

5



# Impacto del hub aéreo Córdoba sobre la conectividad del interior del país

Documento de Trabajo N° 3

---

## Documento de Trabajo No.3

# Impacto del hub aéreo Córdoba sobre la conectividad del interior del país<sup>1</sup>

### I.- Síntesis

1.- Documentos de trabajo previos se ocuparon de cuantificar, en términos de pasajeros anuales, **la dimensión del hub aéreo Córdoba (HAC)**, y de **estimar su impacto económico sobre las provincias involucradas**, teniendo en cuenta los aeropuertos del interior con conexiones con el aeropuerto Córdoba en el momento de máximo desarrollo del HAC (2019). El presente documento de trabajo se ocupa de una nueva perspectiva: **analizar al impacto del HAC sobre la conectividad del interior del país.**

2.- Mediante ejercicios de simulación se calcula, para cada par de aeropuertos vinculados al HAC, la **distancia a recorrer para conectarlos entre sí triangulando con el aeropuerto Córdoba en lugar de hacerlo triangulando con Aeroparque** (o alguno de los otros aeropuertos metropolitanos: Ezeiza o El Palomar). Los resultados muestran una **reducción de distancias en el 53% de las combinaciones posibles entre aeropuertos**, con una **reducción total de distancias del 12%**.

3.- Cuando el análisis se extiende al **total de las combinaciones de aeropuertos del interior** (630 combinaciones posibles), los resultados muestran una **reducción de distancias en el 65% de las combinaciones posibles entre aeropuertos**, con una **reducción total de distancias del 16%**.

4.- Lo anterior está vinculado con el **potencial de reducción de distancias a través de la utilización del HAC**. El **análisis de lo efectivamente ocurrido** durante las últimas dos décadas muestra (a) un **todavía bajo aprovechamiento del potencial de reducción de distancias** en la conectividad del interior **a través del HAC**, (b) un **marcado crecimiento del impacto efectivo del HAC** en la conectividad del interior del país, que se multiplicó por 8 entre 2008 y 2019, pasando **del 0.8% al 6.4% de las combinaciones entre aeropuertos del interior**.

5.- El impacto del HAC sobre la conectividad del interior del país prácticamente se perdió durante los primeros meses de la pandemia. A septiembre de 2021, el **impacto del HAC continúa por debajo del 30% de lo que llegó a ser a fines de 2019**.

6.- El anexo de este documento de trabajo presenta los algoritmos desarrollados en lenguaje Python, lo que permite no sólo replicar las simulaciones y estimaciones realizadas, sino también comenzar a elaborar **estadísticas mensuales de conectividad en el interior del país a partir de los datos de la ANAC**.

---

<sup>1</sup> Instituto de Economía Política, Universidad Siglo 21, octubre de 2021.

## II.- El impacto del hub aéreo Córdoba sobre la conectividad del interior

En documentos de trabajo previos se estimó la dimensión del sistema de aeropuertos vinculados al hub aéreo Córdoba<sup>2</sup> (HAC), que **totalizó 7.5 millones de pasajeros anuales en su punto máximo de desarrollo (2019)**, de los cuales **casi un millón de pasajeros anuales pueden considerarse asignables a la existencia de dicho hub**, y se estimó su impacto económico<sup>3</sup>, que alcanzó, en el mismo punto de referencia, los **USD 6,357 millones, equivalentes a un 5.1% del PBG de las provincias involucradas, un 13% del cual podría asignarse directamente a la existencia del HAC**.

El presente documento de trabajo se enfoca en la cuantificación del **impacto del hub aéreo Córdoba sobre el nivel de conectividad** de los distintos aeropuertos que integran el sistema aerocomercial de Argentina, proponiendo además un **modelo de análisis que permita seguir en el tiempo la evolución de la conectividad aérea del interior del país**.

Para eso se consideran todas las combinaciones posibles de los 36 aeropuertos del interior del país<sup>4</sup>, elaborando **'matrices de conectividad aérea'** que miden las distancias lineales de cada combinación posible bajo distintos escenarios, como el escenario de conectividad a través de los vuelos directos existentes y de la triangulación con Aeroparque (o los otros dos hubs aéreos metropolitanos, Ezeiza y El Palomar) en el caso de combinaciones sin vuelos directos y el escenario alternativo de triangulación con el aeropuerto Córdoba.

Esto permite comparar la conectividad a través de vuelos directos (para una pequeña parte de las combinaciones posibles entre aeropuertos del interior) y vuelos triangulados con Aeroparque (también Ezeiza o El Palomar), con la conectividad posible a través de vuelos triangulados con Córdoba, y **estimar así el ahorro de distancias posible mediante el desarrollo del hub aéreo Córdoba**.

Se trata de un **ahorro potencial de distancias**, ya que **requiere masa crítica de flujos de pasajeros** para que todos los vuelos en torno al HAC sean viables económicamente, algo que llevará tiempo, ya que requiere crecimiento del mercado y políticas públicas en general, y políticas aerocomerciales en particular, que alienten dicho crecimiento. La experiencia entre 2008 y 2019 permite analizar cuánto se avanzó en la reducción de distancias a través de la expansión del HAC.

---

<sup>2</sup> Ver Documento de Trabajo No.1: "La magnitud del hub aéreo Córdoba", Instituto de Economía Política, Universidad Siglo 21 (agosto de 2021).

<sup>3</sup> Ver Documento de Trabajo No.2: "Impactos económicos del hub aéreo Córdoba", Instituto de Economía Política, Universidad Siglo 21 (septiembre de 2021).

<sup>4</sup> Se excluyen los aeropuertos de los hubs aéreos metropolitanos (Aeroparque, Ezeiza y El Palomar). Se trata de 630 combinaciones posibles, que surgen de  $n \times (n-1) / 2$ .

