $PAX_{irt}$  supera un umbral mínimo, y (ii) la cuota de pasajeros de la compañía aérea en la ruta-mes supera una fracción mínima. Cuando alguna de las dos condiciones no se cumple,  $fare_{irt}$  y  $yield_{irt}$  se establecen como faltantes, mientras que las cantidades ( $PAX$ ,  $RPK$ ) se mantienen.

**Comprobaciones de plausibilidad e identidades.** La plausibilidad se aplica en dos etapas:

1. Límites tempranos y tolerantes aplicados antes de los ajustes:

$$LF_{irt}^{ask} = \frac{RPK_{irt}}{ASK_{irt}} \leq \overline{LF}^{early}, \quad (5)$$

$$LF_{irt}^{seat} = \frac{PAX_{irt}}{Seats_{irt}} \leq \overline{LF}^{early}, \quad (6)$$

$$\frac{RPK_{irt}}{PAX_{irt} \cdot dist_r} \in [\underline{\kappa}^{early}, \overline{\kappa}^{early}], \quad (7)$$

donde  $ASK_{irt}$  y  $Seats_{irt}$  son los asientos-kilómetro disponibles y las salidas de asientos.

2. Límites finales más estrictos tras las correcciones:

$$LF_{irt}^{ask} \leq \overline{LF}^{final}, \quad (8)$$

$$LF_{irt}^{seat} \leq \overline{LF}^{final}, \quad (9)$$

$$\frac{RPK_{irt}}{PAX_{irt} \cdot dist_r} \in [\underline{\kappa}^{final}, \overline{\kappa}^{final}]. \quad (10)$$

Estas identidades capturan las restricciones físicas (factores de carga  $\leq 1$ ) y las igualdades definicionales ( $RPK \approx PAX \times dist$ ). Las distancias de las rutas se tratan como cuasi invariables a lo largo del tiempo, con desviaciones más allá de una tolerancia restablecida a la mediana de la ruta.

**Valores atípicos aditivos (AO).** Los valores atípicos aditivos se detectan utilizando puntuaciones  $z$  de desviación absoluta mediana (MAD) aplicadas tanto a los niveles logarítmicos como a las diferencias logarítmicas de 12 meses, calculadas dentro de los segmentos  $(i, r)$  divididos por régimen (pre-COVID, COVID, post-COVID). Se marca una observación si tanto

$$|z_{\log x}| > z_{\max}^{\text{level}} \quad \text{and} \quad |z_{\Delta_{12} \log x}| > z_{\max}^{\text{diff}}, \quad (11)$$

con umbrales establecidos en  $z_{\max}^{\text{level}}$  y  $z_{\max}^{\text{diff}}$ , y solo cuando el panel específico del régimen tiene al menos 24 meses de datos.

Los valores marcados se tratan de forma diferente según el tipo de variable:

- **Las variables de recuento y capacidad** ( $PAX$ ,  $RPK$ ,  $ASK$ ,  $Seats$ ,  $Flights$ ) solo se sustituyen cuando la marca coincide con una violación de identidades físicas estrictas (factores de carga o  $RPK / (PAX \cdot dist)$  fuera de las tolerancias finales) y el pico está aislado de los meses

vecinos. La sustitución utiliza una mediana móvil centrada en 3 meses en unidades de nivel para preservar la escala.

- **Las variables de precio** (*fare*, *yield*) nunca se sustituyen antes de la agregación; solo se marcan para una posible revisión, y la limpieza posterior se realiza mediante filtros de pequeño denominador y límites transversales.

Este enfoque conservador minimiza el riesgo de eliminar choques económicamente significativos que son importantes para la identificación de la demanda.

**Valores atípicos innovadores (IO).** Los valores atípicos innovadores corresponden a las entradas o salidas de una compañía aérea en una ruta, identificadas por cambios entre cero y *PAX* positivo en meses consecutivos. Estos reflejan rupturas estructurales en el servicio; los meses marcados no se suavizan, pero las marcas se conservan para su uso en identificaciones posteriores.

**Coherencia transversal.** Dentro de cada  $(r, t)$ , las tarifas y los rendimientos de las compañías aéreas se recentran en torno a la mediana no ponderada de los precios utilizables y, a continuación, se limitan al intervalo:

$$\left[ \frac{\text{median}}{4}, 4 \times \text{median} \right]. \quad (12)$$

Este enfoque atenúa la influencia de los precios extremos específicos de cada compañía aérea sin eliminar observaciones, lo que preserva la comparabilidad entre compañías aéreas.

**Regímenes y COVID.** El panel se divide en tres regímenes: pre-COVID, COVID y post-COVID, con límites entre regímenes establecidos para aislar el período de choques aguda de la pandemia. Todas las detecciones de valores atípicos para AO son específicas de cada régimen, lo que evita que los choques persistentes de COVID se clasifiquen erróneamente como anomalías transitorias.

**Las transformaciones y tratamiento cero.** Los logaritmos se utilizan en diagnósticos y detección de AO, con pequeñas imputaciones positivas aplicadas a ceros solo con fines de transformación. Todas las sustituciones se realizan en unidades de nivel original para mantener la aditividad y la interpretabilidad.

#### B.4 Agregación de rutas y países, y macro unión

Este apéndice documenta cómo se agrega el panel limpio de rutas mensuales de compañías aéreas en (i) un panel de mercado de rutas mensuales a nivel de origen-destino en el aeropuerto, (ii) un panel mensual de país de origen  $\rightarrow$  país de destino, y (iii) los paneles anuales correspondientes. También detalla la fusión de covariables macroeconómicas mensuales tanto en el lado de origen como en el de destino. El punto de partida es el conjunto de datos limpios de rutas mensuales de compañías aéreas producido por el generador a nivel de compañía aérea y el proceso de limpieza consciente del panel, que aplica identidades basadas en la física, la usabilidad de los precios y el tratamiento de valores atípicos antes de cualquier agregación.<sup>1</sup>

Preliminares y notación. Sea  $t$  el índice de los meses naturales,  $r = (o, d)$  la ruta (aeropuerto de origen  $o$  al aeropuerto de destino  $d$ ) y  $c$  el índice de las compañías aéreas operadoras. Para cada  $(r, c, t)$ , la entrada depurada proporciona cantidades y precios:

<sup>1</sup> Véase la descripción del generador a nivel de compañía aérea y el proceso de limpieza para obtener definiciones de entradas y filtros de preagregación.



$$\{PAX_{rct}, RPK_{rct}, ASK_{rct}, SEAT_{rct}, FLI_{rct}, p_{rct}, y_{rct}, s_{rct}^{POO,\bullet}, s_{rct}^{NS}, \bar{L}_{rct}, Dist_{rct}, HHI_{rt}, \pi_{rct}\},$$

donde  $p_{rct}$  es la tarifa combinada a nivel de la compañía aérea,  $y_{rct}$  el rendimiento combinado  $s_{rct}^{POO,\bullet} \in [0, 1]$  las cuotas del punto de origen para  $\bullet \in \{\text{orig}, \text{dest}, \text{other}\}$ ,  $s_{rct}^{NS}$  la cuota sin escalas,  $\bar{L}_{rct}$  la longitud media del trayecto (de pasajeros),  $Dist_{rct}$  el indicador de distancia del itinerario ( $RPK_{rct} / PAX_{rct}$ ),  $HHI_{rt}$  la concentración del mercado en  $(r, t)$  calculada entre las compañías aéreas comercializadoras, y  $\pi_{rct} \in \{0, 1\}$  es un indicador de precio-usabilidad que solo es igual a 1 cuando (i)  $PAX_{rct} \geq 7$ , (ii) la cuota de mercado de la compañía aérea es al menos del 1 %, y (iii)  $p_{rct}$  o  $y_{rct}$  son finitos (protección de denominador pequeño). Las etiquetas de régimen (pre/covid/post) y una bandera de caída para 2020 también se transfieren desde la limpieza.

Una ruta  $\rightarrow$  país cruza los mapas  $(o, d)$  en  $(k_o(r), k_d(r))$ , los nombres de los países ISO para los aeropuertos de origen y destino. Las observaciones sin una correspondencia válida para ambos lados se eliminan antes de la agregación; la etiqueta del par de países es  $country\ pair_r = k_o(r) - k_d(r)$ .

**Agregación del mercado por ruta y mes (aeropuerto O-D).** Defina el conjunto de compañías aéreas activas en  $(r, t)$  como  $\mathcal{C}_{rt} = \{c: PAX_{rct} > 0\}$ . Los totales extensivos a nivel de ruta son sumas simples:

$$PAX_{rt} = \sum_c PAX_{rct}, \quad RPK_{rt} = \sum_c RPK_{rct}, \quad ASK_{rt} = \sum_c ASK_{rct}, \quad SEAT_{rt} = \sum_c SEAT_{rct}, \quad FLI_{rt} = \sum_c FLI_{rct}.$$

Ponderado por pasajero significa que solo se utilizan compañías aéreas con precios utilizables:

$$\bar{p}_{rt} = \frac{\sum_c \pi_{rct} PAX_{rct} p_{rct}}{\sum_c \pi_{rct} PAX_{rct}}, \quad \bar{y}_{rt} = \frac{\sum_c \pi_{rct} PAX_{rct} y_{rct}}{\sum_c \pi_{rct} PAX_{rct}}.$$

Los atributos de ruta ponderados por pasajero son

$$\bar{L}_{rt} = \frac{\sum_c PAX_{rct} \bar{L}_{rct}}{\sum_c PAX_{rct}}, \quad s_{rt}^{NS} = \frac{\sum_c PAX_{rct} s_{rct}^{NS}}{\sum_c PAX_{rct}}, \quad s_{rt}^{POO,\bullet} = \frac{\sum_c PAX_{rct} s_{rct}^{POO,\bullet}}{\sum_c PAX_{rct}}.$$

El índice de concentración del mercado se obtiene a partir del cálculo del mercado y (de forma redundante) se promedia con PAX entre los operadores.

$$HHI_{rt}^w = \frac{\sum_c PAX_{rct} HHI_{rt}}{\sum_c PAX_{rct}} = HHI_{rt}.$$

La distancia de ruta robusta es la mediana de las compañías

$$Dist_{rt} = \text{median}_c \{Dist_{rct} : Dist_{rct} \text{ finite}\},$$

y los factores de carga a nivel de ruta son

$$LF_{rt}^{ASK} = \frac{RPK_{rt}}{ASK_{rt}} \quad (\text{if } ASK_{rt} > 0), \quad LF_{rt}^{SEAT} = \frac{PAX_{rt}}{SEAT_{rt}} \quad (\text{if } SEAT_{rt} > 0).$$

Los recuentos son  $n_{rt}^{\text{active}} = \sum_c \mathbb{1}\{c \in \mathcal{C}_{rt}\}$  y  $n_{rt}^{\text{total}} = |\{c: (r, c, t) \text{ observed}\}|$ . Los campos categóricos (régimen) se toman como el primero que no falta entre los operadores; el indicador de caída de 2020 es el OR lógico dentro del mercado. Solo los mercados con  $PAX_{rt} > 0$  se conservan.

**Comprobación posterior a la agregación (mensual).** Los factores de carga se vuelven a calcular y se fijan en  $[0, \bar{LF}]$  con  $\bar{LF} = 2$ . Una comprobación física señala (no descarta) las infracciones de

$$\frac{RPK_{rt}}{PAX_{rt} \cdot Dist_{rt}} \in [0.6, 1.4].$$

Las acciones se truncan a  $[0, 1]$  y el triple  $(s_{rt}^{\text{POO,orig}}, s_{rt}^{\text{POO,dest}}, s_{rt}^{\text{POO,other}})$  se renormaliza ligeramente para sumar uno siempre que su suma se encuentre entre  $(0, 1.5)$ . Las rutas-mes ultradelgadas se etiquetan (no se eliminan) en  $PAX_{rt} < 5$  para preservar la conectividad (por ejemplo, los mercados del Caribe). Por último, la estacionalidad a nivel de ruta se construye clasificando, para cada  $r$ , el promedio de  $PAX_{rt}$  por mes natural y estableciendo  $1\{\text{temporada alta}\} = 1$  para los tres meses principales.

### B.5 Tablas macro y uniones (mensuales)

Sea  $M_{kt}$  la tabla macro mensual por país  $k$  con  $\{gdp_{kt}, pop_{kt}, cpi_{kt}, \pi_{kt}^{\text{MoM}}, \pi_{kt}^{\text{YoY}}, exch_{kt}, C8_{kt}, C7_{kt}\}$ , donde  $Cn_{kt}$  son restricciones de viaje internas o externas por COVID según Hale et al. (2021) y las variables macroeconómicas provienen de WEO, el Banco Mundial y el BIS. Después de estandarizar los códigos ISO y restringir a  $\{k \in \{k_o(r), k_d(r)\}\}$  y  $t$  presentes en el panel de ruta, se forman dos tablas macro:

$M_{k_o t}^{(o)}$  Imacenado con el prefijo «orig\_») y  $M_{k_d t}^{(d)}$  (almacenado con el prefijo «dest\_»).

