

La calidad de los hubs de América Latina

[The quality of Latin American hubs]

Gustavo Lipovich*

Universidad de Buenos Aires, Argentina

Submitted 27 Sep 2011; received in revised form 4 Dec 2011; accepted 30 Jan 2012

Resumo

La medición de la calidad de los hubs, es una tarea que se encuentra en pleno desarrollo con importantes innovaciones que se fueron sucediendo en los últimos años. Sin embargo, el estudio basado en América Latina, exige de ciertas calibraciones en las metodologías más aceptadas, por las propias particularidades del mercado aerocomercial de la región analizada. En este sentido, se retoman las consideraciones básicas respecto al concepto hub, que son útiles para la correcta interpretación de un término que cuenta con acepciones variadas. El objetivo es hacer un análisis comparativo de la calidad de los hubs, estudiando la concentración temporal de las operaciones, en base a las conexiones indirectas realizadas por una misma línea aérea. Los resultados de esta medición, realizada sobre un total de 60 hubs latinoamericanos, muestran que no es posible trazar vinculaciones directas o tendencias generales respecto a indicadores de calidad operativa de hubs.

Palavras-Chave: hub; América Latina; calidad operativa; conexiones indirectas; geografía del transporte aéreo.

Abstract

The measurement of hub quality is a continuous growing activity with significant innovations that take place in recent years. Therefore, the study based in Latin America, needs some calibrations in most of the accepted methodologies, because of the own particularities of the airline market of the analyzed region. In this sense, basic considerations related with the hub concept are reviewed, because it is useful to make correct interpretations of a term that have multiple meanings. The objective consists on the realization of a comparative analysis of hub quality by studying the temporal concentration of flows, based on indirect on-line connections. The results of this measurement made over 60 Latin American hubs, shows that it is not possible to make direct relations or general trends in respect to hub operative quality.

Key words: airline hub; latin america; operations quality; indirect connections; air transport geography.

* Email: glipovich@yahoo.com.ar.

Recommended Citation

Lipovich, G. (2012) La calidad de los hubs de América Latina. Journal of Transport Literature, vol. 6, n. 2, pp. 144-168.

■ JTL|RELIT is a fully electronic, peer-reviewed, open access, international journal focused on emerging transport markets and published by BPTS - Brazilian Transport Planning Society. Website www.transport-literature.org. ISSN 2238-1031.

This paper is downloadable at www.transport-literature.org/open-access.

1. Introducción

El marcado interés por los *hubs* aerocomerciales resultó en la realización de variados estudios desde la geografía, la economía y otras disciplinas científicas desde hace tiempo, como continuación y profundización de los análisis de las redes de transporte, en general, y del transporte aéreo, en particular. Estas investigaciones llevaron a que los *hubs* puedan ser definidos, clasificados y jerarquizados de múltiples formas a partir de diversos modelos y puntos de vista. Esta rica diversidad resultante genera, en algunos casos, malinterpretaciones. Al respecto, Button (2002) afirma que “la falta de alguna definición universal aceptada puede llevar a confusión en un debate y, más importante aún, puede llevar a no entender cuál debería ser el rol de cualquier *hub*”.

Los trabajos dedicados a analizar la calidad de los *hubs* o de las conexiones indirectas basándose en la definición a nivel línea aérea -en vez de concebirlas a nivel aeropuerto- no son muy frecuentes, aunque últimamente se pueden encontrar algunos desarrollos que incluyen una multiplicidad de índices nuevos que denotan la falta de consenso en un único método. Este trabajo tiene como objetivo el estudio de la calidad de las conexiones indirectas a partir del análisis de la concentración temporal, aportando dos rasgos novedosos. Por un lado, la iniciativa se basa en los aeropuertos de América Latina y el Caribe. Por el otro, no se toma rigurosamente a ninguno de los modelos previamente utilizados, sino que se presenta una metodología con variantes.

A lo largo de la publicación, el lector podrá encontrar diferentes caracterizaciones acerca de los *hubs*, un vasto grupo de referencias bibliográficas de las principales publicaciones realizadas sobre este tema, algunos métodos de análisis desarrollados con el fin de calcular la calidad de las conexiones indirectas que tienen lugar en ellos y la aplicación para el caso de los *hubs* de América Latina. Los resultados permiten verificar y comparar el grado de interconexión aerocomercial alcanzado en 60 *hubs* de la región, y al mismo tiempo, evidencian la pertinencia de discriminar las nociones de *hubs* según sus diferentes acepciones.

2. Hacia una caracterización de los *hubs*

De forma previa al estudio específico del caso de los *hubs* latinoamericanos, es oportuno distinguir la concepción de *hub* utilizada para el desarrollo de este análisis, frente a otras que son de uso generalizado.

2.1 ¿Qué es un *hub*?

El problema de las diferentes acepciones del concepto *hub* no reside tanto en la falta de claridad de las mismas, sino en la coexistencia de claras definiciones distintas que responden a un mismo término. En este sentido, se pueden agrupar las acepciones en dos clasificaciones dominantes, según el nivel en el que se basan las actividades analizadas -a nivel aeropuerto o a nivel línea aérea-.

A nivel aeropuerto, los *hubs* son definidos como *aeropuertos* que concentran espacialmente a la oferta o a la demanda respecto de la red de una línea aérea o del tráfico total de un país o región. En este sentido, Bowen (2000) analizó los *hubs* haciendo hincapié en el nivel de concentración de los vuelos de líneas aéreas en uno o algunos aeropuertos respecto al resto de sus redes. Por otro lado, se encuentran los trabajos que se basan en el nivel de concentración de la cantidad de pasajeros transportados en algunos aeropuertos. Esta es la base del concepto *hub* utilizado, por ejemplo, por el DOT y la FAA estadounidense y que también fue aplicado por Costa *et al.* (2009) -aunque con algunas variantes no conceptuales, para el análisis de la demanda en Brasil-. Otros autores ampliaron la definición asumiendo que en los aeropuertos donde se concentran muchas operaciones, los pasajeros pueden realizar conexiones fácilmente. (Kanafani y Hansen, 1985; Chou, 1993; Ivy, 1993, Shaw, S-L. 1993; O'Kelly, 1998; Horner y O'Kelly, 2001; Jayalath y Bandara, 2001; Martín y Román, 2004; Graham, 2005; Berry *et al.*, 2006). En estos trabajos se desarrollaron análisis vinculados a la localización de *hubs* y su relación con los costos, pero no indagaron sobre cómo se llevan a cabo dichas conexiones. Por último, existe otra variedad para definir un *hub* que también se plantea a nivel aeropuerto, aunque en este caso incluye exclusivamente a aquellos donde se concentran las operaciones de las líneas aéreas más grandes del mundo (Rutner y Mundy, 1996:81).

Más cercanamente en el tiempo, la definición de *hub* bajo la acepción basada a nivel *línea aérea* se ha generalizado también. Uno de los primeros trabajos donde se tuvo en cuenta este punto de vista de forma concreta, fue el desarrollado por Dennis (1994). Este autor incluso afirmó que “el concepto de *hub*, como un aeropuerto importante simplemente, no se mantiene más con mucha validez” y orientó su trabajo a las “operaciones *hub* individuales de cada línea aérea” (Dennis, 1994:221). Siguiendo con esta perspectiva, Burghouwt (2007:15) definió al *hub* como “un nodo de tráfico en la cual una línea aérea opera con una estructura de sistemas de oleadas para maximizar la conectividad indirecta y minimizar el tiempo de espera de los pasajeros”. Esta acepción fue también tomada por Bootsma (1997), Doganis (2002), Danesi (2006), Hanlon (2007), entre otros. Así, la definición de *hub* no sólo tiene en cuenta a la concentración espacial, sino también a la concentración temporal de los vuelos, por lo que se focaliza en las operaciones de una única línea aérea en un determinado aeropuerto. Burghouwt (2007:16) argumentó que la concentración espacial, es una precondition de la concentración temporal de los vuelos, ya que sin conectividad directa no puede haber una sustancial conectividad indirecta basada en un *hub*. Dicha aglomeración en el tiempo, se caracteriza por la contemporaneidad de arribos y luego de partidas (oleadas) de una empresa en algún aeropuerto. Entre los arribos y las partidas hay un tiempo funcional destinado a la realización de las conexiones de pasajeros y equipajes denominados como *bancos de conexión* (Burghouwt, 2007:163 y Shaw, S. 2007:163). Pero así como la concentración espacial de los vuelos puede no ser tan significativa para las líneas aéreas que operan con varios *hubs*, la concentración temporal de los flujos también puede tener varias oleadas al día o incluso un régimen continuado de operaciones. Esto no impide que tengan lugar grandes cantidades de conexiones. Esta tipología es conocida como *hubs continuos* (Burghouwt, 2007:15).

Se puede afirmar que la diferencia básica entre ambas acepciones se relaciona con el objeto al cual hace referencia el término *hub*. En el primer caso, un *hub* es un aeropuerto donde se concentran pasajeros, vuelos u operaciones de importantes líneas aéreas. En el otro, un *hub* es una estrategia aerocomercial llevada a cabo por una línea aérea sobre un aeropuerto.