### III.- Matrices de conectividad aérea para aeropuertos vinculados al HAC

La tabla 1 contiene la **matriz de conectividad aérea de los aeropuertos vinculados al HAC** a través del **hub aéreo Aeroparque**. Contiene, para cada uno de los aeropuertos vinculados al hub aéreo Córdoba considerados en los documentos previos, la distancia lineal mínima con cada uno de los restantes aeropuertos, ya sea a través de vuelos directos (por ejemplo, trayecto Salta – Jujuy), o a través de la triangulación con Aeroparque, en los casos en que no existen vuelos directos (por ejemplo, Mendoza – Tucumán), contemplando los vuelos directos existentes en 2019.

**Tabla 1**  
**Matriz de conectividad vía hub aéreo Aeroparque**  
**Distancia lineal en km**

	Córdoba	Salta	Mendoza	Bariloche	Neuquén	Iguazú	Tucumán	Comod. Rivadavia	Jujuy	Ushuaia	Resistencia	Mar del Plata	Posadas	El Calafate	Trelew
Córdoba		1,922	1,546	1,981	1,726	1,709	1,721	2,107	2,157	3,012	1,437	1,027	1,482	2,718	1,769
Salta	1,922		1,116	2,621	2,366	1,094	227	2,747	238	3,652	2,077	1,667	2,122	3,358	2,409
Mendoza	1,546	1,116		784	449	1,650	1,985	1,266	2,421	3,276	1,701	1,042	1,746	2,982	2,033
Bariloche	1,981	2,621	784		2,425	2,408	1,687	2,806	2,856	3,711	2,136	1,726	2,181	1,025	2,468
Neuquén	1,726	2,366	449	2,425		2,153	2,165	850	2,601	3,456	1,881	1,471	1,926	3,162	2,213
Iguazú	1,709	1,094	1,650	2,408	2,153		2,148	2,534	2,584	3,439	1,864	1,454	1,909	3,145	2,196
Tucumán	1,721	227	1,985	1,687	2,165	2,148		2,546	462	3,451	1,876	1,435	1,921	3,157	2,208
Comod. Rivadavia	2,107	2,747	1,266	2,806	850	2,534	2,546		2,982	3,837	2,262	1,852	2,307	3,543	339
Jujuy	2,157	238	2,421	2,856	2,601	2,584	462	2,982		3,887	2,312	1,902	2,357	3,593	2,644
Ushuaia	3,012	3,652	3,276	3,711	3,456	3,439	3,451	3,837	3,887		3,167	2,757	3,212	564	1,303
Resistencia	1,437	2,077	1,701	2,136	1,881	1,864	1,876	2,262	2,312	3,167		1,182	1,637	2,873	1,924
Mar del Plata	1,027	1,667	1,042	1,726	1,471	1,454	1,435	1,852	1,902	2,757	1,182		1,227	2,463	1,514
Posadas	1,482	2,122	1,746	2,181	1,926	1,909	1,921	2,307	2,357	3,212	1,637	1,227		2,918	1,969
El Calafate	2,718	3,358	2,982	1,025	3,162	3,145	3,157	3,543	3,593	564	2,873	2,463	2,918		950
Trelew	1,769	2,409	2,033	2,468	2,213	2,196	2,208	339	2,644	1,303	1,924	1,514	1,969	950	

Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21.

**Tabla 2**  
**Matriz de conectividad potencial con hub aéreo Córdoba**  
**Distancia lineal en km**

	Córdoba	Salta	Mendoza	Bariloche	Neuquén	Iguazú	Tucumán	Comod. Rivadavia	Jujuy	Ushuaia	Resistencia	Mar del Plata	Posadas	El Calafate	Trelew
Córdoba		747	518	1,256	922	1,139	520	1,632	983	2,621	668	950	920	2,209	1,320
Salta	747		1,116	2,003	1,669	1,094	227	2,379	238	3,368	1,415	1,667	1,667	2,956	2,067
Mendoza	518	1,116		784	449	1,650	1,038	1,266	1,501	3,139	1,186	1,042	1,438	2,727	1,838
Bariloche	1,256	2,003	784		2,178	2,395	1,687	2,806	2,239	3,711	1,924	1,726	2,176	1,025	2,468
Neuquén	922	1,669	449	2,178		2,061	1,442	850	1,905	3,456	1,590	1,471	1,842	3,131	2,213
Iguazú	1,139	1,094	1,650	2,395	2,061		1,659	2,534	2,122	3,439	1,807	1,454	1,909	3,145	2,196
Tucumán	520	227	1,038	1,687	1,442	1,659		2,152	462	3,141	1,188	1,435	1,440	2,729	1,840
Comod. Rivadavia	1,632	2,379	1,266	2,806	850	2,534	2,152		2,615	3,837	2,262	1,852	2,307	3,543	339
Jujuy	983	238	1,501	2,239	1,905	2,122	462	2,615		3,604	1,651	1,902	1,903	3,192	2,303
Ushuaia	2,621	3,368	3,139	3,711	3,456	3,439	3,141	3,837	3,604		3,167	2,757	3,212	564	1,303
Resistencia	668	1,415	1,186	1,924	1,590	1,807	1,188	2,262	1,651	3,167		1,182	1,588	2,873	1,924
Mar del Plata	950	1,667	1,042	1,726	1,471	1,454	1,435	1,852	1,902	2,757	1,182		1,227	2,463	1,514
Posadas	920	1,667	1,438	2,176	1,842	1,909	1,440	2,307	1,903	3,212	1,588	1,227		2,918	1,969
El Calafate	2,209	2,956	2,727	1,025	3,131	3,145	2,729	3,543	3,192	564	2,873	2,463	2,918		950
Trelew	1,320	2,067	1,838	2,468	2,213	2,196	1,840	339	2,303	1,303	1,924	1,514	1,969	950	

Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21.

La tabla 2 hace lo propio, con los mismos aeropuertos, **considerando ahora la posibilidad de triangular tanto con el aeropuerto Córdoba como con Aeroparque, tomando, entre ambas, la opción de menor distancia.**

La tabla 3 muestra, para cada combinación, el porcentaje de ahorro de distancia producido al pasar de la matriz de la tabla 1 a la matriz de la tabla 2, es decir, **el ahorro potencial al suponer que ambos hubs aéreos, el de Aeroparque y el de Córdoba, funcionan simultáneamente, en lugar de funcionar sólo el primero.** Naturalmente, la primera fila de la matriz, que representa la conexión entre el aeropuerto Córdoba y el resto (al igual que la primera columna), presenta grandes reducciones porcentuales de distancia. Por ejemplo, el trayecto Tucumán – Córdoba reduce la distancia en 69.8%, cuando puede realizarse de manera directa, frente a la alternativa de hacerlo a través de la ruta Tucumán – Aeroparque – Córdoba.