El panel de rutas se une por la izquierda en  $(k_o(r), t)$  y  $(k_d(r), t)$ , respectivamente. Por defecto, no se aplica el método de observación final transportada; las entradas macro que faltan se propagan como faltantes en el panel fusionado.

### B.6 Agregación mensual por pares de países

Sea  $(k, \ell)$  un país de origen  $k = k_o(r)$  y un país de destino  $\ell = k_d(r)$ . La agregación del panel de rutas se realiza sobre todas las rutas  $r$  con  $(k_o(r), k_d(r)) = (k, \ell)$ :

$$PAX_{k\ell t} = \sum_{r: k_o(r)=k, k_d(r)=\ell} PAX_{rt}, \quad RPK_{k\ell t} = \sum_r RPK_{rt}, \quad ASK_{k\ell t} = \sum_r ASK_{rt},$$

$$SEAT_{k\ell t} = \sum_r SEAT_{rt}, \quad FLI_{k\ell t} = \sum_r FLI_{rt}.$$

Los precios ponderados por pasajero utilizan el  $PAX_{rt}$  a nivel de ruta:

$$\bar{p}_{k\ell t} = \frac{\sum_r PAX_{rt} \bar{p}_{rt}}{\sum_r PAX_{rt}}, \quad \bar{y}_{k\ell t} = \frac{\sum_r PAX_{rt} \bar{y}_{rt}}{\sum_r PAX_{rt}}.$$

Los factores de carga son  $LF_{k\ell t}^{\text{ASK}} = RPK_{k\ell t} / ASK_{k\ell t}$  y  $LF_{k\ell t}^{\text{SEAT}} = PAX_{k\ell t} / SEAT_{k\ell t}$  cuando los denominadores son positivos.

Las tablas macro de origen y destino se unen por la izquierda en  $(k, t)$  y  $(\ell, t)$ . Los meses con pocos pares de países se etiquetan como  $PAX_{k\ell t} < 10$ . Se conservan los mercados con  $PAX_{k\ell t} > 0$ .

### B.7 Paneles anuales

Sea  $y$  el índice de años y  $T_y$  los meses del año y observados en el panel.

**Ruta-año (aeropuerto O-D).** Para cada  $(r, y)$ , defina

$$PAX_{ry} = \sum_{t \in T_y} PAX_{rt}, \quad RPK_{ry} = \sum_t RPK_{rt}, \quad ASK_{ry} = \sum_t ASK_{rt}, \quad SEAT_{ry} = \sum_t SEAT_{rt}, \quad FLI_{ry} = \sum_t FLI_{rt},$$

$$\bar{p}_{ry} = \frac{\sum_t PAX_{rt} \bar{p}_{rt}}{\sum_t PAX_{rt}}, \quad \bar{y}_{ry} = \frac{\sum_t PAX_{rt} \bar{y}_{rt}}{\sum_t PAX_{rt}}, \quad HHI_{ry}^w = \frac{\sum_t PAX_{rt} HHI_{rt}}{\sum_t PAX_{rt}},$$

$$\bar{L}_{ry} = \frac{\sum_t PAX_{rt} \bar{L}_{rt}}{\sum_t PAX_{rt}}, \quad Dist_{ry} = \frac{\sum_t PAX_{rt} Dist_{rt}}{\sum_t PAX_{rt}},$$

con factores de carga anuales  $LF_{ry}^{\text{ASK}} = RPK_{ry} / ASK_{ry}$  y  $LF_{ry}^{\text{SEAT}} = PAX_{ry} / SEAT_{ry}$  (si los denominadores son  $> 0$ ). El recuento de meses activos es  $n_{ry}^{\text{mo}} = |\{t \in T_y : PAX_{rt} > 0\}|$ . El número de operadores

activos/totales a lo largo del año es el máximo de los recuentos mensuales. Los campos categóricos utilizan el último valor no faltante por fecha. Después de la agregación, los factores de carga se fijan en  $[0, 2]$  y los años con poca actividad se etiquetan como  $PAX_{ry} < 60$ .

**Par país-año.** Para  $(k, \ell, y)$  se definen los totales extensivos como en el caso ruta-año. La anualización de las variables macro se realiza de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\overline{gdp\ pc}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{\sum_{t \in T_y} PAX_{k\ell t} gdp\ pc_{kt}^{(o)}}{\sum_{t \in T_y} PAX_{k\ell t}}, & \overline{gdp\ pc}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{\sum_{t \in T_y} PAX_{k\ell t} gdp\ pc_{\ell t}^{(d)}}{\sum_{t \in T_y} PAX_{k\ell t}}, \\ \overline{pop}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} pop_{kt}^{(o)}, & \overline{pop}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} pop_{\ell t}^{(d)}, \\ \overline{cpi}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} cpi_{kt}^{(o)}, & \overline{cpi}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} cpi_{\ell t}^{(d)}, \\ \overline{\pi^{MoM}}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} \pi_{kt}^{MoM, (o)}, & \overline{\pi^{MoM}}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} \pi_{\ell t}^{MoM, (d)}, \\ \pi_{k\ell y}^{YoY, (o)} &= \pi_{k, t=Dec\ of\ y}^{YoY, (o)}, & \pi_{k\ell y}^{YoY, (d)} &= \pi_{\ell, t=Dec\ of\ y}^{YoY, (d)}, \\ \overline{exch}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} exch_{kt}^{(o)}, & \overline{exch}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} exch_{\ell t}^{(d)}, \\ \overline{C8}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} C8_{kt}^{(o)}, & \overline{C8}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} C8_{\ell t}^{(d)}, \\ \overline{C7}_{k\ell y}^{(o)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} C7_{kt}^{(o)}, & \overline{C7}_{k\ell y}^{(d)} &= \frac{1}{|T_y|} \sum_{t \in T_y} C7_{\ell t}^{(d)}.\end{aligned}$$

Los factores de carga anuales  $LF_{k\ell y}^{ASK}$  y  $LF_{k\ell y}^{SEAT}$  se calculan a partir de los totales anuales y se fijan entre  $[0, 1.5]$ . Los años con pares de países escasos se etiquetan con  $PAX_{k\ell y} < 120$ .

### C Índice de madurez del mercado (MMI): ruta-mes, frecuencia mensual.

Este apéndice define un índice de madurez del mercado (MMI) mensual a nivel de ruta calculado a partir de nuestro panel de aerolíneas. Consideramos que un mercado está maduro cuando se dan conjuntamente las siguientes cinco condiciones: (i) el crecimiento del tráfico se ha saturado (crecimiento bajo y constante); (ii) la estructura competitiva es viable (sin fragmentación caótica ni dominio monopolístico); (iii) la capacidad se utiliza con disciplina (factores de ocupación cercanos al objetivo); (iv) la capacidad es estable (baja volatilidad en los factores de ocupación); (v) el mercado muestra una escala sostenida (gran promedio de pasajeros en 12 meses) y una fijación de precios disciplinada (baja dispersión entre compañías). Estos criterios sintetizan regularidades bien documentadas en los mercados de las aerolíneas: los mercados más densos admiten frecuencias más altas y operaciones más fiables (Caves et al., 1984; Belobaba et al., 2015), y el aumento de la competencia comprime la dispersión de precios entre compañías (Borenstein y Rose, 1994; Gerardi y Shapiro, 2009), y los parámetros de referencia de las políticas evalúan la estructura competitiva mediante umbrales de concentración (Departamento de Justicia y Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos, 2023). Las redes maduras tienden a combinar la escala con una utilización y una fijación de precios predecibles y disciplinadas (Berry y Jia, 2010; Belobaba et al., 2015).

**Concepto de precio (mensual).** Todos los cálculos son mensuales. Para eliminar los efectos de la duración de la etapa al comparar operadores dentro de una ruta mensual, construimos una tarifa ajustada a la distancia: regresamos  $\log(\text{tarifa})$  en un polinomio flexible en  $\log(\text{distancia})$  y

exponenciamos los residuos a niveles. Esta tarifa ajustada se utiliza únicamente para medir la dispersión entre operadores dentro de una ruta mensual.<sup>2</sup>

**Pilares mensuales (lo que entra en el MMI).** Sea  $r$  el índice de rutas y  $t$  el de meses. Denotemos por  $\text{cap}_{01}(x) = \min\{1, \max\{0, x\}\}$  el truncamiento a  $[0, 1]$ . Cada pilar se mapea de manera que las puntuaciones más altas indiquen una mayor madurez.

1. **Saturación del crecimiento.** Sea  $g_{rt}$  el crecimiento mensual compuesto acumulado de pasajeros en los últimos 36 meses (mínimo 12 si los historiales son más cortos).<sup>3</sup> Asignamos

$$S_{rt}^{\text{grow}} = \begin{cases} 1, & g_{rt} \leq 0.0025, \\ 1 - \frac{g_{rt} - 0.0025}{0.0092 - 0.0025}, & 0.0025 < g_{rt} < 0.0092, \\ 0, & g_{rt} \geq 0.0092, \end{cases}$$

de modo que los valores saturados/bajos se consideren más maduros.

2. **Estructura competitiva (HHI).** Calculamos el HHI mensual por ruta a partir de las cuotas de asientos de las aerolíneas y lo suavizamos con una media de 12 meses,  $HHI_{rt}^{sm}$ . A continuación, aplicamos un mapa triangular (en forma de U invertida) con un pico en  $h^* = 0,18$ , un mínimo  $h_L = 0,05$  y un máximo  $h_U = 0,50$ :

$$S_{rt}^{\text{hhi}} = \max\left\{0, \min\left[\frac{HHI_{rt}^{sm} - h_L}{h^* - h_L}, \frac{h_U - HHI_{rt}^{sm}}{h_U - h^*}\right]\right\}.$$

Esto recompensa la competencia viable, en consonancia con los parámetros antimonopolio que evalúan los rangos de concentración en lugar de un límite muy estrecho.

3. **Disciplina de capacidad (nivel LF).** Sea  $LF_{rt}$  el factor de ocupación combinado de la ruta. Con un objetivo  $LF^* = 0,86$  y un margen de tolerancia  $b = 0,09$ ,

$$S_{rt}^{\text{lf,level}} = \text{cap}_{01}\left(1 - \frac{|LF_{rt} - LF^*|}{b}\right).$$

Los mercados que operan de manera constante cerca de la utilización objetivo obtienen una puntuación más alta.

4. **Estabilidad de la capacidad (volatilidad LF).** Sea  $\sigma(LF)_{rt}$  la desviación estándar móvil de  $LF_{rt}$  durante un máximo de 36 meses (mínimo 12). Con un límite  $s^{\text{cap}} = 0,08$ ,

$$S_{rt}^{\text{lf,stab}} = \text{cap}_{01}\left(1 - \frac{\sigma(LF)_{rt}}{s^{\text{cap}}}\right).$$

La utilización estable refleja una gestión disciplinada de la capacidad en mercados maduros (Belobaba et al., 2015).

<sup>2</sup> Dentro de una ruta fija, la distancia es constante para todas las compañías aéreas; el ajuste evita la dispersión espuria de la combinación de longitudes de etapa y no altera nuestras medidas de demanda o capacidad.

<sup>3</sup> Utilizamos el periodo más largo disponible, hasta 36 meses; si hay menos de 36 meses, exigimos un mínimo de 12 meses.

5. **Disciplina de precios (dispersión entre compañías).** Dentro de cada ruta-mes, sea  $CV_{rt}^{\text{fare}}$  el coeficiente de variación de las tarifas (ajustadas por distancia) entre las distintas compañías. Con un límite  $d^{\text{cap}} = 0,50$ ,

$$S_{rt}^{\text{disp}} = \text{cap}_{01} \left( 1 - \frac{CV_{rt}^{\text{fare}}}{d^{\text{cap}}} \right).$$

Una menor dispersión se asocia con una disciplina competitiva más estricta y una mayor madurez del mercado.<sup>4</sup>

6. **6. Escala (tamaño).** Sea  $\overline{PAX}_{rt}^{(12)} = \frac{1}{12} \sum_{j=0}^{11} PAX_{r,t-j}$  el promedio de pasajeros en 12 meses. Utilizando los anclajes  $P^\ell = 1200$  pax/mes y  $P^h = 40\,000$  pax/mes,

$$S_{rt}^{\text{size}} = \text{cap}_{01} \left( \frac{\overline{PAX}_{rt}^{(12)} - P^\ell}{P^h - P^\ell} \right).$$

La escala sostenida es un sello distintivo de los mercados maduros y «densos» que admiten una frecuencia y un servicio fiables.