A veces, los aeropuertos en donde las líneas aéreas aplican estrategias operativas para facilitar la interconexión de pasajeros coinciden en ser los más importantes de una red aerocomercial. Sin embargo, esto no sucede inevitablemente, ya que hay aeropuertos muy importantes en los

cuales las líneas aéreas que allí operan no aplican un itinerario de operaciones que estimule la interconexión de vuelos, como así también se puede verificar que ciertas líneas aéreas aplican estas estrategias operativas en aeropuertos que no son los más importantes de una determinada red aerocomercial.

Según la definición basada a nivel aeropuerto, en un *hub* puede haber varias líneas aéreas operando. Cuando una única línea aérea domina las operaciones de un cierto *hub* -bajo esta acepción-, esta puede ejercer algún tipo de comportamiento monopólico dando lugar al concepto de *hub fortaleza* o *fortress hub* (Doganis, 2002:257 y Martín y Román, 2003:868). Según la acepción basada a nivel línea aérea, en un mismo aeropuerto pueden encontrarse *hubs* de diferentes empresas. Bhadra y Hechtman (2004:29) denominan a los nodos percibidos desde este punto de vista, como *hubs operacionales*.

La coexistencia de ambos enfoques lleva a malinterpretaciones variadas en su análisis, incluso cuando se intenta hacer referencia a los orígenes históricos de los *hubs* aéreos. Algunos autores argumentan que los sistemas de *hubs* son previos a la desregulación aerocomercial estadounidense de 1978 (Chou, 1993:36; Shaw, S-L. 1993:47; Dennis, 1994:219; Hanlon, 2007:127). Más específicamente, Burghouwt (2007:9) afirmó que la *empresa* pionera en operar con un sistema basado en *hubs* fue *Delta* en Atlanta desde 1955, mientras que Ivy (1993:213) argumentó que *Atlanta* fue el primer *hub* y que existieron 15 *aeropuertos hubs* antes de 1978. Es clara la diferencia de acepción del término entre estos dos autores, ya que el primero se refiere a las operaciones de las líneas aéreas y el segundo a aeropuertos. Para sembrar aún más confusión, Graham (1995:110) afirmó que antes de 1978 sólo existía concentración espacial de flujos y no *hubs operacionales*, Doganis (2002) indica el comienzo de los *hubs operacionales* a partir de fines de los 70 con las estrategias adoptadas por FEDEX, mientras que otros autores afirman que los *hubs* nacieron luego de 1978 en Estados Unidos (Rutner y Mundy, 1996:81; Jayalath y Bandara, 2001:118; Tam y Hansman 2002:5; Martín y Román, 2004; Cento, 2009:95; y Martín y Voltes-Dorta, 2009:250).

Debido a las confusiones que pudieran sucederse, es conveniente aclarar qué acepción del término *hub* es utilizada para el desarrollo de trabajos vinculados con esta temática. En este sentido, es oportuno aclarar que este trabajo se desarrolló desde la perspectiva de los *hubs* basados en las operaciones de las líneas aéreas o *hubs operacionales*, haciendo énfasis en la

concentración temporal de los *hubs* -algunos de ellos ubicados en los mismos aeropuertos latinoamericanos-.

2.2 Impactos económicos que justifican la operación basada en hubs

La operación basada en *hubs* permite que las líneas aéreas sean más eficientes y costo-efectivas, según Shaw, S-L. (1993:47). Si bien este tipo de operación genera varios tipos economías y deseconomías, es conveniente remarcar brevemente las principales ventajas que la estimula: el funcionamiento de *hubs* permite reducir los costos al vincular pares de ciudades por medio de conexiones indirectas en vez de proveer servicios directos entre cada uno de las ciudades que conforman la red de una línea aérea -esta es la principal ventaja, por ser la primera en citarse en la bibliografía-; los efectos de red estimulan economías de escala y de densidad -que permiten incrementar las densidades de tráfico de las rutas justificando que éstas pueden ser cubiertas por aviones de mayor tamaño o con más frecuencias-; la concentración de las operaciones en un nodo permiten el desarrollo de economías de ámbito *-economies of scope-* que favorecen el ahorro de gastos relacionados con el personal y la organización ya que manteniendo la cantidad de dichos recursos se puede atender a un mayor número de operaciones; y, en los casos donde una línea aérea llega a dominar un nodo, estas gozan de ventajas monopólicas (Kanafani y Hansen, 1985:9; Shaw, S-L. 1993:47; Dennis, 1994:219; Graham, 1995:76-77; Horner y O'Kelly, 2001:255; Doganis, 2002:254-255; Gámir y Ramos, 2002:120; Berry *et al.*, 2006:183; Rodrigue, J-P. et al., 2006:48; Burghouwt, 2007:26; Hanlon, 2007; Shaw, S. 2007:163; Belobaba, 2009:165; Cento, 2009:29).

2.3 Factores atractivos para la localización de hubs.

En la bibliografía especializada sobre *hubs* aerocomerciales, se mencionan numerosos factores que son atractivos para la localización de los mismos. Sin embargo, algunos son mencionados de forma repetitiva por muchos autores (Dennis, 1994:220; Graham, 1985:114; Rutner y Mundy, 1996; O'Kelly, 1998:173; Jayalath y Bandara, 2001:117; Doganis, 2002:261; Martín y Román, 2004:136-137; Danesi, 2006:55-56; Burghouwt, 2007:31). Los dos factores más mencionados son: la centralidad geográfica respecto al mercado que va a ser servido -que no necesariamente debe responder a la configuración previa de la demanda- y la capacidad, características y posibilidades de expansión de las infraestructuras aeroportuarias -

tanto del lado aire como del lado tierra-. El tercer factor más citado se relaciona con el nivel de demanda correspondiente a la propia localización del *hub*. En este sentido, Dennis (1994:221) y Martín y Román (2004:142) incorporaron el término *wayport* para referirse a los *hubs* localizados en sitios con escasa demanda -“*hubs* en el desierto”-. El éxito de los *wayports* depende casi exclusivamente de la existencia de fuertes deseconomías o situaciones monopólicas en los *hubs* competidores. Otro factor menos mencionado -aunque tiene una gran importancia desde el análisis de los *hubs operacionales*- es que exista una empresa dispuesta a operar con un sistema de oleadas de vuelos para conectar pasajeros.

2.4 Nuevas estrategias

Es posible distinguir diferentes morfologías de redes basadas un *hubs*. Frecuentemente, se asocian a las estructuras de las redes con el tipo de empresa. Por ejemplo, las líneas aéreas de bajo costo se identificarían con una tipología basada en una red punto-a-punto y no incluirían *hubs*, mientras que las compañías tradicionales se relacionarían con *hubs* complejos que posibilitan una multiplicidad de conexiones indirectas. Sin embargo, las estructuras son dinámicas a partir de las nuevas estrategias aplicadas y parecen responder a lo ya enunciado en la década del 80 cuando Kanafani y Hansen (1985:2) afirmaron que no existía una relación directa entre la operación con *hubs* y los costos de las empresas en un estudio basado en datos correspondientes al período 1976-1984. De hecho, agregaron que “mientras la concentración espacial de los vuelos en *hubs* incrementan la productividad, la concentración temporal de los mismos pueden tener el efecto opuesto” (Kanafani y Hansen, 1985:11). Esta última argumentación es clave para entender las dinámicas de las nuevas estrategias.

Al respecto, es interesante el análisis de las redes generadas por las líneas aéreas de bajo costo. En un principio, mientras se producía el crecimiento acelerado de operaciones de las *low-cost*, algunos autores intentaron acompañar ese proceso destacando los importantes costos asociados a la operación en *hubs* y la inconveniencia económica de su puesta en práctica (Doganis, 2002 y Alderighi *et al.*, 2005, entre otros). Esta postura no tuvo mucha vigencia, ya que en realidad las redes de las *low-cost* no se parecían tanto a una red *punto-a-punto*, sino más bien, a una *punto-a-puntos*, debido a la importante concentración espacial de los flujos en pocos nodos. De hecho, Alderighi *et al.* (2007) se retractaron dos años después, ya que comprobaron la existencia de una fuerte concentración espacial de los vuelos de ese tipo de

empresas. Esta posición, luego es mantenida también por Burghouwt (2007:56), Hanlon (2007:128-129), Malighetti *et al.* (2007:55) y Cento (2009:32). A modo de ejemplo, se puede decir que la concentración espacial de los vuelos en la Unión Europea para 2005 es prácticamente la misma que la del 2000 (Lipovich, 2009:13), a pesar de la importante propagación de servicios *low-cost* que tuvieron lugar entre esos años en Europa. Por lo tanto, las *low-cost* estarían estimulando la productividad generada por la concentración espacial de los flujos y, al mismo tiempo, evitan los costos de la concentración temporal. A diferencia de los *hubs continuos*, las *low-cost* generan los denominados *hubs azarosos -random hubs-* (Burghouwt, 2007 y Malighetti *et al.*, 2007), que se caracterizan por estimular la conexión de vuelos aunque el pasajero deba poseer dos billetes diferentes y realizar él mismo la transferencia de su equipaje *-self-hubbing*, según Burghouwt (2007:27) y Malighetti *et al.* (2007:55)-.

Siguiendo con la misma lógica, las líneas aéreas tradicionales también se vieron forzadas a aplicar nuevas estrategias para reducir sus costos y así poder competir con las *low-cost* en mercados cada vez más competitivos. Por esta razón, y de modo semejante, buscaron privilegiar la concentración espacial de los flujos y evitar la concentración temporal de los mismos, aunque intentando mantener buenos niveles de conexión entre algunos determinados *spokes* a lo largo del día. Estas estrategias consistieron en evitar momentos picos tan intensos y equilibrar la distribución temporal de los vuelos formando *hubs sin picos -de-peaked hubs-* (Franke, 2004:20) o *hubs sin bancos de conexión -de-banked hubs-* (Belobaba, 2009:166).