**Tabla 3**  
**Matriz de impacto de conectividad potencial con hub aéreo Córdoba**  
**(impacto porcentual en distancia total)**

	Córdoba	Salta	Mendoza	Bariloche	Neuquén	Iguazú	Tucumán	Comod. Rivadavia	Jujuy	Ushuaia	Resistencia	Mar del Plata	Posadas	El Calafate	Trelew
Córdoba		-61.1	-66.5	-36.6	-46.6	-33.4	-69.8	-22.5	-54.4	-13.0	-53.5	-7.5	-37.9	-18.7	-25.4
Salta	-61.1		0.0	-23.6	-29.5	0.0	0.0	-13.4	0.0	-7.8	-31.9	0.0	-21.4	-12.0	-14.2
Mendoza	-66.5	0.0		0.0	0.0	0.0	-47.7	0.0	-38.0	-4.2	-30.3	0.0	-17.6	-8.6	-9.6
Bariloche	-36.6	-23.6	0.0		-10.2	-0.5	0.0	0.0	-21.6	0.0	-9.9	0.0	-0.2	0.0	0.0
Neuquén	-46.6	-29.5	0.0	-10.2		-4.3	-33.4	0.0	-26.8	0.0	-15.5	0.0	-4.4	-1.0	0.0
Iguazú	-33.4	0.0	0.0	-0.5	-4.3		-22.8	0.0	-17.9	0.0	-3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tucumán	-69.8	0.0	-47.7	0.0	-33.4	-22.8		-15.5	0.0	-9.0	-36.7	0.0	-25.0	-13.6	-16.7
Comod. Rivadavia	-22.5	-13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.5		-12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jujuy	-54.4	0.0	-38.0	-21.6	-26.8	-17.9	0.0	-12.3		-7.3	-28.6	0.0	-19.3	-11.2	-12.9
Ushuaia	-13.0	-7.8	-4.2	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	-7.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Resistencia	-53.5	-31.9	-30.3	-9.9	-15.5	-3.1	-36.7	0.0	-28.6	0.0		0.0	-3.0	0.0	0.0
Mar del Plata	-7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
Posadas	-37.9	-21.4	-17.6	-0.2	-4.4	0.0	-25.0	0.0	-19.3	0.0	-3.0	0.0		0.0	0.0
El Calafate	-18.7	-12.0	-8.6	0.0	-1.0	0.0	-13.6	0.0	-11.2	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
Trelew	-25.4	-14.2	-9.6	0.0	0.0	0.0	-16.7	0.0	-12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Fuente:** Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21.

Pero también se producen importantes reducciones de distancias en trayectos como Tucumán – Mendoza (-47.7%), Jujuy – Mendoza (-38.0%), Resistencia – Tucumán (-36.7%), Tucumán – Neuquén (-33.4%).

Considerando todo el sistema del HAC, **la reducción de distancias es del 11.8%**<sup>5</sup>. En 56 de las 105 combinaciones posibles, la conectividad entre aeropuertos del interior del

<sup>5</sup> Ponderando por importancia de las conexiones, medidas a través de la suma de pasajeros anuales (base 2019) de la combinación de aeropuertos correspondiente, la reducción de distancias se incrementa levemente, al 12.2%. Considerando sólo las combinaciones sin vuelos directos, la reducción de distancias es del 12.7% al considerar igual peso a cada combinación y del 16.4% cuando se pondera por importancia relativa del par de aeropuertos considerado.

país aumenta (se reduce la distancia a recorrer) con la existencia del HAC, lo que representa un **53.3% del total de combinaciones posibles**.

#### **IV.- Estimación del impacto potencial del HAC sobre la conectividad del interior del país**

El análisis de la sección anterior puede **extenderse a todo el sistema aerocomercial del interior del país**, de la siguiente manera:

a.- El interior del país dispone de una **infraestructura aérea compuesta por 36 aeropuertos**: Bahía Blanca, Bariloche, Catamarca, Chapelco, Comodoro Rivadavia, Córdoba, Corrientes, El Calafate, Esquel, Formosa, Iguazú, Jujuy, La Rioja, Mar del Plata, Mendoza, Neuquén, Paraná, Posadas, Puerto Madryn, Resistencia, Río Cuarto, Río Gallegos, Río Grande, Rosario, Salta, San Juan, San Luis, San Rafael, Santa Fe, Santa Rosa, Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Trelew, Tucumán, Ushuaia y Viedma.

b.- Las **combinaciones posibles son 630** que, en un contexto de suficiente flujo de pasajeros, se interconectaría de manera óptima a través de 630 vuelos directos<sup>6</sup>.

c.- Dado que la gran mayoría de dichas combinaciones está muy lejos de tener la masa crítica suficiente como para justificar, desde el punto de vista económico, su conexión a través de vuelos directos, **la forma natural de interconexión es a través de los hubs aéreos metropolitanos** (Aeroparque, Ezeiza y/o El Palomar), ya que resulta natural que los aeropuertos del interior tengan vuelos directos hacia dichos hubs, lo que posibilita entonces la interconexión de todos los aeropuertos a través de una triangulación con los aeropuertos metropolitanos, transformándolos en hubs aéreos.

d.- Por una cuestión geográfica, una **parte de las combinaciones entre aeropuertos podría conectarse más eficientemente** (al menos, con menor exigencia de distancias recorridas) **triangulando con el aeropuerto Córdoba**. De esta forma, a medida que los flujos de pasajeros van haciendo económicamente viables conexiones con Córdoba, la interconexión entre los aeropuertos del interior va ganando en eficiencia, dado que, a medida que van sustituyéndose los hubs aéreos metropolitanos por el hub aéreo Córdoba, van reduciéndose las distancias requeridas para la interconexión.