**Composición y normalización.** Combinamos los pilares mediante una combinación convexa con ponderación proporcional si falta algún componente:

$$\text{MMI}_{rt}^{\text{raw}} = \frac{\sum_{j \in \mathcal{J}} \omega_j S_{j,rt} \mathbf{1}\{S_{j,rt} \text{ available}\}}{\sum_{j \in \mathcal{J}} \omega_j \mathbf{1}\{S_{j,rt} \text{ available}\}}, \quad \mathcal{J} = \{\text{grow, hhi, lf, level, lf, stab, disp, size}\},$$

con ponderaciones de referencia

$$\omega = \{0.20, 0.20, 0.10, 0.20, 0.15, 0.15\}.$$

Para la presentación de informes, también mostramos una media móvil de 12 meses del índice,  $\text{MMI}_{rt}^{(12)} = \frac{1}{12} \sum_{j=0}^{11} \text{MMI}_{r,t-j}^{\text{raw}}$  (ignorando los meses que faltan). Clasificamos los meses en cuatro categorías: incipiente, emergente, en maduración o maduro.

**Intuición económica: por qué estas piezas encajan entre sí.** En los mercados aéreos jóvenes o en rápida evolución, la entrada y la reestructuración de las redes generan una gran volatilidad: el tráfico crece rápidamente, los factores de ocupación oscilan a medida que las empresas experimentan con la capacidad y las tarifas varían mucho entre las distintas compañías aéreas. La estructura del mercado puede estar excesivamente fragmentada o dominada por un único operador establecido, lo que en ambos casos perjudica la fiabilidad y la calidad del servicio a largo plazo (Belobaba et al., 2015). A medida que los mercados maduran, el crecimiento se ralentiza de forma natural, surge una densidad sostenida y las economías de escala estabilizan los costes (Caves et al., 1984). La capacidad se adapta mejor a la demanda, lo que produce factores de carga más altos y estables; la competencia converge en un rango viable, evitando tanto la fragmentación atomística como el dominio monopolístico; y la dispersión de tarifas entre las distintas compañías aéreas se reduce, lo que refleja una fijación de precios más disciplinada y restricciones de reputación (Borenstein y Rose, 1994; Gerardi y Shapiro, 2009).

<sup>4</sup>Si la dispersión no está definida (por ejemplo, mes con una sola aerolínea), la establecemos en cero para la puntuación.

Estos ingredientes —escala, utilización disciplinada, estructura equilibrada y coherencia en los precios— son precisamente los que agrega el MMI, en consonancia con las pruebas establecidas en la economía de las líneas aéreas, la estructura del mercado y la teoría de redes (Caves et al., 1984; Belobaba et al., 2015; Berry y Jia, 2010; Departamento de Justicia y Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos, 2023).

**Agregación.** Para los resúmenes por pares de países y rutas, tomamos la media ponderada por pasajeros del MMI a nivel de ruta entre los O-D de los aeropuertos dentro del O-D del país, y también calculamos diferentes estadísticas. Para los resúmenes anuales, calculamos la media del MMI mensual a nivel de ruta dentro del año utilizando ponderaciones de pasajeros. El índice está diseñado para el seguimiento y la comparación, no como una métrica de bienestar.

## D Apéndice técnico

### D.1 Especificación econométrica completa

Este apéndice formaliza el modelo econométrico utilizado para estimar las elasticidades de precio e ingresos de la demanda de transporte aéreo con variables instrumentales (2SLS) en un panel de efectos fijos de alta dimensión.

Sea  $r$  el índice de los mercados de origen-destino (O-D) y  $t$  los meses. La ecuación estructural (de segunda etapa) de la demanda es

$$\ln Q_{rt} = \beta_p \ln P_{rt} + \beta_o \ln Y_{o(r),t} + \beta_d \ln Y_{d(r),t} + \mathbf{X}'_{rt} \gamma + \alpha_r + \delta_t + \varepsilon_{rt}, \quad (13)$$

donde  $Q_{rt}$  denota el total de pasajeros,  $P_{rt}$  la tarifa (media),  $Y_{o(r),t}$  y  $Y_{d(r),t}$  el PIB per cápita del origen y el destino,  $\mathbf{X}_{rt}$  un vector de controles exógenos,  $\alpha_r$  efectos fijos de la ruta y  $\delta_t$  efectos fijos del mes y el año. La forma logarítmica implica que  $\beta_p$  es la elasticidad (local) de la demanda con respecto al precio y  $\beta_o$ ,  $\beta_d$  las elasticidades con respecto a los ingresos en los extremos. Para las rutas nacionales  $Y_{o(r),t} = Y_{d(r),t}$ , lo que da como resultado un único término de ingresos.

Los precios son endógenos:  $\mathbb{E}[\ln P_{rt} \varepsilon_{rt}] \neq 0$ . Aislamos la variación exógena de los precios mediante la primera etapa

$$\ln P_{rt} = \mathbf{Z}'_{rt} \pi + \mathbf{X}'_{rt} \phi + \gamma \ln Y_{o(r),t} + \gamma \ln Y_{d(r),t} + \alpha_r + \delta_t + v_{rt} \quad (14)$$

donde  $\mathbf{Z}_{rt}$  recoge los instrumentos excluidos. Estimamos (13) sustituyendo  $P_{rt}$  por su valor ajustado  $\widehat{\ln P}_{rt}$  de (14):

$$\ln Q_{rt} = \beta_p \widehat{\ln P}_{rt} + \beta_o \ln Y_{o(r),t} + \beta_d \ln Y_{d(r),t} + \mathbf{X}'_{rt} \gamma + \alpha_r + \delta_t + \varepsilon_{rt}. \quad (15)$$

Para garantizar la coherencia entre las etapas y eliminar las correlaciones de  $\widehat{\ln P}_{rt}$  con los factores observados que influyen en la demanda, los mismos controles exógenos entran en ambas etapas, variando entre la estacionalidad específica de la ruta, el indicador COVID, el tipo de cambio, la inflación, la cuota de vuelos sin escalas, el HHI, el número de compañías aéreas y  $\ln Y_{o(r),t}$ ,  $\ln Y_{d(r),t}$ .

### D.2 Construcción de instrumentos y estructura de rezago

El vector de instrumentos excluidos  $\mathbf{Z}_{rt}$  apila dos familias de factores que modifican las tarifas por razones ortogonales a los choques contemporáneos de la demanda específicas de cada ruta, una vez que se condicionan  $(\alpha_r, \delta_t, \mathbf{X}_{rt})$ .



**Combustible × Distancia (retardos distribuidos).** Sea  $Fuel_t$  un índice de precios del combustible para aviones (regional/común en todas las rutas) y  $Distance_r$  la distancia ortodrómica de la ruta  $r$  (invariante en el tiempo). Defina la interacción y sus retardos distribuidos:

$$\mathcal{F}_{r,t-\ell} \equiv Fuel_{t-\ell} \times Distance_r, \quad \ell = 0, 1, \dots, L_f.$$

Justificación de los rezagos: los precios responden con rezago a los choques de los costes debido a la cobertura, los ciclos de adquisición, las fricciones contractuales y las prácticas de gestión de ingresos; el rezago distribuido permite que la transmisión de los precios se desarrolle a lo largo de varios meses, al tiempo que reduce la simultaneidad con los choques actuales de la demanda. Dado que la  $Distance_r$  es absorbida por  $\alpha_r$  y el componente común del  $Fuel_t$  por  $\delta_t$ , la variación identificativa proviene de la interacción.

**Red de capacidad Bartik (shift-share) (rezagada).** Sea  $n$  el índice de mercados conectados en la red más amplia. Construya ponderaciones de exposición predeterminadas  $w_{rn}^{(0)}$  a partir de una instantánea previa del período de conectividad y sea  $s_{n,t-\ell}$  los choques del coste/capacidad en el mercado  $n$  con un rezago  $\ell$ . Defina el instrumento a nivel de ruta y sus rezagos:

$$\mathcal{B}_{r,t-\ell} \equiv \sum_{n \neq r} w_{rn}^{(0)} s_{n,t-\ell}, \quad \ell = 1, \dots, L_b.$$

Justificación de los rezagos: los choques deben ser anteriores a la demanda actual de  $r$  para evitar la simultaneidad; la propagación de la red (reasignación, rotaciones, efectos indirectos) es intrínsecamente dinámica. Exposiciones de anclaje  $w_{rn}^{(0)}$  predeterminadas fuera de la ventana de estimación. El condicionamiento en  $(\alpha_r, \delta_t, X_{rt})$  elimina los factores de confusión directos; la variación restante se debe a presiones externas de la red.

**Conjunto de instrumentos apilados.** Con  $L_f$  rezagos de combustible-distancia y  $L_b$  rezagos de Bartik, el vector de instrumentos es

$$\mathbf{Z}_{rt} = (\mathcal{F}_{r,t}, \dots, \mathcal{F}_{r,t-L_f} \mid \mathcal{B}_{r,t-1}, \dots, \mathcal{B}_{r,t-L_b})'.$$

El número de instrumentos excluidos  $q = (L_f + 1) + L_b$  equilibra la relevancia (suficiente variación para predecir las tarifas) con el sobreajuste/ruido de la muestra finita.

### D.3 Condiciones de identificación, exclusión y clasificación

El parámetro de interés  $\beta_p$  se identifica si (i) la condición de rango se mantiene después de residualizar por  $(\alpha_r, \delta_t, X_{rt})$ ,

$$\text{rank}(\mathbb{E}[\tilde{\mathbf{Z}}_{rt} \tilde{\ln P}_{rt}]) = 1, \quad \text{with } \tilde{W} \equiv W - \mathbb{E}[W \mid \alpha_r, \delta_t, \mathbf{X}_{rt}],$$

y (ii) se satisfacen las restricciones de exclusión:

$$\mathbb{E}[\tilde{\mathbf{Z}}_{rt} \varepsilon_{rt}] = \mathbf{0}.$$

La relevancia surge porque los choques de los costes varían en función de la distancia y se propagan a lo largo del tiempo, y los choques de la red reasignan los recursos entre los mercados conectados con rezagos. La exogeneidad se deriva del origen de los instrumentos (mercados mundiales de combustible; choques fuera de la ruta  $r$ ), la estructura de rezago y la saturación con efectos fijos de ruta/tiempo y controles exógenos. La exogeneidad no puede demostrarse estadísticamente; se justifica por motivos institucionales con las exclusiones mantenidas anteriormente.

#### D.4 Estimación e inferencia

Se implementa el método 2SLS con efectos fijos de alta dimensión mediante la eliminación parcial ( $\alpha_r$ ,  $\delta_t$ ,  $X_{rt}$ ):

$$\tilde{y} \equiv M_{X,\alpha,\delta} \ln Q, \quad \tilde{p} \equiv M_{X,\alpha,\delta} \ln P, \quad \tilde{Z} \equiv M_{X,\alpha,\delta} Z,$$

donde  $M_{X,\alpha,\delta}$  es el aniquilador del espacio columna generado por  $X$  y los dos conjuntos FE. El estimador 2SLS para  $\beta_p$  (solo un regresor endógeno) es

$$\hat{\beta}_p = \frac{\tilde{p}' \tilde{Z} (\tilde{Z}' \tilde{Z})^{-1} \tilde{Z}' \tilde{y}}{\tilde{p}' \tilde{Z} (\tilde{Z}' \tilde{Z})^{-1} \tilde{Z}' \tilde{p}},$$

y  $(\hat{\beta}_o, \hat{\beta}_d, \hat{\gamma})$  se derivan del mismo sistema de segunda etapa. Los errores estándar son robustos frente a la heteroscedasticidad con agrupamiento bidireccional (ruta y tiempo) para dar cabida a la correlación serial dentro de las rutas y la dependencia transversal dentro de los meses.

**Fuerza del instrumento.** Presentamos la estadística  $F$  de primera etapa de Angrist-Pischke (AP) y su valor  $p$  para la significación conjunta de los instrumentos excluidos tras residualizar por  $(\alpha_r, \delta_t, X_{rt})$ . Con agrupamiento, la  $F$  de AP es la prueba de Wald robusta al agrupamiento en  $\pi = 0$  en (14). Los valores por encima de los umbrales convencionales mitigan las preocupaciones sobre la debilidad de la IV; una  $F$  de AP baja advierte de estimaciones imprecisas/sesgadas en la segunda etapa.

#### D.5 Interpretación de las elasticidades y resúmenes a nivel de ruta

Dado que (13) es log-log, los coeficientes son elasticidades (locales):

$$\beta_p = \partial \ln Q / \partial \ln P, \beta_o = \partial \ln Q / \partial \ln Y_o \text{ and } \beta_d = \partial \ln Q / \partial \ln Y_d$$

La elasticidad «efectiva» de los ingresos utilizada para los resúmenes a nivel de ruta es

$$\beta_Y^{\text{eff}}(r, t) = \omega_{o(r),t} \beta_o + \omega_{d(r),t} \beta_d,$$

donde  $(\omega_o, \omega_d)$  son las cuotas de POO observadas en el momento  $t$ . Este escalar es un dispositivo de notificación para escenarios que hacen referencia a «la ruta» en lugar de a sus puntos finales; la estimación estructural conserva los dos términos de los puntos finales para permitir respuestas asimétricas.