En fin, las múltiples posibilidades de caracterizar a los *hubs* -si bien parecen hacer un gran aporte para incrementar las confusiones que tienen lugar desde el mismo intento por definir el término-, expone fielmente el afianzamiento de los sistemas híbridos. Así, se obstaculiza la clara interpretación de las lógicas complejas que poseen las redes y los *hubs* actuales, y subsiguientemente dificultan las mediciones de calidad de los mismos. En algunos casos, ya no se pueden distinguir claramente los tradicionales *hubs direccionales*, *hubs de área de influencia* ni sus oleadas de vuelos. Por esta razón, es conveniente dirigir la mirada sobre la existencia de conexiones de vuelos posibles para analizar a los actuales sistemas híbridos de *hubs*, aunque esto exija profundizar brevemente una explicación básica y elemental que habitualmente no se encuentra en la bibliografía especializada sobre las conexiones aéreas.

2.5 ¿Qué es una conexión aérea?

Las conexiones aéreas pueden ser clasificadas a partir de, principalmente, cuatro factores. En primer lugar, es posible diferenciar los vuelos directos -a veces denominados como *conexiones directas*- de las *conexiones indirectas*. Las conexiones indirectas suponen la realización de una o más escalas o transbordos. Según Matsumoto *et al.* (2008:10), “generalmente, las tarifas son más altas en vuelos directos que en conexiones indirectas entre dos ciudades”. Si bien, la tarifa es el principal factor de atracción para la realización de una conexión indirecta, existe otra cantidad de factores que inciden, principalmente, en la elección entre conexiones indirectas diferentes entre sí (Burghouwt, 2007:67). En segundo lugar, las conexiones indirectas pueden clasificarse según haya cambio de línea aérea -*conexiones interlineales*- o no la haya -*conexiones lineales*-. Graham (1995:77) y Matsumoto *et al.* (2008:10), coincidieron al afirmar que las tarifas son más altas en *conexiones interlineales* que en *conexiones lineales*. A pesar de basarse en estadísticas que no coinciden plenamente, Doganis (2002:255), Morrison (2005:414) y Hanlon (2007:185) afirmaron que en 1977 -justo antes de la desregulación aerocomercial estadounidense- las *conexiones lineales* alcanzaban aproximadamente el 25% de las totales, mientras que actualmente las *conexiones interlineales* casi no existen. Estos cambios responden a las estructuras estratégicas adoptadas por las líneas aéreas, a las diferencias de tarifas y, como argumentó Doganis (2002:256), por el incentivo a viajar en vuelos de una misma empresa, debido a la masificación de los programas de pasajeros frecuentes. Una tercera clasificación, -principalmente inducida por la presencia de los *hubs azarosos* desarrollados por las líneas aéreas de bajo costo- es la realización de conexiones programadas o no programadas. En las *conexiones programadas*, el equipaje es redireccionado entre los aviones por el personal de la línea aérea o del aeropuerto, el pasajero tiene un billete único y no tiene necesidad de salir del área estéril de los aeropuertos. En las *conexiones no programadas*, -*self-hubbing* como se mencionó anteriormente- el pasajero no posee un billete unificado, debe retirar el equipaje para luego volver a ingresarlo y, subsecuentemente, debe salir del área estéril del aeropuerto. En estos casos las *low-cost* reducen los costos de *handling*, los vinculados a las demoras, etc., y esos mismos costos son transferidos directamente al pasajero. Por último, las conexiones pueden clasificarse como *internas* o *externas* al aeropuerto. Las primeras implican el uso de cualquier otro modo de transporte para los movimientos de los pasajeros, aunque siempre dentro del predio aeroportuario, mientras que las segundas implican el cambio a otro aeropuerto ubicado en la

misma ciudad o área de influencia, lo que llevaría a realizar un verdadero viaje intermodal -situación no tan inusual en algunas ciudades como Buenos Aires o San Pablo-.

3. Metodología para calcular la calidad de los *hubs*.

Existen numerosas publicaciones y experiencias de análisis de los *hubs*, desde la perspectiva basada a nivel aeropuertos, dedicados principalmente a indagar cuestiones de concentración de tráfico y localización de *hubs*. Algunos de los trabajos que incluyen a aeropuertos latinoamericanos desde esta perspectiva, son los de Martín y Román (2003 y 2004) -enfocado en el tema de la localización- y el de Costa *et al.* (2009) -dedicado a la concentración-.

Por otra parte, los estudios sobre los *hubs* desde la perspectiva a nivel línea aérea dedicados a estudiar las concentraciones temporales y la calidad de las conexiones indirectas, son más nuevos y se destacan por una evolución constante de los métodos utilizados. En ellos se estudia la conectividad indirecta, que estaría indicada por la cantidad y calidad de dichas conexiones -que se configuran a partir de oleadas de vuelos (Bootsma, 1997)-.

Uno de los primeros trabajos dedicados al estudio de la concentración temporal de los vuelos es el de Dennis (1994). En este trabajo, se especificó la cantidad de partidas comprendidas en un intervalo de tiempo dado, que sigue a cada uno de los arribos de una línea aérea en un aeropuerto determinado. El intervalo temporal es definido como el tiempo transcurrido entre el *tiempo mínimo de conexión (M)* y el *tiempo máximo de conexión (T)*. El *M* varía para cada aeropuerto según el tipo de conexión -entre vuelos domésticos, internacionales o una combinación de ambos-, e incluso entre terminales diferentes (Hanlon, 2007). En cambio, el *T* generalmente es definido a criterio del investigador. Dennis (1994) utilizó un *radio de conectividad* que expone las diferencias entre una distribución regular de las frecuencias y la que realmente tienen las empresas en un aeropuerto.

Sin dudas, uno de los más importantes aportes en este tipo de análisis fue el desarrollado por Bootsma (1997) en su tesis doctoral. Debido a que Dennis (1994) no discriminó las partidas según el destino -en ese caso, los vuelos hacia a una ciudad muy cercana al aeropuerto donde se inició el primer vuelo es tenido en cuenta, incluso si el destino es el mismo aeropuerto de origen-, Bootsma (1997) identificó conexiones indirectas atractivas y no atractivas -útiles o

inútiles, según Hanlon (2007)-. Si bien Bootsma (1997) remarcó que una conexión es atractiva por variados factores, se concentró en el desarrollo del *factor de desvío (RI)*. El factor de desvío *RI* es igual a IDT/DDT , donde *DDT* es la distancia ortodrómica directa entre dos nodos y el *IDT* es la distancia ortodrómica indirecta entre esos dos puntos a través del *hub* y, al mismo tiempo, estableció un *RI* máximo (RI_M) de 1,25. Si el *RI* era mayor al RI_M , entonces esa conexión indirecta era catalogada como no atractiva y era excluida del cálculo. En este caso, el RI_M se aplica a todas las combinaciones de forma constante. Es posible pensar que en realidad el RI_M es relativo y puede ser calculado para cada una de las rutas, siempre y cuando, se cuente con una matriz de origen y destino (O/D). Igualmente, y para simplificar el cálculo, Bootsma tomó valores *M* y *T* fijos, perdiendo casos válidos de análisis.

Burghouwt (2007) adoptó la base del desarrollo de Bootsma (1997) con algunas variantes y agregados, con el fin de representar mejor lo que sucede en el “mundo real” frente al hipotético. Una diferencia básica es que tomó como $RI_M = 1,4$; ya que le agrega un diferencial equivalente a los tiempos de despegue y aterrizaje en el *hub*. Por otro lado, y basándose en Lijesen (2003), incluyó la valoración diferencial que tiene para un pasajero, el tiempo de espera en tierra frente al mismo tiempo en vuelo, calculada en 2,4; y desarrolló el siguiente modelo para medir el índice de *conexión indirecta ponderada (WI)*:

$$WI = \frac{2,4 * TI + RI}{3,4} \quad (1)$$

donde

$$TI = 1 - \frac{1}{T_j} T_h \quad (2)$$

donde $T_h > M_{ij}$ y $TI = 0$ cuando $T_h > T$

$$RI = 1 - \left(2 \frac{1}{2} R - 2 \frac{1}{2} \right) \quad (3)$$

y

$$R = \frac{IDT}{DDT} \quad (4)$$

donde $1 \leq R \leq 1,4$ y $TI = 0$ cuando $R > 1,4$.

Donde:

WI = conexión indirecta ponderada

TI = índice de transferencia (función lineal del tiempo de conexión)

RI = índice de desvío (función lineal del factor de desvío)

M_{ij} = tiempo mínimo de conexión para la conexión j en el aeropuerto i

T_j = tiempo máximo de conexión para la conexión j

T_h = tiempo de conexión en el *hub*

IDT = distancia ortodrómica indirecta

DDT = distancia ortodrómica directa

R = factor de desvío

Burghouwt (2007) adicionó que el WI puede ser agregado de muchas formas, aunque terminó trabajando con el *número total de conexiones indirectas ponderadas (WNX)*:

$$WNX = \sum WI \quad (5)$$

Si bien, este método mejora al trabajo realizado por Bootsma (1997) en su intento por expresar de forma más fidedigna al “mundo real”, es posible hacer algunas críticas. Por un lado, se vuelven a repetir en el análisis el mantenimiento de valores $M = 40$ minutos y $T = 90$ minutos para todos los casos -nuevamente, perdiendo casos válidos de análisis-. Por el otro lado, la sumatoria de las conexiones indirectas ponderadas (WI) impide ver con claridad tanto la cantidad como la calidad de conexión en un análisis comparativo -no queda claro cuántas combinaciones son atendidas y cuál es la calidad de las mismas-, a no ser que los casos comparables tengan cantidades de conexión equivalentes.