El algoritmo presentado en el Anexo permite **estimar la reducción de distancias en la conectividad del interior del país** tomando los vuelos directos existentes cada año y calculando, para el resto de las combinaciones posibles, un primer escenario con conectividad vía hubs aéreos metropolitanos y **un segundo escenario con conectividad vía hub aéreo Córdoba**. Comparando las distancias totales de ambos escenarios, es posible estimar entonces el impacto potencial del hub aéreo Córdoba

---

<sup>6</sup> Surge de  $n \times (n-1) / 2 = 36 \times 35 / 2 = 630$ .

sobre la conectividad del interior del país, a través de la reducción de las distancias recorridas lo que, naturalmente, genera reducción de costos de conectividad.

Tomando los vuelos directos existentes en diciembre de 2019, el hub aéreo Córdoba **reduce las distancias en el 64.8% de las combinaciones** entre aeropuertos del interior del país, con una **reducción total del 15.9% en las distancias recorridas**<sup>7</sup>.

## V.- Evolución de la conectividad de los aeropuertos del interior del país

Las dos secciones previas mostraron el impacto **potencial** del HAC sobre la conectividad de los aeropuertos del interior del país, primero considerando sólo el subsistema de aeropuertos con vuelos directos a Córdoba en 2019 y luego considerando la totalidad de los aeropuertos del interior. Esta sección analiza la **evolución de la conectividad efectiva de los aeropuertos del interior del país durante los últimos 20 años**.

Para ello, se segmenta al sistema aerocomercial de Argentina en cuatro hubs aéreos (Aeroparque, Ezeiza, El Palomar y Córdoba), se considera, como patrón de conectividad deseada, a todas las combinaciones posibles entre los aeropuertos del interior del país y se utiliza un modelo con cuatro segmentos de conectividad:

**Segmento 1: vuelos directos.** Los pares de aeropuertos con vuelos directos, tomando como referencia los vuelos efectivamente registrados en las estadísticas de la ANAC cada mes desde enero de 2001. Implica, por definición, la menor distancia posible en la conectividad de ambos aeropuertos.

**Segmento 2: HAC.** Los pares de aeropuertos sin vuelos directos, en los cuales ambos tienen vuelos al aeropuerto Córdoba y la suma de ambas distancias a este último es menor que la suma de las distancias de ambos aeropuertos a Aeroparque.

**Segmento 3: HAA.** Los pares de aeropuertos sin vuelos directos, en los cuales al menos uno de ellos no tiene vuelos al aeropuerto Córdoba o, en caso de que ambos tengan vuelos a este último, la suma de las distancias al mismo sea superior a la suma de distancias a Aeroparque.

**Segmento 4: sin conexión.** Los pares de aeropuertos sin vuelos directos entre sí y sin conectividad posible a través de Aeroparque (o Ezeiza o El Palomar, los otros dos aeropuertos metropolitanos) o del aeropuerto Córdoba.

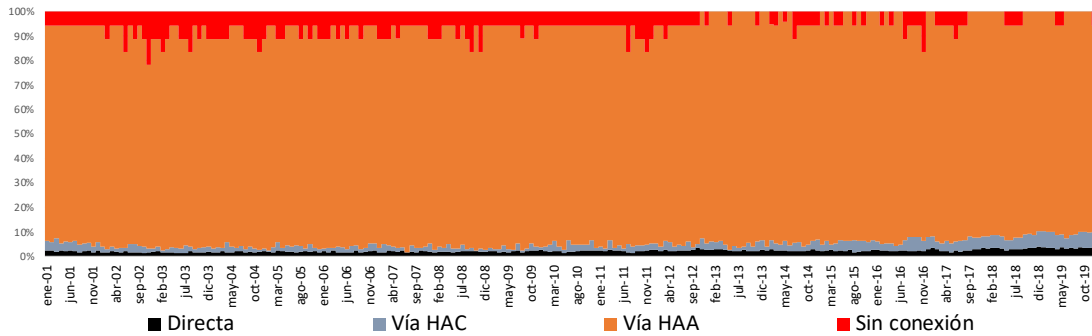
El gráfico 1 muestra la participación de cada segmento en el total de combinaciones posibles entre todos los aeropuertos del interior del país entre 2001 y 2019. Muestra que (a) la mayor cantidad de combinaciones puede conectarse vía Aeroparque, (b) la

---

<sup>7</sup> No se presentan las matrices de conectividad aérea por la dimensión de las mismas (matrices de 630 filas x 630 columnas). De todos modos, pueden obtenerse a través del primero de los algoritmos en lenguaje de programación Python presentados en el Anexo.

conectividad vía HAC es menor, pero creciente hasta 2019 (puede verse con mayor precisión en el gráfico 2), la conectividad de menor distancia, vía vuelos directos, también ha aumentado durante los últimos años, aunque por debajo de la conectividad vía HAC (nuevamente, ver gráfico 2).

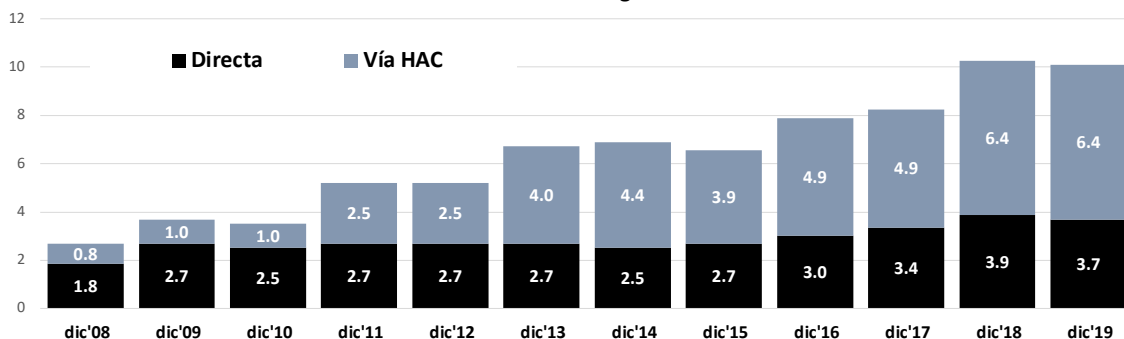
**Gráfico 1**  
**Conectividad aérea según tipo de conexión**  
% de combinaciones en cada segmento - 2001 a 2019



Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21. Con datos de ANAC.