#### D.6 Especificación alternativa de ingresos (variante de un índice)

Para mayor concisión, también consideramos una variante de ingresos de un solo índice que sustituye los dos términos de los extremos por un único ingreso efectivo ponderado por pasajero,

$$\ln \tilde{Y}_{rt} \equiv \ln(\omega_{o(r),t} Y_{o(r),t} + \omega_{d(r),t} Y_{d(r),t}).$$

La primera y la segunda etapa se convierten en

$$\begin{aligned} \ln P_{rt} &= Z'_{rt} \pi + \ln \tilde{Y}_{rt} \phi + \mathbf{X}_{rt}^{(-Y)'} \phi + \alpha_r + \delta_t + v_{rt}, \\ \ln Q_{rt} &= \beta_p \ln \tilde{P}_{rt} + \beta_Y \ln \tilde{Y}_{rt} + \mathbf{X}_{rt}^{(-Y)'} \gamma + \alpha_r + \delta_t + \varepsilon_{rt}, \end{aligned}$$

donde  $\mathbf{X}_{rt}^{(-Y)}$  denota los controles exógenos restantes. Esta variante es útil para la presentación, pero impone simetría entre el origen y el destino. Nuestra especificación preferida es (13)–(15) con ingresos finales separados.



## D.7 ¿Por qué hay rezagos en los instrumentos?

Los rezagos distribuidos en  $\mathcal{F}_{r,t-\ell}$  y  $\mathcal{B}_{r,t-\ell}$  tienen fines tanto económicos como econométricos. Desde el punto de vista económico, las aerolíneas no ajustan (y a menudo no pueden ajustar) instantáneamente las tarifas de forma individualizada ante los choques: los contratos de cobertura y suministro suavizan el traspaso del combustible; la reasignación de capacidad/red opera con rezago; y los calendarios de gestión de ingresos incorporan ventanas de compra anticipada. Desde el punto de vista econométrico, los choques rezagados de la red reducen la simultaneidad con la demanda actual en la ruta focal. Un instrumento demasiado parsimonioso (sin rezago) corre el riesgo de (i) capturar de manera insuficiente las respuestas genuinas de los precios a los costes, lo que debilita la relevancia, y (ii) recoger las respuestas contemporáneas de la demanda, lo que socava la exogeneidad. Las longitudes de rezago elegidas ( $L_f$ ,  $L_b$ ) se seleccionan ex ante a partir de la sincronización institucional y se verifican ex post mediante el ajuste de primera etapa ( $F$  de AP) y la estabilidad de segunda etapa.

## D.8 Supuestos, limitaciones y solidez

Si bien las estimaciones presentadas en este estudio son sólidas y relevantes para las políticas, hay varias consideraciones que merecen atención. Las elasticidades son medidas locales, válidas en torno a las condiciones observadas en los datos, y no deben extrapolarse a choques extremos o mercados con estructuras muy diferentes. El enfoque de forma reducida, aunque transparente y ampliamente utilizado en el análisis de políticas, abstrae el comportamiento detallado de la oferta, como la entrada, la salida o la reasignación de redes, y las variables de ingresos solo se observan anualmente, lo que limita la precisión a frecuencias más altas.

Además, la construcción de elasticidades en diferentes niveles de agregación afecta inevitablemente a las magnitudes: las estimaciones a nivel de ruta captan la sustitución entre compañías aéreas e itinerarios, mientras que las estimaciones a nivel de país internalizan más la sustitución y parecen menos elásticas. Del mismo modo, aunque controlamos los choques relacionados con la COVID mediante la exclusión de los datos de 2020 y variables ficticias específicas, la naturaleza sin precedentes de la pandemia hace que sean inevitables algunos efectos residuales en las elasticidades posteriores a 2020. Estos puntos no socavan los resultados principales, pero ponen de relieve la importancia de interpretar las estimaciones dentro de su ámbito empírico y su contexto de mercado.

Estas consideraciones se complementan con un conjunto de supuestos técnicos y comprobaciones de solidez que sustentan la estrategia empírica. El marco econométrico se basa en instrumentos diseñados para captar los choques exógenos de los costes y la variación de la red, combinados con efectos fijos de alta dimensión e inferencia agrupada. En conjunto, estos elementos garantizan que las estimaciones sigan siendo interpretables en el contexto de mercado observado. A continuación, se resumen los principales supuestos y comprobaciones.

- Supuestos mantenidos. (i) Exclusión: condicionado por  $(\alpha_r, \delta_r, X_{rt})$ , los elementos de  $Z_{rt}$  afectan a  $\ln Q_{rt}$  solo a través de  $\ln P_{rt}$ . (ii) Predeterminación: las exposiciones de la red  $w_{rn}^{(0)}$  se miden antes del período; los choques  $s_{n,t-\ell}$  están rezagados. (iii) Apoyo/rango: los instrumentos excluidos proporcionan una variación temporal no trivial dentro de la ruta una vez que los componentes comunes son absorbidos por  $\delta_r$  y la distancia por  $\alpha_r$ .
- IV débil. Si  $F$  de AP es baja, el sesgo de muestra finita y la distorsión del tamaño pueden ser importantes. Se presenta el valor p.
- Saturación de efectos fijos. Omitir  $\alpha_r$  o  $\delta_r$  supondría un riesgo de confusión: la distancia influye directamente en las preferencias de demanda (absorbida por  $\alpha_r$ ) y los movimientos

comunes de combustible/choques agregados influyen en  $\delta_t$ . La identificación basada en la interacción entre combustible y distancia se basa en la presencia de ambos conjuntos de FE.

- **Agrupación.** La agrupación bidireccional (ruta y tiempo) protege contra la correlación serial dentro de las rutas y la dependencia transversal contemporánea; las variantes de agrupación única tienden a subestimar la incertidumbre.

## D.9 Vínculo con la toma de decisiones

Las elasticidades de (15) son inmediatamente transferibles a escenarios de precios y políticas. Un aumento del 1 % en la tarifa reduce el número de pasajeros en aproximadamente  $\hat{\beta}_P$  por ciento, ceteris paribus. Para simulaciones de políticas (por ejemplo, impuestos sobre el carbono), combine  $\hat{\beta}_P$  con las tarifas/volumenes observados para calcular los efectos sobre el tráfico; incorpore las tendencias de ingresos a través de  $(\theta_o, \theta_d)$  o su resumen de rutas ponderado por POO  $\beta_Y^{\text{eff}}(r, t)$  cuando se desee un único escalar. La estabilidad de  $\hat{\beta}_P$  en las estructuras de rezago, la exclusión de los meses de pandemia y los conjuntos de control alternativos sirven como lista de verificación de solidez práctica.

## D.10 Resumen

La identificación de  $\theta_P$  se basa en (i) interacciones de costes (combustible  $\times$  distancia) y (ii) choques de red rezagados (Bartik); ambas son relevantes por construcción y se justifican como exógenas dados los efectos fijos, los controles y la sincronización. También utilizamos sus rezagos. La primera etapa incluye el conjunto completo de regresores exógenos (incluidos los ingresos finales) para garantizar que  $\widehat{\ln P}_{rt}$  sea ortogonal a los factores observados que influyen en la demanda. La inferencia se basa en errores estándar agrupados bidireccionales y en la F de la primera etapa AP para determinar la fuerza; la exogeneidad se defiende por motivos económicos. Las estimaciones resultantes son elasticidades locales coherentes con la especificación del cuerpo y adecuadas para escenarios prospectivos a nivel de ruta.

## E Factores de ajuste multiplicativos

**Construcción de multiplicadores.** Las estimaciones de elasticidad bruta que figuran en el cuerpo principal del informe proporcionan valores de referencia para la «muestra completa» en todas las rutas y períodos. Sin embargo, se sabe que la capacidad de respuesta de la demanda varía sistemáticamente según el contexto: servicios nacionales frente a internacionales, diferentes distancias de transporte, madurez del mercado o uso del PIB en lugar del PIB per cápita. Para captar estas heterogeneidades y mantener la transparencia, seguimos la metodología de InterVISTAS Consulting Inc. (2007) y construimos factores de ajuste multiplicativos  $\theta_k$ .

Formalmente, la elasticidad ajustada para un contexto dado  $c$  se calcula como:

$$\varepsilon^{(c)} = \varepsilon^{\text{base}} \times \prod_{k \in K_c} \theta_k,$$

donde  $\varepsilon^{\text{base}}$  es la elasticidad de referencia para toda la muestra, y  $\theta_k$  son los multiplicadores específicos del contexto. Cada  $\theta_k$  se define como la relación entre la elasticidad estimada en ese segmento y la elasticidad de referencia de toda la muestra. Por ejemplo, si la elasticidad del precio para las rutas de corta distancia es  $-0,86$ , mientras que la media de toda la muestra es  $-1,40$ , entonces el multiplicador de corta distancia es  $\theta = 0,61$ .

También incluimos un ajuste a nivel nacional, que refleja cómo las elasticidades estimadas en la agregación nacional (paneles de pares de países) difieren de las estimaciones desagregadas a nivel de ruta. Dado que la sustitución entre rutas paralelas se internaliza en niveles más altos de agregación, las elasticidades a nivel nacional tienden a ser menos elásticas que las de nivel de ruta.

**Utilidad de los multiplicadores.** Los factores de ajuste multiplicativos tienen dos funciones principales. En primer lugar, permiten a los profesionales adaptar rápidamente un conjunto de elasticidades de referencia a escenarios específicos del contexto (por ejemplo, los viajes de ocio nacionales en temporada alta). En segundo lugar, garantizan la comparabilidad entre estudios: en lugar de volver a estimar cada submuestra, se pueden combinar las elasticidades básicas con multiplicadores para obtener valores plausibles y ajustados al contexto. Esta estructura modular refleja la de InterVISTAS Consulting Inc. (2007), que informa sobre los multiplicadores para viajes de larga distancia, viajes de negocios y otros contextos.

**Resultados.** La tabla 16 muestra los factores de ajuste multiplicativos estimados. Los valores superiores a uno indican respuestas más elásticas (en relación con la referencia de la muestra completa), mientras que los valores inferiores a uno implican un comportamiento más inelástico.

Tabla 16: Factores de ajuste multiplicativos

| Dimensión               | Categoría                     | Multiplicador de precios | Multiplicador de ingresos |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Nacional/Internacional  | Nacional                      | 0,780                    | 1,469                     |
|                         | Internacional                 | 1,231                    | 0,845                     |
| Período (restringido)   | 2021-2024                     | 0,974                    | 1,000                     |
|                         | 2014-2019                     | 1,253                    | 1,000                     |
| Transporte              | Transporte de corta distancia | 0,632                    | 0,656                     |
|                         | Transporte medio              | 1,378                    | 0,957                     |
|                         | Largo recorrido               | 1,124                    | 0,988                     |
| Etapa MMI               | Incipiente (2014-2019)        | 1,252                    | 0,734                     |
|                         | Emergente (2014-2019)         | 1,259                    | 1,070                     |
|                         | Maduras (2014-2019)           | 1,211                    | 1,514                     |
|                         | Maduro (2014-2019)            | 1,000                    | 1,000                     |
| Estacionalidad          | Temporada alta                | 1,090                    | 0,890                     |
|                         | Temporada baja                | 1,006                    | 1,092                     |
| PIB en lugar de PIB p/c | Muestra completa              | 1,00                     | 0,798                     |
| Nivel nacional          | Panel nacional                | 0,572                    | 0,426                     |

En conjunto, estos factores proporcionan un conjunto de herramientas flexible y transparente para adaptar las elasticidades de la muestra completa a contextos específicos. Por ejemplo, cabe esperar que las rutas nacionales reaccionen menos a los cambios de precios, pero más al crecimiento de los ingresos, mientras que los mercados de medio recorrido muestran una sensibilidad a los precios superior a la media. El ajuste a nivel nacional es especialmente útil para las previsiones nacionales o bilaterales, en las que ya se ha internalizado la sustitución entre rutas paralelas.

