



Fac. CC. Económicas y Empresariales
Universidad de La Laguna



Fac. CC. Económicas y Empresariales
Univ. de Las Palmas de Gran Canaria

La generación de ingresos comerciales en los aeropuertos españoles

Roberto Rendeiro Martín-Cejas *
Francisco López del Pino

DOCUMENTO DE TRABAJO 2004-02

* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Análisis Económico Aplicado.

La generación de ingresos comerciales en los aeropuertos españoles.

**Roberto Rendeiro Martín-Cejas
Francisco López del Pino**

Departamento de Análisis Económico Aplicado
Campus Universitario de Tafira
Edificio Departamental de CC.EE. y EE. – Módulo D.
35017 – Las Palmas de Gran Canaria – Spain.
{rrendeiro, flopez}@daea.ulpgc.es

Resumen

Este trabajo pretende analizar la importancia del tráfico internacional y el nivel de servicio establecido en la generación de ingresos comerciales en los aeropuertos españoles. En primer lugar, mediante un modelo *ad hoc* de ingresos, se valora la influencia de las diferentes clases de tráfico en la generación de ingresos de la red de aeropuertos españoles. Se estima, asimismo, la importancia de disponer de tiendas libres de impuestos en la capacidad de generar ingresos comerciales. Seguidamente, mediante un ejercicio de colas, se determina la conveniencia de establecer un nivel de servicio adecuado que permita potenciar la utilización y el desarrollo de las áreas comerciales de los aeropuertos.

Palabras claves: aeropuerto, ingresos comerciales, pasajero internacional, nivel de servicio, modelo de colas.

Códigos JEL:

Abstract

This paper analyses the importance of international traffic and the level of service as key elements in the generation of commercial revenues for Spanish airports. Firstly, an ad-hoc model is developed to estimate the influence of the different types of air traffic on the commercial revenues of the whole network of Spanish airports. Secondly, the importance of the existence of duty-free shops on the ability of commercial revenues generation it is also estimated. Finally, a queueing model is developed to evaluate the level of service in the airports and to estimate the importance of imposing an adequate level of service to foster the development of shopping areas in the airports.

Keywords

Airport, commercial revenues, international passenger, level of service, queueing system.

JEL Classification:

1.-Introducción

Los aeropuertos en la actualidad son considerados como auténticos centros de negocios. La tendencia hacia una mayor autonomía en la gestión de los mismos ha incentivado el desarrollo de sus actividades comerciales. Este modelo comercial exige realizar esfuerzos dirigidos a la maximización de las oportunidades de generar ingresos en el área comercial. Ello, sin embargo, está supeditado a dos factores claves: la disponibilidad de espacios destinados a usos comerciales en los edificios terminales y la proporción de tráfico internacional que circula por el mismo. Este trabajo pretende centrar su atención en el segundo de estos factores.

En ese sentido, este estudio analiza la importancia del tráfico internacional en la generación de ingresos comerciales en los aeropuertos españoles, considerando los siguientes aspectos. Primero, los pasajeros en vuelos internacionales son los únicos usuarios que tiene acceso a las tiendas libres de impuestos. Esta actividad es la fuente de ingresos, por concesiones, más importante de los aeropuertos españoles, alrededor del 30% de los ingresos comerciales generados en 1997. Segundo, los pasajeros internacionales pasan más tiempo en el aeropuerto que cualquier otra clase de viajero y, por tanto, disponen de más oportunidades de realizar algún tipo de compra de última hora en el área comercial. Este último aspecto, sin embargo, depende del tiempo que invierten los pasajeros en superar los controles de seguridad y facturación del aeropuerto. El tiempo de espera en cola de estos servicios mide de forma aproximada el nivel de servicio prestado por el aeropuerto y, permite estimar el tiempo disponible de los pasajeros en el área comercial del mismo.

Este trabajo pretende valorar la influencia de estos dos aspectos en la generación de ingresos comerciales en los aeropuertos españoles. Para ello, la segunda sección considera la influencia de tres aspectos relevantes. En primer lugar se estima la influencia de las diferentes clases de tráfico en la generación de ingresos. Como las tiendas libres de impuestos es un servicio utilizado exclusivamente por los pasajeros en vuelos internacionales, en segundo lugar y de forma complementaria se valora la existencia de esta clase de servicio en los aeropuertos como un factor más en la generación de ingresos comerciales. Por último, mediante un sencillo estudio de colas, se analiza el nivel de servicio prestado en un mostrador de facturación de equipaje como un factor determinante del tiempo disponible para realizar

compras en el área comercial del aeropuerto. La tercera sección, presenta las conclusiones que se derivan del trabajo.