Mientras en diciembre de 2008, el 1.8% de las combinaciones entre aeropuertos del interior se conectaba vía vuelos directos y el 0.8% lo hacía a través del HAC, en diciembre de 2019 estos porcentajes se incrementaron al 3.7% (poco más del doble que en diciembre de 2008) y al 6.4% (ocho veces más), como se observa en el gráfico 2.

**Gráfico 2**  
**Conectividad aérea según tipo de conexión**  
% de combinaciones en cada segmento - 2008 a 2019

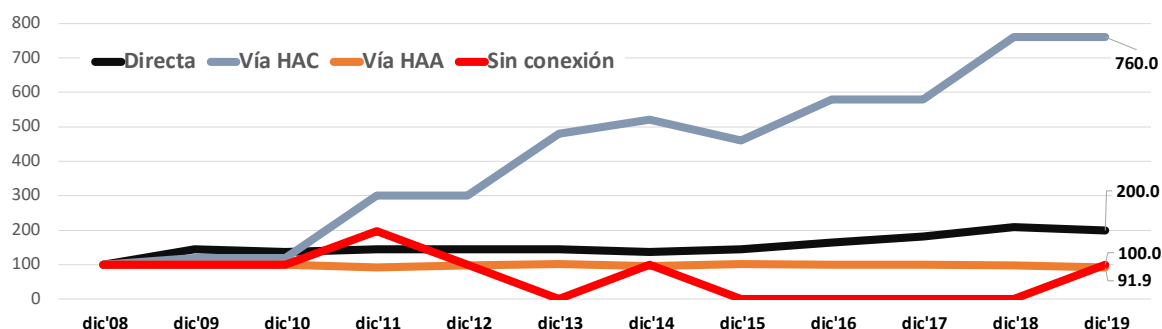


Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21. Con datos de ANAC.

El gráfico 3 muestra, a través de números índice con valor 100 en diciembre de 2008, cómo la cantidad de combinaciones con conexión vía HAC alcanzó el nivel 760 en diciembre de 2019, mientras la cantidad de combinaciones con conexión directa alcanzó el nivel 200 en dicho mes.



**Gráfico 3**  
**Evolución de la conectividad aérea**  
Indices dic'08 = 100



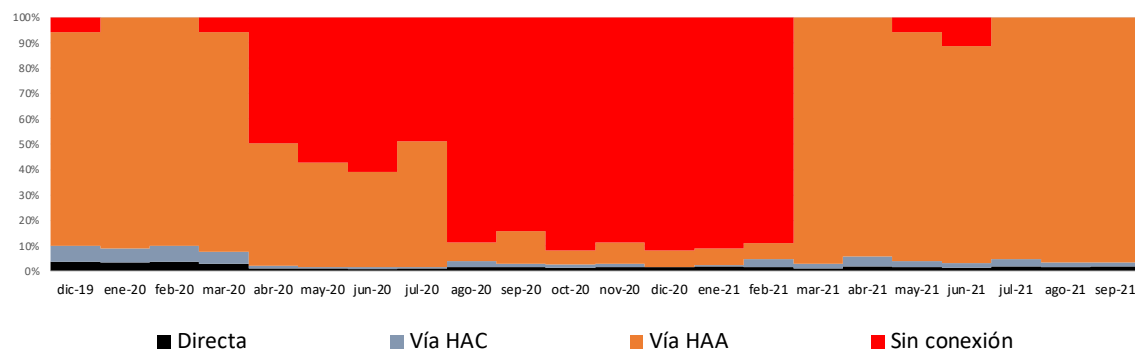
Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21. Con datos de ANAC.

## VI.- Un indicador de conectividad de aeropuertos del interior

El análisis realizado en la sección anterior a los fines de dar cuenta de la evolución de la conectividad en el interior del país durante las últimas dos décadas puede utilizarse también como base para la **generación de estadísticas que midan, de ahora en más, la evolución de la conectividad en el interior del país.**

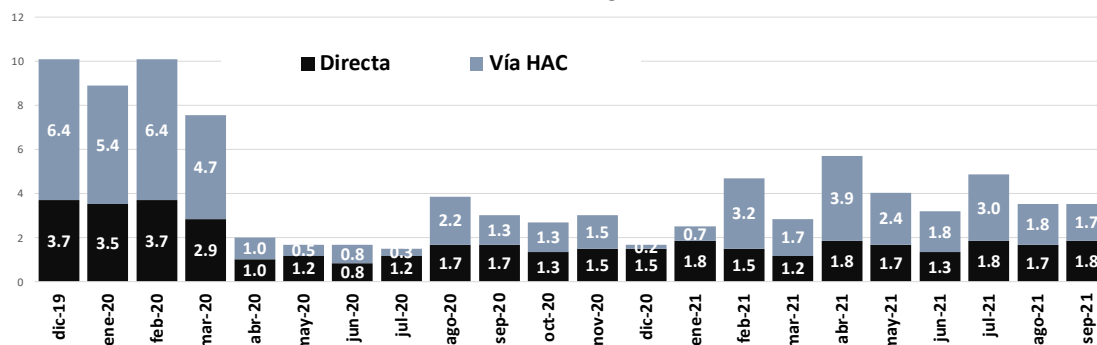
Los gráficos 4 y 5 muestran cómo **estos indicadores dan cuenta de la desconexión producida entre abril de 2020 y febrero de 2021**, producto del cierre de aeropuertos en el contexto de la pandemia de Covid-19, y de la posterior recuperación de la conectividad, a través, fundamentalmente, de la triangulación con el hub aéreo de Aeroparque, en detrimento de la triangulación más eficiente con el hub aéreo Córdoba, lo que puede observarse con mayor claridad en el gráfico 5.