## F Tablas

Tabla 17: Resumen estadístico por región – ida y vuelta (nivel de ruta-mes) – Parte I

| Región-ida y vuelta                             | Demanda y tarifas básicas |            |        |             | Estructura y cobertura |                  |      | MMI           |      |
|-------------------------------------------------|---------------------------|------------|--------|-------------|------------------------|------------------|------|---------------|------|
|                                                 | PAX                       | RPK        | Tarifa | Rendimiento | Distancia              | Compañías aéreas | HHI  | Cuotas de POO | MMI  |
| <b><u>Sudamérica-Sudamérica</u></b>             |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 2 412,6                   | 2 552 559  | 132,9  | 0,10        | 1 665,5                | 1,64             | 0,70 | 62,7 / 30,9   | 0,43 |
| Mediana                                         | 242,1                     | 359 810    | 117,8  | 0,08        | 1 404,8                | 1,00             | 0,69 | - / -         | 0,45 |
| SD                                              | 8 070,4                   | 8 043 781  | 79,4   | 0,07        | 1 172,0                | 0,84             | 0,24 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>América Central-América del Norte</u></b> |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 822,8                     | 2 131 030  | 218,2  | 0,08        | 2 810,0                | 2,02             | 0,49 | 59,6 / 37,3   | 0,53 |
| Mediana                                         | 155,2                     | 416 910    | 215,8  | 0,08        | 2 735,9                | 2,00             | 0,44 | - / -         | 0,52 |
| SD                                              | 2 465,2                   | 6 300 249  | 75,6   | 0,02        | 1 045,7                | 1,21             | 0,21 | - / -         | 0,19 |
| <b><u>Caribe-América del Norte</u></b>          |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 726,4                     | 1 777 690  | 235,4  | 0,09        | 2 956,2                | 1,84             | 0,56 | 58,3 / 38,0   | 0,48 |
| Mediana                                         | 152,3                     | 430 526    | 225,3  | 0,08        | 2 780,8                | 1,00             | 0,51 | - / -         | 0,47 |
| SD                                              | 2 221,5                   | 5 377 988  | 92,7   | 0,05        | 1 336,7                | 1,12             | 0,23 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>Sudamérica-Norteamérica</u></b>           |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 592,2                     | 3 302 099  | 430,3  | 0,07        | 6 240,4                | 1,97             | 0,51 | 56,0 / 40,4   | 0,58 |
| Mediana                                         | 133,3                     | 793 656    | 399,0  | 0,07        | 6 377,7                | 1,00             | 0,44 | - / -         | 0,59 |
| SD                                              | 1 761,9                   | 10 128 183 | 205,8  | 0,02        | 2 303,7                | 1,28             | 0,24 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>Centroamérica-Europa</u></b>              |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 600,0                     | 5 275 377  | 519,6  | 0,06        | 9 034,8                | 2,14             | 0,45 | 53,2 / 43,8   | 0,59 |
| Mediana                                         | 129,9                     | 1 175 519  | 491,7  | 0,05        | 9 047,0                | 1,00             | 0,38 | - / -         | 0,60 |
| SD                                              | 1 603,9                   | 13 836 510 | 161,1  | 0,02        | 655,5                  | 1,56             | 0,25 | - / -         | 0,20 |
| <b><u>Sudamérica-Europa</u></b>                 |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 515,6                     | 4 677 783  | 519,6  | 0,06        | 9 044,0                | 1,82             | 0,54 | 56,6 / 40,1   | 0,58 |
| Mediana                                         | 129,6                     | 1 163 474  | 491,0  | 0,05        | 9 094,1                | 1,00             | 0,49 | - / -         | 0,60 |
| SD                                              | 1 465,1                   | 13 273 899 | 168,9  | 0,02        | 1 377,2                | 1,29             | 0,25 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>Centroamérica-Centroamérica</u></b>       |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 2 658,8                   | 3 017 468  | 96,9   | 0,14        | 1 116,7                | 1,71             | 0,67 | 59,2 / 36,9   | 0,36 |
| Mediana                                         | 295,2                     | 256 365    | 88,8   | 0,09        | 986,5                  | 1,00             | 0,63 | - / -         | 0,39 |
| SD                                              | 9 078,8                   | 12 075 437 | 55,7   | 0,26        | 765,3                  | 0,87             | 0,23 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>América del Sur-América Central</u></b>   |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 698,0                     | 2 428 252  | 280,6  | 0,08        | 3 989,5                | 1,60             | 0,66 | 53,5 / 41,7   | 0,47 |
| Mediana                                         | 133,9                     | 501 978    | 255,4  | 0,07        | 3 582,4                | 1,00             | 0,65 | - / -         | 0,45 |
| SD                                              | 1 806,7                   | 7 249 712  | 151,6  | 0,03        | 2 304,7                | 0,97             | 0,25 | - / -         | 0,18 |
| <b><u>Sudamérica-África</u></b>                 |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 304,8                     | 2 059 606  | 479,7  | 0,07        | 7 145,0                | 1,31             | 0,76 | 53,8 / 38,8   | 0,53 |
| Mediana                                         | 81,2                      | 591 810    | 455,6  | 0,06        | 7 163,2                | 1,00             | 0,87 | - / -         | 0,52 |
| SD                                              | 517,4                     | 3 472 954  | 189,6  | 0,03        | 1 836,9                | 0,80             | 0,26 | - / -         | 0,17 |
| <b><u>Sudamérica-Australasia</u></b>            |                           |            |        |             |                        |                  |      |               |      |
| Media                                           | 259,6                     | 2 812 827  | 742,0  | 0,07        | 10 719,9               | 1,21             | 0,79 | 51,3 / 36,0   | 0,55 |
| Mediana                                         | 78,1                      | 827 554    | 692,6  | 0,06        | 10 519,8               | 1,00             | 0,82 | - / -         | 0,58 |
| SD                                              | 431,2                     | 4 716 518  | 269,8  | 0,03        | 1 148,4                | 0,42             | 0,20 | - / -         | 0,14 |

**Notas:** PAX = pasajeros; RPK = ingresos por pasajero-kilómetro; Tarifa = USD combinado/viaje; Rendimiento = USD por RPK. El HHI se calcula sobre las cuotas de mercado de las aerolíneas en el nivel de ruta-mes. Cuotas de POO = cuota media de origen de pasajeros (Origen/Destino). MMI denota la media ponderada por PAX del Índice de Madurez del Mercado dentro de cada corredor. **Cobertura:** países = 93; meses = 120. El número de rutas varía según el corredor.

Tabla 18: Resumen estadístico por región – ida y vuelta (nivel ruta-mes) – Parte II

| Región-ida y vuelta                       | Demanda y tarifas básicas |            |        |             |           | Estructura y cobertura |      |               | MMI  |
|-------------------------------------------|---------------------------|------------|--------|-------------|-----------|------------------------|------|---------------|------|
|                                           | PAX                       | RPK        | Tarifa | Rendimiento | Distancia | Compañías aéreas       | HHI  | Cuotas de POO | MMI  |
| <b><u>Sudamérica-Caribe</u></b>           |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 644,6                     | 1 875 398  | 225,8  | 0,10        | 2 977,2   | 1,59                   | 0,70 | 54,0 / 42,3   | 0,45 |
| Mediana                                   | 161,4                     | 424 707    | 200,1  | 0,08        | 2 336,8   | 1,00                   | 0,68 | – / –         | 0,45 |
| SD                                        | 1 281,4                   | 4 954 550  | 123,5  | 0,06        | 1 982,2   | 0,86                   | 0,23 | – / –         | 0,17 |
| <b><u>Caribe-Europa</u></b>               |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 905,6                     | 6 589 701  | 404,9  | 0,05        | 7 555,2   | 1,64                   | 0,62 | 53,5 / 44,5   | 0,52 |
| Mediana                                   | 163,7                     | 1 219 937  | 383,5  | 0,05        | 7 467,4   | 1,00                   | 0,59 | – / –         | 0,52 |
| SD                                        | 3 326,6                   | 23 065 019 | 147,1  | 0,02        | 891,2     | 1,01                   | 0,26 | – / –         | 0,19 |
| <b><u>Caribe-Caribe</u></b>               |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 1 046,7                   | 338 332    | 93,7   | 0,30        | 582,8     | 1,40                   | 0,79 | 56,3 / 39,5   | 0,38 |
| Mediana                                   | 350,8                     | 144 967    | 75,1   | 0,19        | 403,9     | 1,00                   | 0,80 | – / –         | 0,42 |
| SD                                        | 2 832,9                   | 572 034    | 66,6   | 0,43        | 560,0     | 0,64                   | 0,22 | – / –         | 0,16 |
| <b><u>Caribe-América Central</u></b>      |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 724,1                     | 1 191 728  | 171,2  | 0,09        | 1 991,3   | 1,44                   | 0,71 | 53,1 / 36,7   | 0,43 |
| Mediana                                   | 182,3                     | 338 812    | 167,7  | 0,09        | 1 891,0   | 1,00                   | 0,71 | – / –         | 0,44 |
| SD                                        | 1 702,4                   | 2 574 827  | 78,8   | 0,04        | 834,0     | 0,69                   | 0,22 | – / –         | 0,18 |
| <b><u>Sudamérica-Asia</u></b>             |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 477,6                     | 5 543 590  | 707,0  | 0,06        | 11 611,7  | 1,74                   | 0,61 | 50,9 / 40,3   | 0,57 |
| Mediana                                   | 95,6                      | 1 125 873  | 649,2  | 0,06        | 11 857,6  | 1,00                   | 0,65 | – / –         | 0,59 |
| SD                                        | 858,1                     | 10 194 772 | 276,8  | 0,02        | 936,4     | 1,71                   | 0,27 | – / –         | 0,18 |
| <b><u>América Central-Australasia</u></b> |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 140,5                     | 1 902 885  | 730,4  | 0,05        | 13 401,7  | 1,88                   | 0,31 | 55,6 / 41,7   | 0,63 |
| Mediana                                   | 106,6                     | 1 430 995  | 682,5  | 0,05        | 13 451,9  | 2,00                   | 0,29 | – / –         | 0,62 |
| SD                                        | 111,1                     | 1 525 250  | 188,7  | 0,01        | 818,3     | 1,02                   | 0,10 | – / –         | 0,16 |
| <b><u>Caribe-África</u></b>               |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 459,1                     | 5 006 763  | 703,9  | 0,06        | 10 794,2  | 1,06                   | 0,92 | 51,7 / 48,3   | 0,49 |
| Mediana                                   | 472,4                     | 5 183 135  | 513,2  | 0,05        | 10 970,9  | 1,00                   | 0,94 | – / –         | 0,49 |
| SD                                        | 184,3                     | 2 071 412  | 453,9  | 0,04        | 835,5     | 0,23                   | 0,09 | – / –         | 0,08 |
| <b><u>Caribe-Asia</u></b>                 |                           |            |        |             |           |                        |      |               |      |
| Media                                     | 59,2                      | 1 010 305  | 770,0  | 0,05        | 17 063,6  | 1,00                   | 0,94 | 68,5 / 31,5   | –    |
| Mediana                                   | 52,0                      | 885 247    | 833,8  | 0,05        | 17 039,8  | 1,00                   | 0,97 | – / –         | –    |
| SD                                        | 17,2                      | 292 158    | 158,8  | 0,01        | 67,4      | 0,00                   | 0,10 | – / –         | –    |

**Notas:** PAX = pasajeros; RPK = ingresos por pasajero-kilómetro; Tarifa = USD combinado/viaje; Rendimiento = USD por RPK. El HHI se calcula sobre las cuotas de mercado de las aerolíneas en el nivel de ruta-mes. Cuotas de POO = cuota media de origen de pasajeros (Origen/Destino). MMI denota la media ponderada por PAX del Índice de Madurez del Mercado dentro de cada corredor. **Cobertura:** países = 93; meses = 120. El número de rutas varía según el corredor.

## Referencias

V. Aguirregabiria, A. Iaria y S. Sokullu. Identificación y estimación de modelos de demanda con entrada y salida endógenas de productos, con una aplicación al sector aéreo, 2023. URL [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4554232](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4554232). Documento de trabajo SSRN n.º 4554232.

T. J. Bartik. ¿Quién se beneficia de las políticas de desarrollo económico estatales y locales? Instituto W.E. Upjohn para la Investigación del Empleo, Kalamazoo, Míchigan, 1991. doi: 10.17848/9780585223940.

P. Belobaba, A. R. Odoni y C. Barnhart. La industria aérea mundial. Wiley, Chichester, Reino Unido, 2.ª edición, 2015. ISBN 978-1-118-88836-4. doi: 10.1002/9781118881170. URL <https://doi.org/10.1002/9781118881170>.

S. Berry y P. Jia. Tracing the woes: An empirical analysis of the airline industry. American Economic Journal: Microeconomics, 2(3):1–43, agosto de 2010. doi: 10.1257/mic.2.3.1. URL <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/mic.2.3.1>.

S. Borenstein y N. L. Rose. Competencia y dispersión de precios en el sector aéreo estadounidense. Journal of Political Economy, 102(4):653–683, 1994. doi: 10.1086/261950. URL <https://www.jstor.org/stable/2138758>.

K. Borusyak, P. Hull y X. Jaravel. Diseños de investigación cuasi-experimentales de cambio-compartición. The Review of Economic Studies, 89(1):181–213, 2022. doi: 10.1093/restud/rdab030. URL <https://doi.org/10.1093/restud/rdab030>.

D. W. Caves, L. R. Christensen y M. W. Tretheway. Economías de densidad frente a economías de escala: por qué difieren los costes de las aerolíneas de larga distancia y las locales. The RAND Journal of Economics, 15(4):471–489, 1984. doi: 10.2307/2555524. URL <https://doi.org/10.2307/2555524>.

F. Ciliberto y J. W. Williams. Acceso limitado a las instalaciones aeroportuarias y poder de mercado en el sector aéreo. The Journal of Law Economics, 53(3):467–495, 2010. ISSN 00222186, 15375285. URL <http://www.jstor.org/stable/10.1086/605725>.