Si bien el método de Burghouwt (2007) es la base de este análisis, otros autores trabajaron sobre la calidad de las conexiones indirectas como Matsumoto *et al.* (2008), quienes llevaron adelante un estudio similar, aunque basado a nivel aeropuerto y no a nivel línea aérea; Danesi (2006), quien generó un *radio de conectividad* diferente al de Dennis (1994), ya que incluye la calidad de conexión; y el de Cento (2009), el cual se concentró en generar otro radio de conectividad consistente en relacionar los pares de ciudades y frecuencias atractivas que son conectadas indirectamente con las conectadas directamente.

4. La calidad de los *hubs* de América Latina.

4.1 Especificaciones de los ajustes del modelo y las restricciones aplicadas

Al analizar la calidad de los *hubs* latinoamericanos se presentan algunas particularidades que quizás no están tan presentes en Europa -territorio base de la mayor parte de los trabajos recién citados-. En primer lugar, es posible encontrar grandes diferencias en las características aeroportuarias que llevan ineludiblemente a trabajar con valores de M específicos para cada aeropuerto, mientras que los valores de T pueden ser comunes para los 60 casos analizados, y en este trabajo, T equivale a 180 minutos (ver Tabla 1). La diferencia en los valores responde a falencias o ventajas de los aeropuertos. No expresan la calidad *hubs operacionales*.

Tabla 1 - Tiempos mínimos y máximos de conexión.

<i>Hub</i>	Código <i>hub</i>	M (min.)*	T (min.)	<i>Hub</i>	Código <i>hub</i>	M (min.)*	T
Aeroparque - BA (A. Argentinas)	AEP-AR	30; 60; x	180	Manaos (Gol)	MAO-G3	30; 60; 60	180
Aeroparque - BA (LAN)	AEP-LA	30; 60; x	180	Manaos (TAM)	MAO-JJ	30; 60; 60	180
Antigua (LIAT)	ANU-LI	x; x; 30	180	Medellín (AVIANCA)	MDE-AV	25; 60; 60	180
Asunción (TAM)	ASU-JJ	x; 40; 40	180	C. de México (AeroMéxico)	MEX-AM	40; 90; 60	180
Belem (Gol)	BEL-G3	30; x; x	180	C. de México (InterJet)	MEX-4O	40; 90; 60	180
Belem (TAM)	BEL-JJ	30; x; x	180	C. de México (Mexicana)	MEX-MX	40; 90; 60	180
Bogotá (AVIANCA)	BOG-AV	25; 60; 30	180	Managua (TACA)	MGA-TA	x; x; 30	180
Brasilia (Gol)	BSB-G3	30; 60; 60	180	Miami (American Airlines)	MIA-AA	60; 60; 90	180
Brasilia (TAM)	BSB-JJ	30; 60; 60	180	Monterrey (AeroMéxico)	MTY-AM	60; 60; 60	180
Caracas (CONVIASA)	CCS-V0	40; 60; 60	180	Montevideo (PLUNA)	MVD-PU	x; x; 30	180
Congonhas - SP (Gol)	CGH-G3	60; x; x	180	Porto Alegre (Gol)	POA-G3	30; 60; 60	180
Congonhas - SP (TAM)	CGH-JJ	60; x; x	180	Porto Alegre (TAM)	POA-JJ	30; 60; 60	180
Cali (AVIANCA)	CLO-AV	30; 60; 60	180	Puerto España (Caribbean)	POS-BW	x; 60; 60	180
Confins - BH (Gol)	CNF-G3	30; 60; 60	180	C. de Panamá (COPA)	PTY-CM	x; x; 25	180
Confins - BH (TAM)	CNF-JJ	30; 60; 60	180	Recife (Gol)	REC-G3	30; 60; 60	180
Viracopos - SP (Gol)	CPQ-G3	30; x; x	180	Recife (TAM)	REC-JJ	30; 60; 60	180
Viracopos - SP (TAM)	CPQ-JJ	30; x; x	180	San Salvador (TACA)	SAL-TA	x; x; 30	180
Curitiba (Gol)	CWB-G3	30; 60; 60	180	San Pedro Sula (TACA)	SAP-TA	30; 30; 60	180
Curitiba (TAM)	CWB-JJ	30; 60; 60	180	Santiago (LAN)	SCL-LA	30; 60; 60	180
Ezeiza - BA (A. Argentinas)	EZE-AR	30; 60; 60	180	Santos Dumont - RJ (Gol)	SDU-G3	x; x; x	180
Ezeiza - BA (LAN)	EZE-LA	30; 60; 60	180	Santos Dumont - RJ (TAM)	SDU-JJ	x; x; x	180
Fortaleza (Gol)	FOR-G3	30; 60; 60	180	San José (TACA)	SJO-TA	x; x; 35	180
Fortaleza (TAM)	FOR-JJ	30; 60; 60	180	San Juan - PR (American)	SJU-AA	50; 50; 50	180
Guadalajara (Aeroméxico)	GDL-AM	50; 50; 50	180	Salvador (Gol)	SSA-G3	30; 60; 60	180
Galeao - RJ (Gol)	GIG-G3	60; 60; 60	180	Salvador (TAM)	SSA-JJ	30; 60; 60	180
Galeao - RJ (TAM)	GIG-JJ	60; 60; 60	180	Tegucigalpa (TACA)	TGU-TA	40; 40; 40	180
Guarulhos - SP (Gol)	GRU-G3	30; 60; 60	180	Tijuana (AeroMéxico)	TIJ-AM	40; 60; 60	180
Guarulhos - SP(TAM)	GRU-JJ	30; 60; 60	180	Toluca (InterJet)	TLC-4O	30; 60; 60	180
C. de Guatemala (TACA)	GUA-TA	x	180	Quito (TAME)	UIO-EQ	30; 60; 60	180
Lima (LAN)	LIM-LA	30; 90; 60	180	Santa Cruz (AeroSur)	VVI-5L	30; 40; 40	180
Lima (TACA)	LIM-TA	30; 90; 60	180				

M (min.)*: Tiempo mínimo de conexión en minutos (doméstico-doméstico; doméstico-intl.; intl.-intl.)

Fuente: Elaborado en base a Amadeus (<http://www.amadeus.net>)

En segundo lugar, al ser América Latina y el Caribe una región marginal en relación al mercado aerocomercial mundial, y para tener una referencia exógena de comparación -como por ejemplo con un *hub* estadounidense-, se incluyó al *hub* de American Airlines de Miami -que no se encuentra en América Latina, aunque brinda muchos vuelos hacia la región-. En este cálculo, se tiene en cuenta para las dos ciudades bajo soberanía estadounidense -Miami y San Juan de Puerto Rico- los destinos incluidos en la *US border preclearance* -que lleva a realizar los trámites aduaneros en el origen para algunos aeropuertos internacionales (AUA, BDA, FPO, NAS, YEG, YHZ, YOW, YUL, YVR, YWG, YYC, YYZ) con el fin de agilizar la conexión de vuelos en Estados Unidos- pasan a ser analizados como conexiones domésticas-domésticas.

Para este análisis, sólo se consideraron a las *conexiones indirectas* con una escala o transbordo, que sean *conexiones lineales, programadas e internas* al aeropuerto (ver punto 2.5). Las operaciones de las empresas subsidiarias son incluidas en el cálculo de las líneas aéreas centrales como si se tratara de una única línea aérea, pero no así las empresas aliadas o las compañías con las que se establecen acuerdos de código compartido. Los datos corresponden a los vuelos ofrecidos entre el 1 y el 7 de marzo de 2009.

Siguiendo los pasos del modelo de *conexión indirecta potenciada* desarrollada por Burghouwt (2007), se mantiene el coeficiente de percepción de los pasajeros del tiempo en tierra frente al tiempo en vuelo de 2,4 -por carecer de esa información para América Latina y el Caribe- y también se aplica un factor de desvío. Teniendo en cuenta que el factor de desvío en realidad es variable -ya que se relaciona con la densidad de la oferta y el nivel competitividad, y no se cuenta con la información de base para calcularlo-, se aplica para este análisis un $RI_M = 2$.

Igualmente, se agregaron otras restricciones con el objetivo de tener un análisis más cercano al “mundo real”, intentando evitar la realización de cálculos sobre un espacio puramente homogéneo. Por esta razón, se incluyeron algunas características puntuales para cada ruta indirecta relacionadas con el mercado y la geopolítica aerocomercial. Hay que destacar nuevamente, que cualquier restricción que se agregue, permite identificar qué rutas son atractivas para el pasajero o para el operador y cuáles no lo son.