**Gráfico 4**  
**Conectividad aérea según tipo de conexión**  
% de combinaciones en cada segmento - 2019 a 2021



Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21. Con datos de ANAC.

**Gráfico 5**  
**Conectividad aérea según tipo de conexión**  
% de combinaciones en cada segmento - Desde 2019



Fuente: Instituto de Economía Política. Universidad Siglo 21. Con datos de ANAC.

En efecto, luego de haber permitido la interconexión del 6.4% de las combinaciones de aeropuertos del interior del país, **la incidencia del HAC prácticamente desapareció en los meses siguientes a la irrupción de la pandemia. A septiembre de 2021, último dato disponible al momento de la elaboración del presente documento de trabajo, el HAC permite la interconexión de sólo el 1.7% de los aeropuertos del interior, un retroceso de más de una década (ver gráfico 2).**

### Anexo.- Algoritmo de cálculo de conectividad de aeropuertos del interior

Para la estimación de los indicadores utilizados en este documento de trabajo se elaboró un algoritmo en lenguaje de programación Python, que se detalla en esta sección para que pueda ser sometido a análisis, utilizado como base para profundizar el estudio y utilizado para generar una estadística mensual de conectividad en el interior del país a partir de las estadísticas publicadas por la ANAC.

```
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
"""
```

Codificación:

Aeroparque = 1

Bahía Blanca = 2

Bariloche = 3

Catamarca = 4

Chapelco = 5

Comod. Rivadavia = 6  
Córdoba = 7  
Corrientes = 8  
El Calafate = 9  
El Palomar = 10  
Esquel = 11  
Ezeiza = 12  
Formosa = 13  
Iguazú = 14  
Jujuy = 15  
La Rioja = 16  
Mar del Plata = 17  
Mendoza = 18  
Neuquén = 19  
Paraná = 20  
Posadas = 21  
Puerto Madryn = 22  
Resistencia = 23  
Río Cuarto = 24  
Río Gallegos = 25  
Río Grande = 26  
Rosario = 27  
Salta = 28  
San Juan = 29  
San Luis = 30  
San Rafael = 31  
Santa Fe = 32  
Santa Rosa = 33  
Santiago del Estero = 34  
Termas Río Hondo = 35  
Trelew = 36  
Tucumán = 37  
Ushuaia = 38  
Viedma = 39  
""

```
vuelos = pd.read_excel('matriz_vuelos.xlsx')  
matriz_distancias = pd.read_excel('matriz_distancias.xlsx')  
mes = vuelos['mes']
```

```
ruta = dict()
for i in range (1,40):
    for j in range (1,40):
        ruta[i,j] = vuelos['Aeroparque - Córdoba']*0

ruta[1,7] = vuelos['Aeroparque - Córdoba']
ruta[1,18] = vuelos['Aeroparque - Mendoza']
ruta[1,14] = vuelos['Aeroparque - Iguazú']
ruta[1,3] = vuelos['Aeroparque - Bariloche']
ruta[1,19] = vuelos['Aeroparque - Neuquén']
ruta[1,28] = vuelos['Aeroparque - Salta']
ruta[1,37] = vuelos['Aeroparque - Tucumán']
ruta[1,38] = vuelos['Aeroparque - Ushuaia']
ruta[1,6] = vuelos['Aeroparque - Comod. Rivadavia']
ruta[1,9] = vuelos['Aeroparque - El Calafate']
ruta[3,10] = vuelos['Bariloche - El Palomar']
ruta[1,36] = vuelos['Aeroparque - Trelew']
ruta[1,17] = vuelos['Aeroparque - Mar del Plata']
ruta[1,2] = vuelos['Aeroparque - Bahía Blanca']
ruta[1,25] = vuelos['Aeroparque - Río Gallegos']
ruta[1,23] = vuelos['Aeroparque - Resistencia']
ruta[1,15] = vuelos['Aeroparque - Jujuy']
ruta[7,12] = vuelos['Córdoba - Ezeiza']
ruta[3,12] = vuelos['Bariloche - Ezeiza']
ruta[1,21] = vuelos['Aeroparque - Posadas']
ruta[10,14] = vuelos['El Palomar - Iguazú']
ruta[10,18] = vuelos['El Palomar - Mendoza']
ruta[7,10] = vuelos['Córdoba - El Palomar']
ruta[1,27] = vuelos['Aeroparque - Rosario']
ruta[1,29] = vuelos['Aeroparque - San Juan']
ruta[1,5] = vuelos['Aeroparque - Chapelco']
ruta[7,28] = vuelos['Córdoba - Salta']
ruta[12,18] = vuelos['Ezeiza - Mendoza']
ruta[10,28] = vuelos['El Palomar - Salta']
ruta[1,26] = vuelos['Aeroparque - Río Grande']
ruta[10,38] = vuelos['El Calafate - Ushuaia']
ruta[7,18] = vuelos['Córdoba - Mendoza']
ruta[3,7] = vuelos['Bariloche - Córdoba']
```