F. Ciliberto, C. Murry y E. Tamer. Estructura del mercado y competencia en los mercados aéreos. Journal of Political Economy, 129(11):2995–3038, 2021. doi: 10.1086/715848. URL <https://doi.org/10.1086/715848>.

K. S. Gerardi y A. H. Shapiro. ¿Reduce la competencia la dispersión de precios? Nuevas pruebas del sector aéreo. Journal of Political Economy, 117(1):1–37, 2009. doi: 10.1086/597328.

P. Goldsmith-Pinkham, I. Sorkin y H. Swift. Instrumentos Bartik: qué, cuándo, por qué y cómo. American Economic Review, 110(8):2586–2624, 2020. doi: 10.1257/aer.20181047. URL <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20181047>.

T. Hale, N. Angrist, R. Goldszmidt, B. Kira, A. Petherick, T. Phillips, S. Webster, E. Cameron-Blake, L. Hallas, S. Majumdar y H. Tatlow. Una base de datos global sobre políticas pandémicas (rastreador de respuestas gubernamentales al covid-19 de Oxford). Nature Human Behaviour, 2021. doi: 10.1038/s41562-021-01079-8. URL <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8>.

IATA Economics. Airline fuel and labour cost share. Informe técnico Economics Briefing n.º 10, Asociación Internacional de Transporte Aéreo, 2010. URL <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-fuel-labourcosts/>. Consultado en julio de 2025.



IATA Economics. Perspectivas mundiales para el transporte aéreo – diciembre de 2024. Informe técnico, Asociación Internacional de Transporte Aéreo, 2024. URL <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/global-outlook-for-air-transport-december-2024/>.

Consultado en julio de 2025. Se estima que el combustible representa aproximadamente el 30 % de los costes operativos de las aerolíneas.

InterVISTAS Consulting Inc. Estimación de la elasticidad de la demanda de transporte aéreo. Informe técnico, IATA, 2007. URL <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/estimating-air-travel-demand-elasticities---by-intervistas/>.

M. Membreno. Estimación de la elasticidad de la demanda del transporte aéreo para combustibles sostenibles de aviación. Tesis de máster, Instituto Tecnológico de Massachusetts, 2024. URL <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/156047>.

A. Schlesinger y S. Balázs. Elasticidad de la demanda en el transporte aéreo doméstico chileno. Tesis doctoral, Universidad de Chile, 2010. URL <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112461>.

M. Smyth y B. Pearce. Demanda de transporte aéreo: medición de la capacidad de respuesta de la demanda de transporte aéreo a los cambios en los precios y los ingresos. IATA Economics Briefing n.º 9, 2008. URL <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-travel-demand/>.

Departamento de Justicia y Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos. Directrices sobre fusiones de 2023.

[https://www.ftc.gov/system/files/ftc\\_gov/pdf/2023\\_merger\\_guidelines\\_final\\_12.18.2023.pdf](https://www.ftc.gov/system/files/ftc_gov/pdf/2023_merger_guidelines_final_12.18.2023.pdf), 2023.

**Pierina Cuzzi Vargas**  
**Traductora Colegiada Certificada**  
**CTP N° 1043**

**Señora:**

Teresa Mera Gómez

**Ministra de Comercio Exterior y Turismo**

**Señor:**

Aldo Prieto Barrera

**Ministro de Transportes y Comunicaciones**

**Asunto: Observaciones de ALTA a la comunicación remitida por ACI sobre la TUUA de transferencia.**

**Respetados Ministros:**

En atención a la carta remitida por ***Airports Council International (ACI)*** en días pasados, y considerando que en ella se cuestiona la validez, la metodología y las conclusiones del estudio elaborado por la Universidad de San Andrés para ALTA **sobre los impactos de la TUUA de transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez**, nos permitimos presentar algunas precisiones técnicas que consideramos **fundamentales para un análisis completo y equilibrado del tema.**

En anexo a la presente comunicación, **remitimos nuestra posición** y la contraargumentación debidamente sustentada, con el fin de contribuir a una evaluación informada y transparente **que priorice la protección de los pasajeros, la competitividad del Perú y de la región**, y la conectividad aérea que necesitamos para seguir creciendo y ampliando las oportunidades de movilidad, desarrollo y progreso para los peruanos y para América Latina.



## **ANEXO – Posición de ALTA y contraargumentación técnica sobre la TUUA de transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.**

Desde ALTA hemos recibido la comunicación de ACI sobre el análisis del impacto de la TUUA de transferencia en el Aeropuerto Jorge Chávez. En línea con nuestro compromiso de aportar evidencia clara para decisiones públicas equilibradas y orientadas a proteger la competitividad del Perú y la conectividad regional, presentamos a continuación nuestras consideraciones a los argumentos expuestos por dicha organización.

**1. De acuerdo con el argumento de ACI, en el que señala que las elasticidades utilizadas en el estudio serían demasiado altas** (propias de viajes de ocio en rutas cortas) y que, para pasajeros internacionales en conexión, deberían emplearse rangos más bajos y metodologías “más transparentes y verificables”, cabe señalar lo siguiente:

El estudio de la UdeSA **no utiliza elasticidades genéricas ni tomadas de otras fuentes**. Cada elasticidad se estima específicamente para cada par de países de América Latina y el Caribe con base en más de 10 años de datos reales que cubren casi la totalidad de los boletos emitidos en la región.

En total, se generan **más de 600 estimaciones**, incorporando precio, ingreso, distancia y variaciones en el tiempo.

Por eso, los valores entre  $-1.3$  y  $-1.6$  no son supuestos importados ni promedios globales: son el resultado estadístico directo del comportamiento real de la demanda en estos mercados específicos. Por lo tanto, compararlos con elasticidades promedio de otras regiones o tipos de pasajero —o **sugerir que carecen de transparencia— es metodológicamente incorrecto.**

**Sobre el argumento que hace referencia a la necesidad de utilizar una metodología alineada con las “mejores prácticas” y la sugerencia de emplear elasticidades diferenciadas por mercado y distancia nos permitimos exponer lo siguiente:**

Eso es exactamente lo que hace el estudio de la UdeSA. No utiliza un valor único ni genérico. Cada par de países tiene su propio coeficiente estimado (Argentina–México, Chile–Colombia, Brasil–Ecuador, etc.), lo que garantiza una medición ajustada a la realidad de cada mercado y coherente con los estándares internacionales de análisis de demanda.

**La metodología utilizada es transparente y verificable**, toda vez que el estudio documenta modelos, variables y estrategia de estimación, y además incluye una carpeta de replicación con código y datos de entrada que permite reproducir todos los resultados paso a paso. Esto cumple plenamente con los criterios de transparencia y verificabilidad que ACI sugiere.

**Por otro lado, las elasticidades son coherentes con los mercados que conectan vía Lima por las siguientes razones:**

1. Los pasajeros que conectan vía Lima son, en su mayoría, turismo y visitas a familiares y amigos, segmentos reconocidos por su alta sensibilidad al precio.
2. Por ejemplo, en el mercado Argentina–México, el 87% de los pasajeros que conectan vía Lima viajan hacia Cancún, un destino eminentemente turístico. Según la Encuesta de Turismo Internacional de INDEC, el 84% de los viajeros emisivos argentinos pertenece a segmentos ocio/VFR, justamente los que presentan elasticidades más elevadas.
3. Patrones similares se observan en Chile–México, Chile–Colombia y Brasil–Ecuador, donde predominan los viajes de ocio y visita a familiares y amigos.

**Aunque ACI sostiene que ALTA utiliza una única elasticidad en su análisis, la propia documentación técnica enviada por ACI demuestra lo contrario, al incluir elasticidades distintas por par de países:**

- Argentina–EE. UU.:  $-0.859$
- Chile–Rep. Dominicana:  $-1.078$
- Brasil–Ecuador:  $-1.324$
- Chile–Ecuador:  $-1.593$
- Argentina–México:  $-1.575$

Es decir, la evidencia citada por ACI confirma que los coeficientes varían entre mercados, exactamente como hace el estudio de la UdeSA.

**En cuanto a la comparación con estudios de economías avanzadas corresponde precisar lo siguiente:**

Los estudios que ACI utiliza como referencia (Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, entre otros) analizan mercados de economías avanzadas, con mayor poder adquisitivo, alternativas de transporte desarrolladas (como trenes de alta capacidad), acceso más amplio al transporte aéreo y patrones de viaje muy distintos a los de América Latina y el Caribe.

Por lo tanto, en esos contextos, es normal encontrar elasticidades más bajas ( $-0.7$ ,  $-0.8$ ,  $-1.0$ ), porque el gasto en transporte aéreo representa una proporción menor del ingreso y los viajeros pueden absorber aumentos de precio sin cancelar el viaje.

En cambio, los factores mencionados anteriormente, no aplican a los mercados de la región, donde la sensibilidad al precio es significativamente mayor y el transporte aéreo suele ser la única opción viable para viajes internacionales.

Por tanto, los coeficientes utilizados en el estudio no son arbitrarios ni extrapolados de otras regiones: se calculan mercado por mercado usando datos reales. La demanda que conecta vía Lima es mayoritariamente turística y, por definición, altamente sensible al precio.

Entonces, se puede afirmar que el estudio aplica una metodología adecuada, transparente y coherente con las características reales de los mercados de la región, y que las elasticidades utilizadas reflejan de manera fiel el comportamiento de la demanda que hoy transita por Lima.

### **Sobre el argumento referido al comportamiento de los pasajeros en conexión y al supuesto “impacto marginal” del cargo:**

De acuerdo con lo señalado por ACI, los pasajeros en conexión reaccionan al precio total del viaje y no al valor del tramo intermedio. Precisamente por eso, el análisis de ALTA se realiza sobre la **tarifa total O&D** para cada par de países, no sobre el tramo vía Lima. El procedimiento es directo: se toma la tarifa total promedio del itinerario (incluyendo todos los impuestos y cargos de origen y destino), se suma la TUUA de transferencia y se calcula el aumento porcentual del precio final. A esa variación se le aplica la elasticidad específica estimada por la UdeSA para cada par de países.

De acuerdo con lo anterior, la elasticidad responde al cambio porcentual del precio, no al monto absoluto del cargo. Por ello, aunque un cargo pueda parecer “pequeño” en dólares, un aumento total de entre **3% y 7%** —que es lo que genera la TUUA en la mayoría de los mercados— produce caídas de demanda entre **–3% y –11%** con las elasticidades observadas en la región (–1.3 a –1.6). **Lo cual no corresponde a un efecto marginal.**

En mercados predominantemente ocio/VFR, la evidencia internacional es clara: incluso aumentos moderados del precio inducen reducciones significativas de demanda. En Latinoamérica, donde las tarifas internacionales promedio oscilan entre **USD 245 y USD 474**, un incremento de 5%–7% sí afecta la decisión del pasajero y puede llevarlo a preferir conectar por PTY, BOG o SCL en lugar de LIM.

Finalmente, la afirmación de que las elasticidades O&D “no describen correctamente” a los pasajeros en conexión es incorrecta. Cuando se aplican al **precio total del itinerario**, reflejan exactamente la decisión que enfrenta el viajero: cuánto cuesta ir de un país a otro, independientemente de si conecta en Lima u otro hub. La elección del punto de conexión cambia; la lógica económica del pasajero no.

### **Sobre el señalamiento respecto a una supuesta falta de claridad metodológica y exclusión de costos ancilares cabe aclarar que:**

De acuerdo con lo planteado por ACI, habría falta de claridad metodológica y el estudio “sobrestimaría” el impacto al no incluir gastos del viaje distintos al pasaje. Esto no es correcto. A continuación, se presentan los argumentos que demuestran lo contrario:

**Primero:** no existe ambigüedad metodológica. El documento de ALTA no estima elasticidades; aplica las elasticidades de la UdeSA a variaciones del precio total del pasaje, plenamente documentadas. El estudio de UdeSA, por su parte, presenta especificaciones completas del modelo, describe el panel de datos, detalla variables y transformaciones, reporta más de 600 elasticidades y adjunta una carpeta de replicación con código. Es el estándar de transparencia en la literatura econométrica actual.

**Segundo:** los costos ancilares (hotel, comidas, transporte local) **no forman parte del modelo de demanda aérea y no cambian cuando se introduce la TUUA**. Incluirlos diluiría artificialmente el cambio de precio relevante para la decisión de volar. La propia Inter VISTAS —citada por ACI— explica que los viajeros deciden en dos etapas: primero eligen destino según la tarifa aérea; luego consideran gastos adicionales. Por eso, la elasticidad del pasaje es necesariamente mayor que la elasticidad del “viaje completo”.

**Tercero:** no hay en la literatura sería un modelo de demanda aérea basado en “*airfare* + hotel + comida + *souvenirs*”. La medida de política (la TUUA) **actúa sobre el pasaje aéreo, no sobre el paquete turístico**. Por tanto, es correcto —y metodológicamente obligatorio— aplicar la elasticidad al precio del pasaje (tarifa + tasas), no al conjunto de gastos que no varían con la TUUA.