En primer lugar, y vinculado a la realidad del mercado aerocomercial, en este trabajo se entiende como no atractiva a una ruta indirecta ofrecida por una empresa que brinda vuelos directos entre los mismos nodos, entendiendo que de esa forma, dicha empresa estaría compitiendo contra ella misma y la ruta indirecta pierde de atractivos para ser operada a partir de conexiones de alta calidad -aunque la oferta de conexiones de baja calidad puede ser pertinente ante estrategias comerciales orientadas a diferentes segmentos de la demanda-. Esto no se aplica cuando el servicio directo es ofrecido por otra empresa, ya que en este caso, la calidad de la conexión indirecta pasa a ser competitivamente estratégica.

En segundo lugar, se clasifican como no atractivas a las conexiones indirectas que no pueden ofrecerse porque violan algún tipo de normativa. Por ejemplo, el servicio indirecto entre Mendoza (Argentina) y Bariloche (Argentina) vía Santiago (Chile) ofrecido por LAN, podría ser atractivo por cumplir con las restricciones recién mencionadas, pero legalmente no está permitida su comercialización. En todo caso, los pasajeros pueden realizarla por medio de una conexión no programada -excluida en este estudio-. En una situación de mercado desregulado, ciertas libertades están vigentes, aunque esto no suceda en muchos casos latinoamericanos.

En tercer lugar, y con el fin de evitar la captura de conexiones indirectas puramente azarosas, el presente estudio tiene en cuenta a las rutas indirectas que son ofrecidas en ambos sentidos -ida y vuelta- con una conexión que se realiza dentro del intervalo temporal acotado por M y por T . Se reconoce que puede llegar a haber alguna pequeña distorsión con las empresas *multi-hubs*.

Es destacable que cada una de las restricciones que se agregan enriquece el análisis, aunque hace más complejo el cálculo final. Eso explicaría la simplificación y unificación de los valores relacionados con las -pocas- restricciones incluidas en trabajos de otros autores sobre la calidad de los *hubs*. El presente trabajo se basa en casi 70.000 frecuencias semanales directas, que llevaron a estudiar la situación particular de poco más de 25.000 pares de ciudades de forma indirecta y de más de 26 millones de conexiones indirectas posibles. Cada restricción que se adiciona tiene que ser verificada para cada uno de estos casos.

Con estas restricciones alternativas que se agregan, el modelo de Burghouwt (2007) se modifica para lograr una mejor adecuación al territorio estudiado, agregando restricciones de mercado y de política aerocomercial. Por lo tanto, el modelo aplicado es el siguiente:

$$WI = \frac{2,4 * TI + RI}{3,4} * C * L * IV \quad (6)$$

siempre que C, L e $IV = 1$; donde

$C = 1$, sólo si la misma empresa no tiene un servicio directo entre ambos nodos

$L = 1$, sólo si la empresa tiene la libertad legal de ofrecer ese servicio indirecto

$IV = 1$, sólo si existe un vuelo en sentido contrario dentro del intervalo M y T

donde

$$TI = 1 - \frac{1}{T_j} T_h \quad (7)$$

donde $T_j > T_h > M_{ij}$ y $WI = 0$ cuando $T_h > T_j$ o cuando $M_{ij} > T_h$

$$RI = 1 - \left(2 \frac{1}{2} R - 2 \frac{1}{2} \right) \quad (8)$$

y

$$R = \frac{IDT}{DDT} \quad (9)$$

donde $1 \leq R \leq 2$ y $WI = 0$ cuando $R > 2$.

Otra diferencia respecto al modelo de Burghouwt (2007), es la forma en la que el WI es agregado. En este caso, se calcula la calidad de las conexiones indirectas (\overline{WNX}) como:

$$\overline{WNX} = \overline{WI} \text{ para todos los casos donde } WI \neq 0 \quad (10)$$

El valor de \overline{WNX} expresa la calidad promedio de las conexiones indirectas que utilizan a cada uno de los *hubs* como nodo de conexión. De esta forma, este valor puede agregarse como otro índice de comparación entre las calidades de los *hubs* analizados.

4.2 Resultados

Los resultados que pueden extraerse de este análisis son variados, aunque por cuestiones de espacio disponible, aquí se detallan los más significativos relacionados con la medición de la calidad de los *hubs* latinoamericanos. De hecho, se hace hincapié en dos variables resultantes para expresar dicha calidad.

En primer lugar, la Tabla 2 -donde los *hubs* analizados con valores iguales a cero, fueron excluidos- expresa el porcentaje de pares de ciudades que efectivamente cuentan con conexiones indirectas atractivas, respecto del total de pares de ciudades que podrían ser ligados con conexiones atractivas -no se tuvieron en cuenta a aquellas conexiones indirectas que no cumplen con las restricciones, a diferencia de Cento (2009)-. En fin, esta simple idea parte de recoger la principal ventaja de la operación a partir de *hubs* (ver punto 2.2) que en los cálculos de calidad de *hubs* no se explora.

El análisis puede ser extendido si se tiene en cuenta que en algunos casos, las líneas aéreas planifican sus operaciones considerando la existencia de sistemas multi-aeroportuarios en ciertas ciudades latinoamericanas. De hecho, la realización de *conexiones externas* a los aeropuertos, aunque dentro de una misma área urbana, son frecuentes. Los sistemas multi-aeroportuarios más importantes son: Belo Horizonte (BHZ), Buenos Aires (BUE), Ciudad de México (MDF), Río de Janeiro (RIO) y San Pablo (SAO). Para calcular la calidad de los *hubs* -entendiendo a éstos como sistemas multi-aeroportuarios-, el tiempo de viaje terrestre entre los aeropuertos de un mismo sistema debe agregarse al *tiempo mínimo de conexión (M)*. Si bien la inclusión de *conexiones externas* sobrepasa la metodología aplicada, los resultados permiten verificar una situación que a veces es practicada por los pasajeros y las líneas aéreas en América Latina. Más aún, las líneas aéreas incluso ofrecen servicios de ómnibus para unir a los diferentes aeropuertos ubicados dentro del mismo sistema multi-aeroportuario para facilitar la realización de *conexiones externas* de pasajeros y equipajes. En algunos casos, los pasajeros no deben realizar un nuevo *check-in* y poseen billetes unificados. Del mismo modo que en la Tabla 2, el análisis de la calidad de los *hubs* de América Latina puede extenderse más allá para incluir el cálculo de la calidad de las *conexiones indirectas lineales* efectuadas entre diferentes aeropuertos que sirven a una misma área metropolitana (ver Tabla 3), manteniendo el valor $T = 180$ minutos.

Tabla 2 - Calidad de conexión indirecta de los hubs de América Latina y Miami (marzo-09).

Orden	Hub	% de pares*	Frecuencias	Orden	Hub	WNX (prom.)	Frecuencias
1	SJO-TA	75,49%	384	1	CPQ-JJ	82,11%	160
2	MVD-PU	75,00%	214	2	CCS-V0	76,47%	210
3	SAL-TA	74,67%	411	3	BEL-JJ	72,78%	236
4	CGH-G3	72,90%	1.426	4	MAO-G3	70,08%	179
5	PTY-CM	65,74%	1.079	5	ASU-JJ	68,73%	92
6	CGH-JJ	64,55%	1.392	6	SAL-TA	67,58%	411
7	REC-G3	63,16%	335	7	GUA-TA	67,47%	260
8	BSB-G3	62,20%	1.015	8	CLO-AV	67,33%	412
9	BSB-JJ	60,85%	1.106	9	CWB-JJ	65,61%	456
10	FOR-JJ	57,14%	320	10	FOR-JJ	65,41%	320
11	GRU-G3	56,88%	895	11	ANU-LI	64,70%	287
12	LIM-TA	55,32%	307	12	SAP-TA	64,33%	158
13	CWB-JJ	50,00%	456	13	MAO-JJ	63,77%	168
14	EZE-LA	50,00%	262	14	POA-JJ	62,72%	391
15	CNF-G3	48,57%	622	15	SSA-G3	62,18%	483
16	POA-G3	47,62%	478	16	LIM-TA	61,75%	307
17	BOG-AV	46,42%	1.964	17	SJO-TA	61,71%	384
18	CWB-G3	45,95%	525	18	TIJ-AM	61,44%	218
19	ASU-JJ	45,45%	92	19	REC-JJ	61,03%	327
20	SSA-G3	43,24%	483	20	FOR-G3	59,73%	278
21	MEX-AM	42,92%	2.164	21	VVI-5L	59,59%	179
22	TLC-4O	42,86%	234	22	BEL-G3	59,27%	206
23	AEP-LA	41,67%	322	23	MVD-PU	59,00%	214
24	GRU-JJ	41,67%	1.341	24	SSA-JJ	58,80%	627
25	POS-BW	41,38%	514	25	BSB-G3	56,40%	1.015
26	GIG-G3	41,28%	1.052	26	PTY-CM	56,24%	1.079
27	GIG-JJ	40,63%	913	27	GRU-G3	55,02%	895
28	SAP-TA	40,00%	158	28	BSB-JJ	54,95%	1.106
29	UIO-EQ	36,84%	415	29	CWB-G3	54,31%	525
30	SCL-LA	36,10%	1.046	30	MDE-AV	54,28%	402
31	ANU-LI	35,90%	287	31	EZE-LA	53,92%	262
32	MTY-AM	35,42%	652	32	AEP-LA	52,88%	322
33	MDE-AV	33,33%	402	33	SJU-AA	51,85%	806
34	REC-JJ	33,33%	327	34	UIO-EQ	50,88%	415
35	MIA-AA	32,62%	3.532	35	AEP-AR	50,69%	816
36	SJU-AA	29,20%	806	36	SCL-LA	50,64%	1.046
37	MEX-MX	28,88%	2.079	37	BOG-AV	50,45%	1.964
38	MAO-G3	28,57%	179	38	POA-G3	50,38%	478
39	BEL-G3	27,78%	206	39	CNF-G3	50,04%	622
40	FOR-G3	27,27%	278	40	GDL-AM	50,02%	632
41	AEP-AR	26,56%	816	41	POS-BW	49,62%	514
42	CPQ-JJ	25,00%	160	42	LIM-LA	49,44%	932
43	POA-JJ	25,00%	391	43	GRU-JJ	49,11%	1.341
44	BEL-JJ	23,81%	236	44	MEX-AM	48,71%	2.164
45	LIM-LA	23,32%	932	45	CGH-G3	48,50%	1.426
46	SSA-JJ	21,35%	627	46	MEX-MX	47,92%	2.079
47	GDL-AM	20,34%	632	47	GIG-JJ	47,19%	913
48	CLO-AV	20,00%	412	48	CGH-JJ	47,03%	1.392
49	GUA-TA	19,35%	260	49	MEX-4O	47,00%	316
50	MEX-4O	19,18%	316	50	GIG-G3	47,00%	1.052
51	VVI-5L	18,37%	179	51	REC-G3	46,82%	335
52	MAO-JJ	17,65%	168	52	TLC-4O	46,69%	234
53	EZE-AR	7,63%	250	53	MIA-AA	46,38%	3.532
54	TIJ-AM	5,88%	218	54	MTY-AM	45,88%	652
55	CCS-V0	3,85%	210	55	EZE-AR	40,06%	250