ruta[7,19] = vuelos['Córdoba - Neuquén']  
ruta[12,28] = vuelos['Ezeiza - Salta']  
ruta[8,10] = vuelos['Corrientes - El Palomar']  
ruta[1,13] = vuelos['Aeroparque - Formosa']  
ruta[10,19] = vuelos['El Palomar - Neuquén']  
ruta[7,14] = vuelos['Córdoba - Iguazú']  
ruta[10,37] = vuelos['El Palomar - Tucumán']  
ruta[1,34] = vuelos['Aeroparque - Santiago del Estero']  
ruta[1,32] = vuelos['Aeroparque - Santa Fe']  
ruta[10,21] = vuelos['El Palomar - Posadas']  
ruta[10,15] = vuelos['El Palomar - Jujuy']  
ruta[12,14] = vuelos['Ezeiza - Iguazú']  
ruta[1,8] = vuelos['Aeroparque - Corrientes']  
ruta[1,22] = vuelos['Aeroparque - Puerto Madryn']  
ruta[1,30] = vuelos['Aeroparque - San Luis']  
ruta[1,37] = vuelos['Córdoba - Tucumán']  
ruta[12,37] = vuelos['Ezeiza - Tucumán']  
ruta[6,7] = vuelos['Comod. Rivadavia - Córdoba']  
ruta[12,38] = vuelos['Ezeiza - Ushuaia']  
ruta[1,16] = vuelos['Aeroparque - La Rioja']  
ruta[18,19] = vuelos['Mendoza - Neuquén']  
ruta[1,20] = vuelos['Aeroparque - Paraná']  
ruta[1,4] = vuelos['Aeroparque - Catamarca']  
ruta[12,27] = vuelos['Ezeiza - Rosario']  
ruta[1,31] = vuelos['Aeroparque - San Rafael']  
ruta[14,28] = vuelos['Iguazú - Salta']  
ruta[7,15] = vuelos['Córdoba - Jujuy']  
ruta[1,11] = vuelos['Aeroparque - Esquel']  
ruta[9,12] = vuelos['El Calafate - Ezeiza']  
ruta[27,28] = vuelos['Rosario - Salta']  
ruta[3,9] = vuelos['Bariloche - El Calafate']  
ruta[1,33] = vuelos['Aeroparque - Santa Rosa']  
ruta[10,34] = vuelos['El Palomar - Santiago del Estero']  
ruta[6,19] = vuelos['Comod. Rivadavia - Neuquén']  
ruta[7,38] = vuelos['Córdoba - Ushuaia']  
ruta[14,27] = vuelos['Iguazú - Rosario']  
ruta[12,17] = vuelos['Ezeiza - Mar del Plata']  
ruta[18,28] = vuelos['Mendoza - Salta']  
ruta[1,39] = vuelos['Aeroparque - Viedma']

ruta[1,24] = vuelos['Aeroparque - Río Cuarto']  
ruta[3,27] = vuelos['Bariloche - Rosario']  
ruta[7,23] = vuelos['Córdoba - Resistencia']  
ruta[7,17] = vuelos['Córdoba - Mar del Plata']  
ruta[10,36] = vuelos['El Palomar - Trelew']  
ruta[6,18] = vuelos['Comod. Rivadavia - Mendoza']  
ruta[18,27] = vuelos['Mendoza - Rosario']  
ruta[2,17] = vuelos['Bahía Blanca - Mar del Plata']  
ruta[36,38] = vuelos['Trelew - Ushuaia']  
ruta[3,18] = vuelos['Bariloche - Mendoza']  
ruta[14,18] = vuelos['Iguazú - Mendoza']  
ruta[2,38] = vuelos['Bahía Blanca - Ushuaia']  
ruta[7,21] = vuelos['Córdoba - Posadas']  
ruta[19,28] = vuelos['Neuquén - Salta']  
ruta[2,10] = vuelos['Bahía Blanca - El Palomar']  
ruta[7,9] = vuelos['Córdoba - El Calafate']  
ruta[12,36] = vuelos['Ezeiza - Trelew']  
ruta[3,37] = vuelos['Bariloche - Tucumán']  
ruta[2,36] = vuelos['Bahía Blanca - Trelew']  
ruta[7,36] = vuelos['Córdoba - Trelew']  
ruta[6,36] = vuelos['Comod. Rivadavia - Trelew']  
ruta[9,36] = vuelos['El Calafate - Trelew']  
ruta[1,35] = vuelos['Aeroparque - Termas Río Hondo']  
ruta[7,8] = vuelos['Córdoba - Corrientes']  
ruta[18,37] = vuelos['Mendoza - Tucumán']  
ruta[17,37] = vuelos['Mar del Plata - Tucumán']  
ruta[12,23] = vuelos['Ezeiza - Resistencia']  
ruta[15,28] = vuelos['Jujuy - Salta']

# Algoritmo 1 - Impacto potencial del HAC en sistema aerocomercial del interior

\*\*\*\*

- (1) Se consideran los aeropuertos del interior del país (se excluyen Aeroparque, Ezeiza y El Palomar).
- (2) Se analiza un escenario original con conexiones entre aeropuertos a través del hub aéreo Aeroparque (HAA), computando la sumatoria de distancia entre cada aeropuerto y Aeroparque.
- (3) Se analiza un segundo escenario, con las conexiones directas entre aeropuertos, tomando la distancia entre ambos, considerando para el resto conexión vía Aeroparque.
- (4) Se analiza un tercer escenario, considerando las conexiones directas entre aeropuertos y, para las combinaciones sin

conexión directa, se computa el de menor distancia entre Córdoba y Aeroparque.

(5) El indicador 1 computa el porcentaje de reducción de distancia al incorporar conexiones directas; el indicador 2

computa el porcentaje adicional de reducción de distancia cuando se encuentra disponible el HAC.