Por lo tanto, el argumento de ACI no es válida. Los costos ancilares no son parte del precio que se modifica con la TUUA, no afectan la decisión inicial de comprar el pasaje y no deben incorporarse en el cálculo de elasticidades. La metodología empleada por UdeSA y ALTA es la que recomienda la literatura que ACI cita, no la que interpreta ACI.

**Finalmente, y sobre la interpretación del Doc. 9082 de OACI y la validez del cobro a pasajeros en transferencia es preciso aclarar que:**

De acuerdo con lo señalado por ACI, el Documento 9082 de OACI permitiría cobrar tasas a pasajeros en transferencia siempre que reflejen costos incrementales. Esa lectura es incompleta. A continuación, se presentan los argumentos que lo demuestran:

**Primero:** el Doc. 9082 **no autoriza** cargos por el solo hecho de que existan pasajeros en conexión. OACI establece cuatro principios que deben cumplirse simultáneamente para cualquier cargo aeroportuario:

1. La relación directa con costos.
2. La consulta con usuarios.
3. La no discriminación.
4. La transparencia.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, solo puede cobrarse una tasa de transferencia si existen costos marginales reales atribuibles a ese pasajero. **Sin esa evidencia, el cobro no es una “mejor práctica” ni un estándar universal: simplemente no se justifica.**

**Segundo:** la autoridad peruana coincide con esta interpretación. OSITRAN declaró oficialmente que **no existe evidencia clara de costos incrementales que justifiquen la TUUA** de transferencia. En su sesión del 13 de octubre de 2025, el Consejo Directivo concluyó:

“No se evidencia con claridad la justificación del cobro, pues los supuestos costos en los que incurre LAP podrían estar financiados por la TUUA de origen ya pagada por el pasajero.”

**Tercero:** si el regulador responsable afirma que no hay costos marginales comprobables, el cargo **no cumple** con el principio de relación con costos de OACI y, por tanto, **no se sostiene bajo el Doc 9082**. En otras palabras, no es una cuestión opinable: es una evaluación técnica de la propia autoridad competente.

Entonces, el Doc 9082 no respalda cobros sin sustento de costos. Y OSITRAN ya dejó claro que ese sustento no existe. Por lo tanto, la interpretación presentada por ACI no es válida.

**En conclusión, la premisa central de ACI —que afirma que el análisis utiliza una elasticidad única y por ello sobrestima los impactos— es incorrecta.** El estudio aplica elasticidades econométricamente estimadas para cada mercado, basadas en datos reales de la región y en línea con la evidencia histórica disponible para Latinoamérica. Además, la comparación que plantea ACI con parámetros de economías avanzadas no es metodológicamente válida para evaluar el comportamiento de la demanda en nuestros mercados.

**Por lo tanto, los resultados no están sobrestimados:** reflejan con precisión cómo reaccionan los pasajeros de la región ante variaciones del precio total del viaje y se ajustan a los principios técnicos aceptados internacionalmente. En contraste, la conclusión de ACI se apoya en supuestos que no corresponden al contexto latinoamericano ni al diseño real del estudio.

Agradecemos su atención y quedamos a disposición para ampliar cualquiera de los puntos expuestos. Reiteramos nuestra voluntad de colaborar en un diálogo técnico que permita decisiones que protejan a los pasajeros, preserven la competitividad del mercado peruano y fortalezcan la conectividad y el desarrollo económico del país y la región.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Peter Cerda".

**Peter Cerda**  
Director Ejecutivo y CEO  
ALTA

Para verificar las fuentes y los datos mencionados en este documento visitar el siguiente enlace:

- (1) [https://www.hosteltur.com/170878\\_el-precio-de-los-vuelos-frena-el-crecimiento-turistico-en-latinoamerica.html](https://www.hosteltur.com/170878_el-precio-de-los-vuelos-frena-el-crecimiento-turistico-en-latinoamerica.html)

## Impactos potenciales de la TUUA de transferencia en la conectividad internacional del Perú

### Resumen Ejecutivo

La nueva TUUA de transferencia internacional aplicada en el Aeropuerto Jorge Chávez introduce un costo adicional sobre los pasajeros en conexión, un segmento que, bajo la visión de hub regional para Latinoamérica, podría convertirse en una fuente de ingresos turísticos mediante programas de *stopover*. En esa línea, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) ha anunciado el desarrollo de una estrategia para promover estancias cortas en Lima entre pasajeros en tránsito, con el fin de captar gasto turístico directo e indirecto. Sin embargo, la aplicación de la TUUA podría contradecir y debilitar esa visión, al encarecer el tránsito por Lima y reducir el atractivo del aeropuerto como punto de conexión y escala turística.

Según estimaciones elaboradas por la Universidad de San Andrés para ALTA (2025), un aumento de entre 3 % y 7 % en el precio total del viaje podría reducir la demanda de pasajeros en conexión entre 3 % y 11 %, dependiendo del mercado. Dado que en algunas rutas más del 40 % del tráfico internacional del aeropuerto utiliza Lima como punto de conexión, el efecto combinado podría erosionar la competitividad del hub y limitar el acceso de turistas extranjeros al país. De igual manera, la disminución de pasajeros en conexión podría traducirse en la pérdida de más de 1.000 vuelos anuales, reduciendo la conectividad del país y debilitando la posición competitiva del hub de Lima.

### Estimación de potencial reducción de demanda de pasajeros en conexión

El propósito de este ejercicio es cuantificar la reducción potencial de pasajeros en conexión internacional derivada de la aplicación de la nueva TUUA de transferencia en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, y evaluar su efecto sobre la competitividad del hub de Lima.

- Se extrajeron de Cirium todos los pasajeros que conectaron a través de LIM en 2024 en vuelos internacionales, junto con la tarifa neta promedio correspondiente exclusivamente a esos vuelos en conexión (no incluye vuelos directos ni conexiones entre los mismos países a través de otros hubs).
- A esa tarifa se agregaron los principales cargos e impuestos (TUA, tasas de seguridad, impuestos de venta, tasas turísticas, etc.) para estimar una tarifa total país-país.
  - Dado que algunos cargos varían entre aeropuertos de un mismo país, se utilizó un promedio ponderado por tráfico de las TUAs y demás cargos internacionales de los principales aeropuertos de cada país.
- Sobre esa tarifa total se aplicó la nueva TUUA de conexión internacional (roundtrip) para obtener una nueva tarifa promedio.
- Se calculó el incremento porcentual del precio y, con base en las elasticidades precio-demanda desarrolladas por la Universidad de San Andrés<sup>1</sup> para ALTA, se estimó la reducción potencial de pasajeros en cada mercado.

## Resultados preliminares:

| Mercado                 | Pax en<br>conexión a<br>través de<br>LIM | Tarifa<br>Neta<br>Promedio | Tasas e<br>Impuestos | Tarifa<br>Total | Tarifa<br>con<br>nueva<br>TUUA | % de<br>Incremento<br>por TUUA | Elasticidad<br>Precio | Impacto Potencial |
|-------------------------|------------------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Argentina-Mexico        | 58,272                                   | \$418                      | \$221                | \$640           | \$665                          | 4.0%                           | -1.575                | -6.2%             |
| Argentina-EEUU          | 52,695                                   | \$625                      | \$160                | \$785           | \$810                          | 3.2%                           | -0.859                | -2.8%             |
| Argentina-R. Dominicana | 45,867                                   | \$390                      | \$210                | \$600           | \$625                          | 4.2%                           | -1.078                | -4.6%             |
| Chile-Mexico            | 45,517                                   | \$279                      | \$141                | \$420           | \$445                          | 6.0%                           | -1.575                | -9.5%             |
| Chile- R. Dominicana    | 36,948                                   | \$286                      | \$131                | \$417           | \$442                          | 6.1%                           | -1.078                | -6.6%             |
| Chile-EEUU              | 27,647                                   | \$552                      | \$65                 | \$617           | \$643                          | 4.1%                           | -0.859                | -3.5%             |
| Chile-Colombia          | 21,239                                   | \$292                      | \$89                 | \$381           | \$407                          | 6.6%                           | -1.321                | -8.8%             |
| Brasil-Ecuador          | 18,530                                   | \$284                      | \$87                 | \$371           | \$397                          | 6.8%                           | -1.324                | -9.0%             |
| Chile-Ecuador           | 17,540                                   | \$261                      | \$101                | \$362           | \$387                          | 7.0%                           | -1.593                | -11.2%            |
| Argentina-Colombia      | 17,425                                   | \$308                      | \$162                | \$469           | \$495                          | 5.4%                           | -1.308                | -7.1%             |

Los 10 principales mercados de conexión vía Lima (los incluidos en la tabla) representan el 56 % de los pasajeros internacionales en conexión durante 2024.

- El incremento total del costo del viaje oscila entre +3 % y +7 %, según el mercado.
- En función de las elasticidades, la demanda podría caer entre 3 % y 11 %, dependiendo del par de país.

### Aspectos para tener en cuenta:

- Es un ejercicio indicativo. Los impactos pueden variar por temporada y tipo por tipo de pasajero.
- Las elasticidades reflejan comportamientos promedio de mercado, no de aerolíneas individuales.
- No se modelan efectos de sustitución (p. ej., desvío de pasajeros a otros hubs) ni ajustes tarifarios de aerolíneas.

Estos números pueden ayudar a dimensionar la magnitud del impacto a corto/mediano plazo que la nueva TUUA podría tener sobre la competitividad de Lima como hub regional, ya que una fracción de los pasajeros en conexión (ante el mayor costo total) podría redirigir su conexión hacia otros aeropuertos de la región, o también elegir otros destinos.

### Relevancia del tráfico de conexión en las rutas internacionales desde y hacia LIM

Analizar el porcentaje de pasajeros en tránsito en cada vuelo directo que sale y llega a Lima permite dimensionar la dependencia real de las rutas internacionales del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez respecto al tráfico en conexión. El análisis continuación (basado en datos de Cirium para 2024), permite

dimensionar la magnitud del rol que desempeña el tráfico de conexión internacional en la red de rutas del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

Para cada ruta internacional, se estimó el porcentaje de pasajeros que utilizan Lima únicamente como punto de conexión para continuar hacia otro destino, es decir, que no tienen a Perú como origen ni como destino final. Las tablas a continuación resumen los principales resultados para las rutas internacionales con mayor volumen de pasajeros (en sentido Lima–destino real y origen real-Lima).

| Ruta (direccional) | Pax total | Asientos  | Vuelos | Factor de Ocupacion | pax que conectan en LIM | % de pax que conectan en LIM para llegar a destino |
|--------------------|-----------|-----------|--------|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| LIM-CUN            | 209,708   | 239,630   | 1,351  | 88%                 | 123,005                 | 59%                                                |
| LIM-PUJ            | 170,632   | 206,890   | 1,158  | 82%                 | 99,191                  | 58%                                                |
| LIM-MVD            | 69,762    | 86,334    | 511    | 81%                 | 36,550                  | 52%                                                |
| LIM-EZE            | 219,453   | 282,532   | 1,594  | 78%                 | 95,402                  | 43%                                                |
| LIM-LPB            | 55,355    | 66,288    | 440    | 84%                 | 20,376                  | 37%                                                |
| LIM-UIO            | 139,776   | 170,864   | 986    | 82%                 | 46,340                  | 33%                                                |
| LIM-AEP            | 128,646   | 157,494   | 915    | 82%                 | 39,373                  | 31%                                                |
| LIM-GYE            | 78,151    | 102,524   | 667    | 76%                 | 23,625                  | 30%                                                |
| LIM-CTG            | 82,016    | 104,062   | 593    | 79%                 | 23,664                  | 29%                                                |
| LIM-VVI            | 76,670    | 92,078    | 641    | 83%                 | 19,752                  | 26%                                                |
| LIM-BSB            | 52,906    | 63,194    | 367    | 84%                 | 10,537                  | 20%                                                |
| LIM-JFK            | 108,570   | 128,009   | 565    | 85%                 | 20,612                  | 19%                                                |
| LIM-SCL            | 824,799   | 1,030,912 | 5,109  | 80%                 | 151,305                 | 18%                                                |
| LIM-LAX            | 113,700   | 138,635   | 602    | 82%                 | 17,625                  | 16%                                                |
| LIM-MIA            | 449,894   | 492,974   | 2,391  | 91%                 | 61,961                  | 14%                                                |
| LIM-MDE            | 111,346   | 141,678   | 818    | 79%                 | 14,993                  | 13%                                                |
| LIM-GRU            | 237,595   | 287,723   | 1,404  | 83%                 | 26,239                  | 11%                                                |
| LIM-MEX            | 176,709   | 208,645   | 1,196  | 85%                 | 14,795                  | 8%                                                 |
| LIM-BOG            | 417,661   | 487,311   | 2,779  | 86%                 | 18,752                  | 4%                                                 |
| LIM-MAD            | 494,554   | 520,579   | 1,622  | 95%                 | 20,418                  | 4%                                                 |
| LIM-ATL            | 179,009   | 194,206   | 680    | 92%                 | 4,257                   | 2%                                                 |
| LIM-IAH            | 61,871    | 73,731    | 366    | 84%                 | 751                     | 1.2%                                               |
| LIM-AMS            | 98,297    | 113,344   | 310    | 87%                 | 830                     | 0.8%                                               |
| LIM-CDG            | 103,833   | 119,874   | 336    | 87%                 | 789                     | 0.8%                                               |
| LIM-PTY            | 296,648   | 348,948   | 2,171  | 85%                 | 1,153                   | 0.4%                                               |