2.-El tráfico internacional y el nivel de servicio como factores determinantes en la generación de ingresos comerciales.

A) El tráfico internacional

Los ingresos generados en un aeropuerto se dividen en dos categorías: aeronáuticos y no aeronáuticos. Los ingresos aeronáuticos incluyen las tasas de aterrizaje, tarifas por estacionamiento de aeronaves, suministro de combustible, tarifa de salida de pasajeros, tarifas de utilización de pasarelas telescópicas y manipulación de mercancía. Los ingresos no aeronáuticos están categorizados como comerciales dado que engloban las actividades comerciales desarrolladas en el recinto aeroportuario. Comprenden los ingresos por arrendamiento, exposiciones comerciales, *handling*, tiendas libres de impuestos, *catering*, bares y restaurantes, publicidad, coches de alquiler, aparcamiento, y otros.

Existe una correlación positiva entre el tamaño del aeropuerto y su capacidad para generar ingresos. Los aeropuertos pequeños dependen en gran medida de sus ingresos aeronáuticos, mientras que los aeropuertos de grandes dimensiones, dado el elevado volumen de tráfico que circula por sus terminales, sobre todo de procedencia internacional, desarrollan un potencial comercial extraordinario (Doganis, 1995). No obstante, los ingresos comerciales para la totalidad de los aeropuertos españoles en el año 1997 constituyeron el 38% de los ingresos totales. Un porcentaje razonable si lo comparamos a los aeropuertos europeos, que verifican un promedio de 43%, sin embargo, si lo comparamos a los aeropuertos de América del Norte dónde, por término medio, los ingresos comerciales alcanzan un porcentaje de hasta un 75% , resulta un porcentaje muy bajo.

Los cinco aeropuertos con mayores ingresos comerciales por pasajero transportado en 1997 fueron Barajas, Málaga, Alicante, Sevilla y Barcelona (ver cuadro 1). El primero y el último son aeropuertos tipo “*hub*” de gran envergadura, su capacidad generadora de ingresos está relacionada con el elevado volumen de tráfico que circula por sus terminales. En cambio, los aeropuertos de Málaga y Alicante son aeropuertos de características turísticas cuyo tráfico de

pasajeros internacionales supera el 70% del tráfico total. Los ingresos obtenidos por las tiendas libres de impuestos, para esos aeropuertos constituyeron alrededor del 42% y 52% respectivamente de los ingresos provenientes de actividades comerciales. La capacidad de generación de ingresos comerciales de estos dos aeropuertos, cuyo tráfico de pasajero, tomado conjuntamente, alcanza aproximadamente la mitad del flujo manejado por Barajas, obedece más a la aplicación de una estrategia comercial que a la dimensión de los mismos medida por su volumen de tráfico.

El aprovechamiento de las características turísticas, es decir, el elevado volumen de tráfico internacional y el desarrollo de las actividades afines a esa clase de tráfico, tales como las tiendas libres de impuestos, puede ser el origen del éxito comercial de estos aeropuertos. En ese sentido, los aeropuertos del Archipiélago Canario al no disponer de tiendas libres de impuestos se encuentran en los últimos lugares del ranking de generación de ingresos comerciales de la red de aeropuertos españoles. Respecto a estos aeropuertos, cabe señalar, como dato positivo, el importante incremento, que se produce entre los años 92 y 97, de los ingresos comerciales por pasajero en los aeropuertos canarios. Se destacan los casos de los aeropuertos de Fuerteventura y Lanzarote. Esto último puede ser el resultado del importante esfuerzo inversor realizado por AENA y, de forma complementaria, al incremento en el volumen de pasajeros internacionales que circula por sus terminales (ver cuadro 1).

De lo anterior se deduce que existe una relación directa entre la clase de tráfico que circula por los terminales de un aeropuerto y su capacidad para generar ingresos comerciales. Asimismo, se comprueba que la existencia de tiendas libres de impuesto es un tipo de concesión determinante en la generación de esta clase de ingresos. Ello se reflejó en el caso de los aeropuertos del archipiélago canario.

Cuadro 1: Indicadores de generación de ingresos comerciales para una muestra de aeropuertos españoles (Euros) (Años 1992-1997).