"""

```
dist = dict()
```

```
for aep in range(1,40):
```

```
    straep = str(aep)
```

```
    dist[aep] = matriz_distancias['aep_'+straep]
```

```
meses = len(mes)
```

```
suma_HAA = dict()
```

```
suma_HAA_reducida = dict()
```

```
suma_HAC = dict()
```

```
cant_HAC = dict()
```

```
cant_total = dict()
```

```
matriz_HAA = dict()
```

```
matriz_HAA_reducida = dict()
```

```
matriz_HAC = dict()
```

```
indicador_HAC1 = dict()
```

```
indicador_HAC2 = dict()
```

```
for m in range(0,meses):
```

```
    matriz_HAA[m] = np.zeros((39,39))
```

```
    matriz_HAA_reducida[m] = np.zeros((39,39))
```

```
    matriz_HAC[m] = np.zeros((39,39))
```

```
    suma_HAA[m] = 0
```

```
    suma_HAA_reducida[m] = 0
```

```
    suma_HAC[m] = 0
```

```
    cant_HAC[m] = 0
```

```
    cant_total[m] = 0
```

```
    for aep1 in range(1,40):
```

```
        for aep2 in range(1,40):
```

```
            if aep1 != aep2 and aep1 != 1 and aep1 != 10 and aep1 != 12 and aep2 != 1 and aep2 != 10 and aep2 != 12 :
```

```
                cant_total[m] = cant_total[m] + 1
```

```

# Escenario conexiones con AMBA:
suma_HAA[m] = suma_HAA[m] + dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]
matriz_HAA[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]

# Escenario con conexiones directas, resto hub AMBA
if ruta[aep1,aep2][m] or ruta[aep2,aep1][m] > 0:
    suma_HAA_reducida[m] = suma_HAA_reducida[m] + dist[aep1][aep2-1]
    matriz_HAA_reducida[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][aep2-1]
else:
    suma_HAA_reducida[m] = suma_HAA_reducida[m] + dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]
    matriz_HAA_reducida[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]

# Escenario con adicional HAC donde sea eficiente:
if ruta[aep1,aep2][m] or ruta[aep2,aep1][m] > 0:
    suma_HAC[m] = suma_HAC[m] + dist[aep1][aep2-1]
    matriz_HAC[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][aep2-1]
else:
    if dist[aep1][7-1] + dist[aep2][7-1] < dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]:
        suma_HAC[m] = suma_HAC[m] + dist[aep1][7-1] + dist[aep2][7-1]
        matriz_HAC[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][7-1] + dist[aep2][7-1]
        cant_HAC[m] = cant_HAC[m] + 1
    else:
        suma_HAC[m] = suma_HAC[m] + dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]
        matriz_HAC[m][aep1-1,aep2-1] = dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]

indicador_HAC1[m] = (suma_HAA_reducida[m]/suma_HAA[m]-1)*100
indicador_HAC2[m] = (suma_HAC[m]/suma_HAA_reducida[m]-1)*100

np.savetxt('matriz_HAA.csv',matriz_HAA[228], delimiter=',')
np.savetxt('matriz_HAA_reducida.csv',matriz_HAA_reducida[228], delimiter=',')
np.savetxt('matriz_HAC.csv',matriz_HAC[228], delimiter=',')

print(indicador_HAC2[228],cant_HAC[228]/cant_total[228]*100)

# Algoritmo 2 - Impacto histórico del HAC en sistema aerocomercial del interior
****

(1) Se consideran todos los aeropuertos del país, y todas las combinaciones posibles entre ellos.
(2) En cada momento, se computan las combinaciones con vuelos directos.

```



(3) Para las combinaciones sin vuelos directos, se computan las que tengan conexión via HAC y ésta sea más corta que vía HAA.

(4) Para el resto de las combinaciones, se computan las que tengan conexión vía HAA.

(5) El resto de las combinaciones queda en la categoría 'sin conexión'.

(6) Se grafican los cuatro grupos de combinaciones

"""

```
dist = dict()
```

```
for aep in range (1,40):
```

```
    straep = str(aep)
```

```
    dist[aep] = matriz_distancias['aep_'+straep]
```

```
meses = len(mes)
```

```
vector_directa = np.zeros((1,meses))
```

```
vector_HAC = np.zeros((1,meses))
```

```
vector_HAA = np.zeros((1,meses))
```

```
vector_sin_conexion = np.zeros((1,meses))
```

```
matriz_detalle = dict()
```

```
for m in range(0,meses):
```

```
    matriz_detalle[m] = np.zeros((39,39))
```

```
    for aep1 in range(1,40):
```

```
        for aep2 in range(1,40):
```

```
            if (aep1 != aep2 and aep1 !=1 and aep1 !=7 and aep1 != 10 and aep1 != 12
```

```
                and aep2 !=1 and aep2 !=7 and aep2 != 10 and aep2 != 12):
```

```
                if ruta[aep1,aep2][m] or ruta[aep2,aep1][m] > 0:
```

```
                    vector_directa[0,m] = vector_directa[0,m] + 1
```

```
                    matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 1
```

```
                elif (ruta[aep1,7][m] or ruta[7,aep1][m] > 0) and (ruta[aep2,7][m] or ruta[7,aep2][m] > 0):
```

```
                    if ((ruta[aep1,1][m] or ruta[1,aep1][m] or ruta[aep1,10][m] or ruta[10,aep1][m]
```

```
                        or ruta[aep1,12][m] or ruta[12,aep1][m] > 0) and (ruta[aep2,1][m] or ruta[1,aep2][m]
```

```
                        or ruta[aep2,10][m] or ruta[10,aep2][m] or ruta[aep2,12][m] or ruta[12,aep2][m] > 0)):
```

```
                        if dist[aep1][7-1] + dist[aep2][7-1] < dist[aep1][1-1] + dist[aep2][1-1]:
```

```
                            vector_HAC[0,m] = vector_HAC[0,m] + 1
```

```
                            matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 2
```

```
                    else:
```

```
                        vector_HAA[0,m] = vector_HAA[0,m] + 1
```

```
                        matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 3
```

```
else:
    vector_HAC[0,m] = vector_HAC[0,m] + 1
    matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 2
elif ((ruta[aep1,1][m] or ruta[1,aep1][m] or ruta[aep1,10][m] or ruta[10,aep1][m]
    or ruta[aep1,12][m] or ruta[12,aep1][m]> 0) and (ruta[aep2,1][m] or ruta[1,aep2][m]
    or ruta[aep2,10][m] or ruta[10,aep2][m] or ruta[aep2,12][m] or ruta[12,aep2][m]> 0)):
    vector_HAA[0,m] = vector_HAA[0,m] + 1
    matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 2
else:
    vector_sin_conexion[0,m] = vector_sin_conexion[0,m] + 1
    matriz_detalle[m][aep1-1,aep2-1] = 4
np.savetxt('vector_directa.csv',vector_directa, delimiter=',')
np.savetxt('vector_HAC.csv',vector_HAC, delimiter=',')
np.savetxt('vector_HAA.csv',vector_HAA, delimiter=',')
np.savetxt('vector_sin_conexion.csv',vector_sin_conexion, delimiter=',')
np.savetxt('matriz_detalle.csv',matriz_detalle[227], delimiter=',')

print('listo')
```