| Ruta (direccional) | Pax total | Asientos  | Vuelos | Factor de Ocupacion | pax que conectan en LIM | % de pax que conectan en LIM para llegar a destino |
|--------------------|-----------|-----------|--------|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| CUN-LIM            | 200,741   | 239,558   | 1,351  | 84%                 | 111,832                 | 56%                                                |
| EZE-LIM            | 217,700   | 279,336   | 1,577  | 78%                 | 116,281                 | 53%                                                |
| MVD-LIM            | 69,510    | 86,264    | 511    | 81%                 | 36,637                  | 53%                                                |
| PUJ-LIM            | 170,027   | 206,518   | 1,157  | 82%                 | 86,908                  | 51%                                                |
| LPB-LIM            | 56,158    | 66,324    | 440    | 85%                 | 26,918                  | 48%                                                |
| VVI-LIM            | 76,728    | 91,872    | 641    | 84%                 | 27,626                  | 36%                                                |
| UIO-LIM            | 139,651   | 171,050   | 987    | 82%                 | 37,409                  | 27%                                                |
| GYE-LIM            | 77,878    | 102,528   | 667    | 76%                 | 20,358                  | 26%                                                |
| CTG-LIM            | 82,046    | 104,098   | 593    | 79%                 | 19,964                  | 24%                                                |
| AEP-LIM            | 130,783   | 160,580   | 931    | 81%                 | 27,295                  | 21%                                                |
| SCL-LIM            | 824,082   | 1,029,870 | 5,105  | 80%                 | 165,167                 | 20%                                                |
| GRU-LIM            | 244,366   | 294,610   | 1,445  | 83%                 | 36,636                  | 15%                                                |
| BSB-LIM            | 52,958    | 63,424    | 366    | 83%                 | 7,835                   | 15%                                                |
| MIA-LIM            | 439,096   | 492,974   | 2,391  | 89%                 | 64,790                  | 15%                                                |
| JFK-LIM            | 111,437   | 128,009   | 565    | 87%                 | 14,294                  | 13%                                                |
| MDE-LIM            | 110,689   | 141,816   | 819    | 78%                 | 13,587                  | 12%                                                |
| LAX-LIM            | 114,590   | 138,635   | 602    | 83%                 | 12,368                  | 11%                                                |
| MEX-LIM            | 168,866   | 208,490   | 1,196  | 81%                 | 14,292                  | 8%                                                 |
| BOG-LIM            | 406,949   | 488,683   | 2,787  | 83%                 | 20,087                  | 5%                                                 |
| MAD-LIM            | 471,715   | 520,693   | 1,623  | 91%                 | 18,507                  | 4%                                                 |
| ATL-LIM            | 179,450   | 194,206   | 680    | 92%                 | 4,521                   | 3%                                                 |
| CDG-LIM            | 104,763   | 119,874   | 336    | 87%                 | 1,316                   | 1.3%                                               |
| IAH-LIM            | 62,556    | 73,731    | 366    | 85%                 | 763                     | 1.2%                                               |
| AMS-LIM            | 97,571    | 113,344   | 310    | 86%                 | 521                     | 0.5%                                               |
| PTY-LIM            | 297,160   | 349,162   | 2,172  | 85%                 | 657                     | 0.2%                                               |



Los resultados confirman que una proporción importante de los pasajeros en Lima no tienen al Perú como origen o destino final, sino que utilizan el aeropuerto como punto de transferencia hacia otros destinos domésticos o internacionales.

- Las rutas CUN–LIM, EZE–LIM, MVD–LIM y PUJ–LIM presentan una dependencia de conexión superior al 50 %, lo que demuestra que más de la mitad de los pasajeros que llegan a Lima desde esos mercados no se quedan en el país, sino que continúan su viaje hacia otro destino.
- Otras rutas como UIO–LIM, GYE–LIM y CTG–LIM muestran también una alta proporción de pasajeros en tránsito (30 %–35 %).

### Impacto potencial sobre la operación de rutas internacionales

Analizar la posible variación del factor de ocupación en cada ruta internacional permite estimar los efectos operativos que la TUUA de transferencia podría generar sobre la oferta de vuelos. A partir de la reducción potencial de pasajeros estimada mediante las elasticidades precio–demanda, se calculó el cambio proyectado en el factor de ocupación y, en los casos en que este caería por debajo del umbral de equilibrio, el número de frecuencias que las aerolíneas podrían ajustar para mantener la rentabilidad promedio de sus operaciones.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos para las principales rutas internacionales que salen de Lima. Se incluye el porcentaje de pasajeros que utilizan Lima como punto de conexión, la reducción potencial de demanda estimada y el número de frecuencias que sería necesario ajustar para alcanzar el factor de ocupación de equilibrio. Para este ejercicio se utilizó un factor de ocupación de equilibrio promedio de 84.1 %, calculado a partir de los reportes financieros del primer semestre de 2025 de aerolíneas con base en América Latina y el Caribe (que representan alrededor del 85 % del tráfico total regional). El valor se obtuvo al agregar los costos operativos, ingresos operativos y ASKs reportados por dichas aerolíneas, derivando un CASK (costo por asiento-kilometro) y yield (ingreso por pasajero-kilometro) promedio y calculando el factor de ocupación de equilibrio como CASK / yield.

| Ruta    | % de pax que conectan en LIM para llegar a destino | Reducción potencial de demanda (pasajeros) | Reducción de frecuencias necesaria para alcanzar el factor de ocupación de equilibrio |
|---------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| LIM-COR | 77%                                                | 1,594                                      | 18                                                                                    |
| LIM-SLA | 73%                                                | 1,257                                      | 11                                                                                    |
| LIM-MDZ | 63%                                                | 1,231                                      | 14                                                                                    |
| LIM-CUN | 59%                                                | 8,865                                      | 5                                                                                     |
| LIM-PUJ | 58%                                                | 6,153                                      | 63                                                                                    |
| LIM-CWB | 57%                                                | 153                                        | 1                                                                                     |
| LIM-POA | 56%                                                | 266                                        | 31                                                                                    |
| LIM-MVD | 52%                                                | 2,117                                      | 35                                                                                    |
| LIM-HAV | 50%                                                | 848                                        | 7                                                                                     |
| LIM-ASU | 49%                                                | 1,822                                      | 15                                                                                    |
| LIM-EZE | 43%                                                | 5,790                                      | 161                                                                                   |
| LIM-LPB | 37%                                                | 1,490                                      | 15                                                                                    |
| LIM-SJO | 37%                                                | 1,349                                      | 17                                                                                    |
| LIM-UIO | 33%                                                | 4,260                                      | 56                                                                                    |
| LIM-AEP | 31%                                                | 2,081                                      | 41                                                                                    |
| LIM-GYE | 30%                                                | 1,884                                      | 77                                                                                    |
| LIM-CTG | 29%                                                | 1,908                                      | 50                                                                                    |
| LIM-VVI | 26%                                                | 1,760                                      | 21                                                                                    |
| LIM-BSB | 20%                                                | 741                                        | 7                                                                                     |
| LIM-JFK | 19%                                                | 626                                        | -                                                                                     |
| LIM-SCL | 18%                                                | 11,579                                     | 317                                                                                   |
| LIM-LAX | 16%                                                | 399                                        | 17                                                                                    |
| LIM-MIA | 14%                                                | 2,081                                      | -                                                                                     |
| LIM-MDE | 13%                                                | 1,243                                      | 62                                                                                    |
| LIM-GRU | 11%                                                | 1,794                                      | 36                                                                                    |

Los resultados muestran que las rutas con mayor proporción de pasajeros en conexión son también las más sensibles al aumento de costos derivado de la TUUA. En particular, rutas como Lima–Buenos Aires y Lima–Punta Cana presentarían los mayores ajustes potenciales en número de frecuencias. El impacto es especialmente alto en mercados del Cono Sur y Caribe, donde una parte relevante del tráfico depende de pasajeros que conectan hacia terceros países. En total, la reducción de frecuencias en total sería superior a 1.000 durante el año.

Por el contrario, rutas con baja proporción de pasajeros en conexión (como Miami, Los Ángeles o Sao Paulo) muestran impactos menores, dado que su demanda proviene principalmente de pasajeros con origen o destino final en Perú.

### **Consideraciones sobre la interpretación del factor de equilibrio**

El factor de ocupación de equilibrio de 84.1 % corresponde a un promedio regional calculado en base a resultados financieros agregados. No implica que toda ruta deba alcanzar exactamente ese valor para ser rentable. En la práctica, algunas rutas operan por debajo de ese nivel debido a consideraciones estratégicas de red, disponibilidad de slots, conexiones o acuerdos bilaterales. Por tanto, los resultados no deben interpretarse como predicciones de cancelación, sino como una medida que muestra cuántas frecuencias tendrían que ajustarse en promedio si las aerolíneas quisieran mantener su eficiencia financiera ante un escenario de menores pasajeros en conexión.

### **Oportunidad: Programas de “Stopover” en la región**

Según un análisis de ComexPerú (2024)<sup>ii</sup>, varios países latinoamericanos han implementado con éxito programas *stopover* para atraer turistas en tránsito.

En Panamá, el programa desarrollado por Copa Airlines junto con PROMTUR Panamá permitió que más de 160 mil viajeros aprovecharan escalas de entre 24 horas y 7 días en 2024 —un crecimiento de 25 % respecto al año anterior— y se proyecta que la cifra alcance 185 mil en 2025. El caso panameño se destaca por la coordinación público–privada entre aerolínea, autoridad turística y sector hotelero.

De forma similar, en Colombia, el Instituto Distrital de Turismo de Bogotá (IDT) y Avianca lanzaron en 2024 un programa que permite escalas de hasta 24 horas. La iniciativa busca aprovechar que el 95 % de los pasajeros internacionales en conexión no salen del aeropuerto. Se estima que el programa atraerá más de 470 mil visitantes adicionales entre 2025 y 2026, generando más de USD 40 millones en gasto turístico.

### **Conclusiones**

Estos datos reflejan que el *hub* de Lima cumple una función doble: no solo conecta al Perú con el exterior, sino que también canaliza flujos internacionales entre terceros países. Sin embargo, al aplicarse una TUUA de transferencia sobre estos pasajeros (que no ingresan al país), se genera un costo adicional sobre un segmento que no contribuye al turismo receptivo, pero que sí es esencial para sostener las frecuencias y destinos internacionales que facilitan la llegada de visitantes extranjeros al Perú. Los datos de elasticidad mostraron que un aumento de entre 3 % y 7 % en el precio total del viaje podría reducir la demanda de pasajeros en conexión entre 3 % y 11 %, según el mercado.

Desde el punto de vista de la política turística y económica, esto implica que el cobro de la TUUA de transferencia no solo no genera ingresos turísticos directos, sino que podría erosionar la conectividad

internacional que permite la expansión del turismo receptivo. En adición impactar de forma negativa la estrategia que busca atraer turistas en tránsito a través de la promoción de *stopover* y sus colaterales como comercios, transporte, restaurantes entre otros que potencializan la economía de turismo.

Por lo tanto:

- La TUUA de transferencia afectaría directamente a los pasajeros reduciendo la escala de operación del hub,
- Lo que a mediano plazo podría encarecer los boletos y disminuir las opciones de vuelo hacia y desde el Perú.
- Erocionar posibles ingresos turísticos, eliminando la posibilidad de *stopover*
- Desviar hacia otros aeropuertos la conexión de pasajeros

En resumen, el tráfico en conexión es una base necesaria para mantener la conectividad internacional del país. Aunque los pasajeros en conexión no pernoctan en Perú, su volumen sostiene las frecuencias que permiten el ingreso de turistas internacionales. Cualquier medida que reduzca ese flujo de pasajeros en conexión (como un aumento en el costo por conexión) debilita la posición competitiva de Lima como hub regional y su apuesta por nuevas alternativas de ingresos por turismo de estancias cortas afectando también al turismo receptivo y economía colateral.

---

<sup>i</sup> Universidad de San Andrés (2025). Estimating Price and Income Air Travel Demand Elasticities in Latin America and the Caribbean. Estudio realizado para la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Transporte Aéreo (ALTA), 2025.

<sup>ii</sup> ComexPerú (2024). Stopover: la estrategia que podría impulsar el turismo receptivo en Lima. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/stopover-la-estrategia-que-podria-impulsar-el-turismo-receptivo-en-lima>