* % de pares de ciudades conectadas indirectamente respecto del total de pares de ciudades atractivas.

Fuentes: Elaborado a partir de la información de itinerarios de las empresas.

Tabla 3 - Calidad de conexión indirecta de los *hubs* medidas a partir del porcentaje de pares de ciudades atractivos efectivamente conectados con $T = 3$ horas, respecto al total de pares de ciudades que podían vincularse con conexiones atractivas (sistemas multi-aeroportuarios de América Latina, marzo de 2009).

Orden	Hub	% de pares*	T	Frecuencias
1	<i>RIO-JJ</i>	62,50%	180	1 303
2	<i>RIO-G3</i>	58,72%	180	1 450
3	<i>BHZ-G3</i>	54,29%	180	622
4	<i>SAO-G3</i>	47,55%	180	2 321
5	<i>SAO-JJ</i>	35,94%	180	2 746
6	<i>MDF-4O</i>	26,32%	180	550
7	<i>BUE-LA</i>	17,91%	180	584
8	<i>BUE-AR</i>	12,98%	180	966
9	<i>BLH-JJ</i>	0,00%	180	464

* % de pares de ciudades conectadas indirectamente respecto del total de pares de ciudades atractivas. Los sistemas multi-aeroportuarios aparecen en *itálicas*.

Fuentes: Elaborado a partir de la información de itinerarios de las empresas.

Existe una infinidad de posibilidades para extender el cálculo de la calidad de los *hubs*. Sin embargo, un aspecto clave consiste en el establecimiento de un valor T constante por parte del investigador. De hecho, al proponer un determinado valor se asume que se trata de un tiempo de espera aceptable para los pasajeros que realicen una conexión que demora T minutos. Sin embargo, es lógico que la aceptabilidad de los pasajeros esté estrechamente relacionada con el grado de densidad del tráfico de la red aerocomercial por la que circulan, y por las características de la oferta de otros modos de transporte alternativos. En este sentido, ambos aspectos pueden ser muy diferentes en América Latina en comparación con Estados Unidos, Europa y el Lejano Oriente. Por lo tanto, e ignorando cuál es el valor T aceptable para los pasajeros que se encuentren en América Latina, la Tabla 4 provee el cálculo para distintos valores T entre 1 hora y 24 horas para los *hubs* y los sistemas multi-aeroportuarios.

Tabla 4 - Calidad de conexión indirecta de los *hubs* medidas a partir del porcentaje de pares de ciudades atractivos efectivamente conectados con $T > 1$ hora y $T < 24$ horas, respecto al total de pares de ciudades que podían vincularse con conexiones atractivas (*hubs* y sistemas multi-aeroportuarios de América Latina, marzo de 2009).

Hub	1 hour	2 hours	3 hours	4 hours	5 hours	6 hours	9 hours	12 hours	15 hours	18 hours	21 hours	24 hours
AEP-AR	5,00%	17,19%	27,19%	36,56%	42,50%	47,19%	61,56%	73,44%	84,69%	90,31%	96,25%	98,75%
AEP-LA	25,00%	33,33%	45,83%	54,17%	58,33%	62,50%	79,17%	91,67%	95,83%	95,83%	100,00%	100,00%
ANU-LI	15,38%	35,90%	43,59%	53,85%	53,85%	58,97%	74,36%	76,92%	79,49%	82,05%	94,87%	100,00%
ASU-JJ	0,00%	41,67%	41,67%	41,67%	41,67%	41,67%	50,00%	50,00%	58,33%	58,33%	100,00%	100,00%
BEL-G3	33,33%	33,33%	55,56%	66,67%	66,67%	72,22%	94,44%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
BEL-JJ	14,29%	14,29%	28,57%	47,62%	47,62%	47,62%	61,90%	80,95%	90,48%	90,48%	95,24%	100,00%
<i>BLH-G3</i>	<i>14,29%</i>	<i>31,43%</i>	<i>54,29%</i>	<i>60,00%</i>	<i>68,57%</i>	<i>71,43%</i>	<i>82,86%</i>	<i>85,71%</i>	<i>88,57%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>
<i>BLH-JJ</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>50,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>	<i>100,00%</i>
BOG-AV	7,94%	28,04%	46,73%	54,36%	58,57%	60,90%	65,58%	77,88%	86,45%	91,90%	96,26%	99,22%
BSB-G3	22,93%	53,50%	66,88%	74,52%	83,44%	86,62%	89,81%	92,99%	97,45%	98,09%	99,36%	100,00%
BSB-JJ	14,59%	45,92%	62,66%	75,54%	83,69%	87,55%	89,27%	91,42%	93,56%	98,28%	98,28%	99,14%
<i>BUE-AR</i>	<i>2,19%</i>	<i>7,84%</i>	<i>12,98%</i>	<i>17,99%</i>	<i>20,95%</i>	<i>23,78%</i>	<i>30,85%</i>	<i>36,89%</i>	<i>43,44%</i>	<i>47,43%</i>	<i>51,16%</i>	<i>53,21%</i>
<i>BUE-LA</i>	<i>8,96%</i>	<i>13,43%</i>	<i>17,91%</i>	<i>20,90%</i>	<i>22,39%</i>	<i>23,88%</i>	<i>31,34%</i>	<i>35,82%</i>	<i>37,31%</i>	<i>37,31%</i>	<i>38,81%</i>	<i>38,81%</i>
CCS-V0	3,70%	3,70%	3,70%	14,81%	18,52%	33,33%	44,44%	55,56%	77,78%	85,19%	85,19%	92,59%
CGH-G3	32,41%	62,04%	78,70%	87,04%	92,59%	93,52%	99,07%	99,07%	99,07%	99,07%	100,00%	100,00%
CGH-JJ	32,43%	63,06%	80,18%	86,49%	90,99%	93,69%	96,40%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
CLO-AV	6,67%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	26,67%	46,67%	60,00%	86,67%	93,33%
CNF-G3	14,29%	31,43%	54,29%	60,00%	68,57%	71,43%	82,86%	85,71%	88,57%	100,00%	100,00%	100,00%
CNF-JJ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
CPQ-G3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CPQ-JJ	25,00%	25,00%	25,00%	50,00%	50,00%	50,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	100,00%	100,00%
CWB-G3	24,32%	45,95%	56,76%	56,76%	67,57%	67,57%	70,27%	81,08%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%
CWB-JJ	21,43%	50,00%	50,00%	71,43%	71,43%	71,43%	78,57%	78,57%	78,57%	92,86%	92,86%	100,00%
EZE-AR	0,85%	5,13%	11,97%	19,66%	23,08%	29,06%	36,75%	44,44%	57,26%	68,38%	76,92%	83,76%
EZE-LA	0,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
FOR-G3	45,45%	54,55%	59,09%	59,09%	72,73%	72,73%	90,91%	90,91%	95,45%	95,45%	100,00%	100,00%
FOR-JJ	28,57%	42,86%	57,14%	64,29%	71,43%	78,57%	92,86%	92,86%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
GDL-AM	6,52%	21,74%	30,43%	36,96%	41,30%	45,65%	52,17%	80,43%	86,96%	93,48%	93,48%	97,83%
GIG-G3	12,15%	42,06%	59,81%	71,96%	81,31%	86,92%	89,72%	92,52%	96,26%	100,00%	100,00%	100,00%
GIG-JJ	15,75%	45,67%	62,99%	69,29%	76,38%	83,46%	92,13%	92,13%	95,28%	99,21%	100,00%	100,00%
GRU-G3	6,88%	41,88%	60,63%	68,75%	78,13%	83,13%	86,88%	88,75%	90,63%	96,88%	98,75%	99,38%

* % de pares de ciudades conectadas indirectamente respecto del total de pares de ciudades atractivas. Los sistemas multi-aeroportuarios aparecen en *itálicas*.

Fuentes: Elaborado a partir de la información de itinerarios de las empresas.

Tabla 4 (cont.) - Calidad de conexión indirecta de los *hubs* medidas a partir del porcentaje de pares de ciudades atractivos efectivamente conectados con $T > 1$ hora y $T < 24$ horas, respecto al total de pares de ciudades que podían vincularse con conexiones atractivas (*hubs* y sistemas multi-aeroportuarios de América Latina, marzo de 2009).

Hub	1 hour	2 hours	3 hours	4 hours	5 hours	6 hours	9 hours	12 hours	15 hours	18 hours	21 hours	24 hours
GRU-JJ	2,86%	22,65%	42,45%	55,10%	61,22%	67,55%	75,71%	82,65%	90,41%	96,12%	97,96%	99,59%
GUA-TA	3,23%	6,45%	9,68%	19,35%	19,35%	25,81%	38,71%	45,16%	58,06%	67,74%	67,74%	100,00%
LIM-LA	4,43%	19,70%	30,05%	37,93%	44,33%	55,67%	77,34%	85,71%	95,57%	99,01%	99,51%	100,00%
LIM-TA	18,09%	72,34%	79,79%	80,85%	80,85%	80,85%	82,98%	89,36%	93,62%	93,62%	97,87%	97,87%
MAO-G3	28,57%	57,14%	57,14%	57,14%	64,29%	64,29%	85,71%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
MAO-JJ	5,88%	17,65%	17,65%	17,65%	17,65%	29,41%	35,29%	52,94%	70,59%	82,35%	82,35%	100,00%
MDE-AV	0,00%	0,00%	33,33%	50,00%	50,00%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	66,67%	100,00%	100,00%
MDF-4O	7,37%	16,84%	26,32%	32,63%	42,11%	45,26%	53,68%	64,21%	73,68%	74,74%	75,79%	84,21%
MEX-AM	10,82%	37,17%	52,01%	62,83%	74,11%	79,40%	84,46%	88,84%	94,48%	96,43%	97,58%	99,19%
MEX-4O	5,56%	13,89%	25,00%	27,78%	37,50%	41,67%	52,78%	66,67%	79,17%	80,56%	84,72%	97,22%
MEX-MX	6,17%	23,41%	38,38%	52,54%	60,89%	67,60%	77,50%	84,75%	89,93%	94,46%	97,10%	99,64%
MGA-TA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MIA-AA	2,58%	21,03%	39,69%	53,76%	63,09%	70,59%	82,04%	84,61%	86,75%	91,37%	95,80%	98,79%
MTY-AM	4,17%	22,92%	41,67%	47,92%	60,42%	62,50%	79,17%	81,25%	95,83%	97,92%	97,92%	100,00%
MVD-PU	37,50%	43,75%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	75,00%	100,00%	100,00%
PLU-G3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PLU-JJ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
POA-G3	0,00%	18,18%	45,45%	59,09%	72,73%	72,73%	90,91%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
POA-JJ	0,00%	25,00%	25,00%	75,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
POS-BW	6,90%	48,28%	51,72%	55,17%	58,62%	58,62%	75,86%	86,21%	86,21%	89,66%	89,66%	96,55%
PTY-CM	16,20%	50,07%	65,74%	75,83%	77,95%	78,49%	81,01%	86,19%	87,78%	92,83%	95,62%	99,73%
REC-G3	36,84%	47,37%	73,68%	73,68%	78,95%	84,21%	94,74%	94,74%	94,74%	94,74%	94,74%	100,00%
REC-JJ	20,00%	30,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	70,00%	90,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
RIO-G3	11,93%	41,28%	58,72%	70,64%	79,82%	85,32%	88,07%	90,83%	94,50%	98,17%	98,17%	98,17%
RIO-JJ	15,63%	45,31%	62,50%	68,75%	75,78%	82,81%	91,41%	91,41%	94,53%	98,44%	99,22%	99,22%
SAL-TA	17,33%	73,33%	74,67%	76,00%	76,00%	76,00%	78,67%	78,67%	88,00%	96,00%	96,00%	100,00%
SAO-G3	12,39%	35,45%	47,55%	53,31%	59,08%	61,67%	65,13%	65,99%	66,86%	69,74%	70,89%	71,18%
SAO-JJ	6,90%	21,74%	35,94%	44,66%	49,09%	53,39%	58,85%	63,28%	68,49%	72,14%	73,31%	74,35%
SAP-TA	6,67%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	53,33%	53,33%	60,00%	73,33%	93,33%	100,00%	100,00%
SCL-LA	4,47%	22,36%	38,02%	47,28%	53,04%	56,23%	68,05%	76,68%	84,98%	93,61%	96,17%	99,04%
SDU-G3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SDU-JJ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SJO-TA	11,88%	55,45%	80,20%	81,19%	81,19%	81,19%	81,19%	88,12%	88,12%	99,01%	100,00%	100,00%
SJU-AA	0,00%	13,57%	30,68%	40,41%	49,26%	52,80%	66,37%	72,57%	73,45%	79,35%	86,73%	94,69%
SSA-G3	16,22%	32,43%	48,65%	51,35%	62,16%	70,27%	83,78%	94,59%	97,30%	100,00%	100,00%	100,00%
SSA-JJ	5,68%	14,77%	22,73%	28,41%	36,36%	44,32%	55,68%	78,41%	79,55%	82,95%	89,77%	98,86%
TGU-TA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TIJ-AM	0,00%	5,88%	5,88%	11,76%	11,76%	29,41%	41,18%	52,94%	70,59%	76,47%	76,47%	76,47%
TLC-4O	19,05%	33,33%	52,38%	76,19%	90,48%	90,48%	95,24%	95,24%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
UIO-EQ	19,30%	33,33%	45,61%	52,63%	54,39%	57,89%	57,89%	59,65%	78,95%	89,47%	98,25%	100,00%
VVI-5L	2,04%	14,29%	16,33%	22,45%	32,65%	40,82%	48,98%	57,14%	61,22%	71,43%	75,51%	81,63%

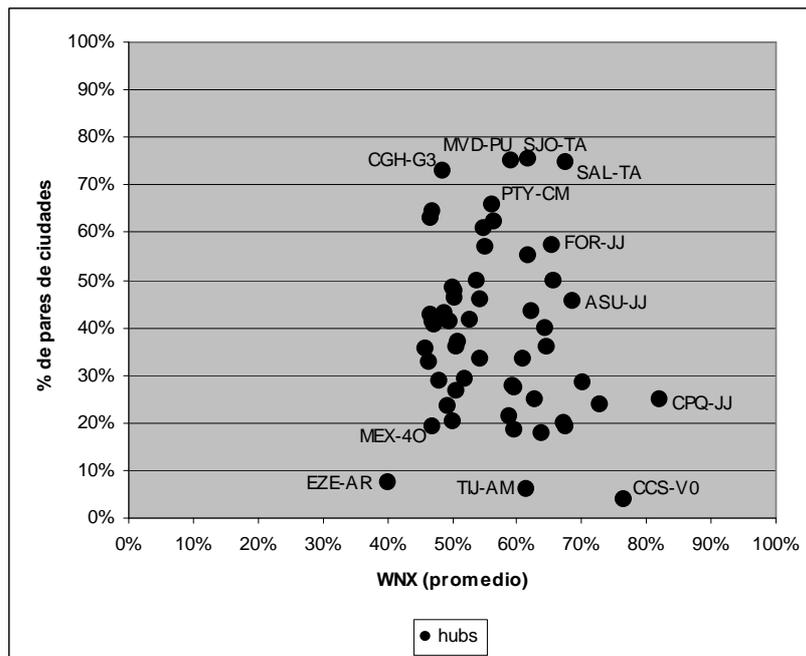
* % de pares de ciudades conectadas indirectamente respecto del total de pares de ciudades atractivas. Los sistemas multi-aeroportuarios aparecen en *itálicas*.

Fuentes: Elaborado a partir de la información de itinerarios de las empresas.

En segundo lugar, se agrega el promedio de conectividad indirecta ponderada (ver Tabla 2) que permite analizar con mayor exactitud la calidad de las conexiones que cumplen con los requisitos aplicados. La conjunción de ambos cálculos puede encontrarse en el Gráfico 1.

Si bien no es un objetivo de este artículo la construcción de categorías, ni la definición de cuáles son o no son *hubs*, los datos expuestos corroboran la existencia de calidades diferenciales entre ellos. La conjunción de los valores de calidad expresados en el Gráfico 1 permite destacar al *hub* de TACA en San Salvador como el de mejor calidad y el de Aerolíneas Argentinas en Ezeiza (Buenos Aires) como el de peor calidad. Las tres principales causas que justifican la diferenciación de la calidad de los *hubs* responden al *diseño de los itinerarios* de las empresas, a los *tiempos mínimos de conexión* presentes en cada aeropuerto y al *número relativo de conexiones que incluyen trámites aduaneros* -conexiones entre vuelos internacionales y domésticos-. El caso del *hub* EZE-AR es paradigmático, ya que la gran mayoría de las conexiones establecidas no requieren la realización de trámites aduaneros y los tiempos mínimos de conexión están dentro del promedio de todos los aeropuertos analizados.

Gráfico 1 - La calidad de los *hubs* medida a partir del porcentaje de pares de ciudades efectivamente conectadas y la conectividad indirecta ponderada.



Fuentes: Elaborado a partir de la Tabla 2.

Por otro lado, los resultados para el caso de América Latina evidencian también que los aeropuertos con los *hubs* de mayor calidad de la región -Montevideo, Ciudad de Panamá o San Salvador- no se corresponden necesariamente con los de mayor movimiento o importancia operativa -Buenos Aires o Caracas, para dar ejemplos rotundos-. Por lo tanto, el

presente trabajo demuestra los errores en los cuales se puede caer al asumir que existen los *hubs* definidos en base a los aeropuertos o en base a la cualidad operativa de líneas aéreas coinciden en un mismo nodo.

El estudio de la calidad de los *hubs*, como el desarrollado aquí, puede ser útil para distintas cuestiones relacionadas con el dinamismo del mercado aerocomercial latinoamericano. Las acciones de los gobiernos, según la lógica de *hub* aquí adoptada, pueden favorecer a la expansión de los aeropuertos o a diseñarlos de forma de incentivar la localización de *hubs*, aunque no pueden obligar a las empresas a montar un sistema complejo de oleadas o incrementar la eficiencia de las operaciones. Debido a que el establecimiento de un *hub* de alta calidad incrementa la accesibilidad de un determinado lugar y se convierte en un factor de atracción de actividades (Hanlon, 2007:126), se puede llegar a producir un doble efecto simultáneo donde se registren más inversiones y dinamismo económico en cierta ciudad y al mismo tiempo, se incremente la generación y atracción de pasajeros fortaleciendo el funcionamiento de un determinado *hub*. Esto ya ocurre en otras ciudades que cuentan con *hubs* de alta calidad –por ejemplo, Dubai y Singapur (Lohmann *et al.*, en prensa), y la Ciudad de Panamá que es un buen ejemplo latinoamericano donde el gobierno nacional apoya decididamente con ventajas para actores absolutamente diversos.

Conclusiones

Es complicado medir la calidad de los *hubs*, partiendo de las múltiples definiciones del término, de las variadas alternativas, y de los modelos surgidos desde todas las ópticas posibles. Sin embargo, dentro de la acepción que define a los *hubs* basándose a nivel línea aérea, han surgido interesantes metodologías con el fin de medir y comparar calidades diferenciales de *hubs* a partir del análisis de la configuración temporal de los mismos. Estos últimos años se caracterizaron por un avance acelerado en la publicación de propuestas mejoradoras para llevar adelante esa tarea. En ese sentido, este estudio exploratorio pretende hacer una colaboración modesta en dicho debate, con la originalidad de basarse en una región que frecuentemente no es tenida en cuenta, ni relevada, ni analizada con las técnicas más novedosas. Es destacable que al tomar territorios de referencia diferentes, surgen necesidades de ajustes de modelos que parecen ser universales, aunque siguen y tienen impregnadas a las lógicas de los mercados aerocomerciales donde esas investigaciones se producen.

Los cálculos realizados en este análisis exponen situaciones muy diversas de calidad de los *hubs* latinoamericanos, impidiendo la generación de tendencias que permitan vincular las dimensiones de las operaciones con la calidad existente en los *hubs* o cualquier otra relación de este tipo. Sin embargo, los datos presentados pueden ser útiles para otros colegas investigadores, funcionarios públicos y empresarios, debido a la ausencia de bases similares.

Referencias

- Alderighi, M., Cento, A., Nijkamp, P. y Rietveld, P. (2005). Network competition – the coexistence of hub-and-spoke and point-to-point systems. *Journal of Air Transport Management* 11(5): 328–334.
- Alderighi, M., Cento, A., Nijkamp, P. y Rietveld, P. (2007). Assessment of new hub-and-spoke and point-to-point airline network configurations. *Transport Reviews* 27(5): 529–549.
- Belobaba, P. (2009). The Airline Planning Process. Belobaba, Peter, Odoni, Amedeo y Barnhart, Cynthia (eds.), *The Global Airline Industry*. Cap. 6: 153-182. John Wiley and Sons. Chichester
- Berry, S., Carnall, M. y Spiller, P. (2006). Airline Hubs: Costs, Markups and the Implications of Customer Heterogeneity. Lee, Darin (Ed.), *Advances in airline economics. Competition Policy and Antitrust*. Cap. 8: 183-214. Elsevier.
- Bootsma, P. (1997), *Airline flight schedule development: analysis and design tools for European hinterland hubs*. Tesis doctoral. University of Twente.
- Bowen, J. (2000). Airline hubs in Southeast Asia: national economic development and nodal accessibility. *Journal of Transport Geography* 8(1): 25-41.
- Burghouwt, G. (2007). *Airline Network Development in Europe and its Implications for Airport Planning*. Ashgate Publishing Limited. Aldershot.
- Button, K. (2002). Debunking some common myths about airport hubs. *Journal of Air Transport Management* 8(3): 177-188.
- Cento, A. (2009). *The Airline Industry. Challenges in the 21st Century*. Physica-Verlag Heidelberg. Alemania.
- Chou, Y-H. (1993). Airline deregulation and nodal accessibility. *Journal of Transport Geography* 1(1): 47-58.
- Costa, T. F. G., Lohmann, G. and Oliveira, A. V. M. (2011) Mensuração de Concentração e Identificação de Hubs no Transporte Aéreo. *Journal of Transport Literature*, vol. 5, n. 2, pp. 106-133.
- Danesi, A. (2006). Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity: definition of a new index and application to a sample of European hubs. *European Transport \ Trasporti Europei* 34:54-74.
- Dennis, N. (1994). Airline hub operations in Europe. *Journal of Transport Geography* 2(4): 219-233.
- Doganis, R. (2002). *Flying off Course. The Economics of International Airlines (3rd. Edition)*. Routledge.
- Franke, M. (2004). Competition between network carriers and low-cost carriers: retreat, battle or breakthrough to a new level of efficiency?, *Journal of Air Transport Management* 10(1): 15–21.

- Gámir, A. y Ramos, D. (2002). *Transporte aéreo y territorio*. Editorial Ariel. Barcelona, España.
- Graham, B. (1995). *Geography and air transport*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Hanlon, P. (2007). *Global Airlines. Competition in a transnational industry (3rd. Edition)*. Butterworth-Heinemann. Amsterdam.
- Horner, M. y O'Kelly, M. (2001). Embedding economies of scale concepts for hub network design. *Journal of Transport Geography* 9(4): 255-265.
- Ivy, R. (1993). Variations in hub service in the US domestic air transportation network. *Journal of Transport Geography* 1(4): 211-218.
- Jayalath, J. y Bandara, J. (2001). Future of Colombo Airport (CMB) as an airline hub. *Journal of Air Transportation* 6(2): 117-128.
- Kanafani, A. y Hansen, M. (1985). *Hubbing and Airline Costs*. Institute of Transportation Studies. University of California. Berkeley.
- Lijesen, M. (2003). *Customer valuation of flight characteristics: a stated preference approach*. VII ATRS Conference. Toulouse, Francia.
- Lipovich, G. (2009). *Mercado aerocomercial único en el MERCOSUR. Integración desequilibrada, nuevos procesos y nuevas consecuencias territoriales*. XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. Montevideo, Uruguay.
- Lohmann, G., Albers, S., Koch, B. y Pavlovich, K. (en prensa). From hub to tourist destination – An explorative study of Singapore and Dubai's aviation-based transformation. *Journal of Air Transport Management* (en prensa).
- Malighetti, P., Palesi, S. y Redondi, R. (2007). Connectivity of the European airport network: "self-help hubbing" and business implications. *Journal of Air Transport Management* 14(2): 53-65.
- Martín, J. y Román, C. (2003). Hub location in the South-Atlantic airline market. A spatial competition game. *Transport Research Part A* 37(10): 865-888.
- Martín, J. y Román, C. (2004). Analyzing competition for hub location in intercontinental aviation markets. *Transport Research Part E* 40(2): 135-150.
- Martín, J. y Voltés-Dorta, A. (2009). A note on how to measure hubbing practices in airline networks. *Transport Research Part E* 45(1): 250-254.
- Matsumoto, H., Burghouwt, G., Wit, J. de y Veldhuis, J. (2008). *Air Network Performance and Hub Competitive Position: Evaluation of Primary Airports in East and Southeast Asia*. 7th Conference on Applied Infrastructure Research. TU Berlin. Berlin, Germany.
- O'Kelly, M. (1998). A geographer's analysis of hub-and-spoke networks. *Journal of Transport Geography* 6(3): 171-186.
- Rodrigue, J-P., Comtois, C. y Slack, B. (2006). *The Geography of Transport Systems*. Routledge.
- Rutner, S. y Mundy, R. (1996). Hubs versus Hubs-Nots: A Comparison of Various U.S. Airports. *Journal of Air Transportation* 1(1): 81-90.
- Shaw, S-L. (1993). Hub structures of major US passenger airlines. *Journal of Transport Geography* 1(1): 47-58.
- Shaw, S. (2007). *Airline Marketing and Management* (6th. Edition). Ashgate Publishing Limited. Aldershot.
- Tam, R. y Hansman, R. (2002). *Impact of air transportation on regional economic and social connectivity in the United States*. Massachusetts Institute of Technology. American Institute of Aeronautics and Astronautics. Estados Unidos.