Aeropuertos (Ciudades)	Ingreso comercial/pasajero		Ingreso comercial/Ingreso total (%)		Ingreso comercial/Coste total (%)		Ingreso total/Coste total (%)		Ingreso por TLI/Ingreso comercial (%)		Pasajeros internacionales (% sobre el total)	
	1992	1997 ¹	1992	1997	1992	1997	1992	1997	1992	1997	1992	1997
Madrid Barajas	2.01	3.22 (59.7%)	34.1	42.1	114.6	86.5	3.3	3.44	24.2	26.9	46.8	47.6
Palma de Mallorca	1.41	1.89 (34.2%)	31.6	35.7	94.5	58.7	3	2.37	41.8	48.3	69.7	74.7
Barcelona	1.95	2.52 (28.9%)	36.1	40.2	83.4	72.9	2.17	2.97	18.8	24.3	39	43
Gran Canaria	1.13	1.79 (58.5%)	25.7	32.4	59.5	46.1	2.31	2.23	0	0	60.2	69.1
Tenerife Sur	1.14	1.57 (38.1%)	27.2	28.9	57.9	53	2.13	2.83	0	0	70.8	84.8
Málaga	2.4	3.13 (30%)	39.7	45.3	70.3	70	1.76	2.35	37	42.6	69	72.7
Alicante	2.01	2.80 (39.1%)	40.1	43.6	68.4	70.6	1.7	2.4	40.8	52.5	70.8	75.8
Lanzarote	0.56	1.01 (80.6%)	15.2	22.6	37.5	45.7	2.46	3.11	0	0	64.7	73.4
Ibiza	1.57	2.12 (34.3%)	34.5	39	61.2	60.7	1.77	2.49	32.6	47.6	65.4	73
Fuerteventura	0.61	1.43 (133.3%)	15.5	28.9	33.5	39.5	2.16	2.14	0	0	73.1	80.7
Menorca	1.54	1.98 (28.9%)	35.9	38.4	53.6	46.2	1.49	1.89	37.4	47.2	58.5	64.4
Valencia	1.77	2.40 (36%)	39.6	40	48.5	34.6	1.2	1.34	9.8	12.2	26.6	25
Bilbao	1.34	1.61 (20.2%)	40.1	35.2	57.1	33.2	1.39	1.5	0	5.3	25	24
Sevilla	1.92	2.70 (40.7%)	41.8	42.8	59.7	25.4	1.42	1.01	8	4.2	23.3	16.3
Santiago	1.64	2.08 (26.8%)	45.7	39	29.8	27.4	0.65	1.1	0	1.8	20.7	13.3
Zaragoza	1.07	2.04 (90.6%)	15.8	28.8	11.1	11.1	0.7	0.5	0	0	15.4	13.9
Vigo	0.93	1.33 (43%)	43.1	33.4	15.4	17.4	0.35	0.86	0	0	0.4	5.3
A Coruña	0.54	1.55 (187%)	31	37.8	7.7	16.6	0.24	0.63	0	0	0.4	3

¹La cifra entre paréntesis es el incremento porcentual verificado entre los años 1992 y 1997.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por AENA.

El cuadro 1 pone de relieve que exceptuando los aeropuertos de Bilbao, Santiago y Vigo el resto de los aeropuertos de la muestra incrementaron la proporción de ingresos comerciales respecto los ingresos totales. Ello supone aceptar una mejora en el desarrollo de las actividades comerciales en la red aeroportuaria española para el periodo considerado. No obstante, al mismo tiempo, conviene señalar, que la mayoría de los aeropuertos españoles, salvo los casos de Alicante, Lanzarote, Fuerteventura, Vigo y A Coruña, verificaron una disminución de la capacidad de los ingresos comerciales para cubrir los costes aeroportuarios. Esto fue debido a los cuantiosos planes de inversiones realizados por AENA, en el quinquenio 92-97, que supusieron un incremento sustancial de los costes que fueron sufragados en régimen de total autosuficiencia financiera, es decir, utilizando el recurso al endeudamiento externo y sin recurrir a los Presupuestos Generales del Estado como era habitual hasta entonces. Los pagos de los intereses de la deuda supusieron un incremento importante en la partida de amortizaciones para la mayoría de los aeropuertos de la red española.

Sin embargo, salvo algunos casos aislados, la mayoría de los aeropuertos de la red española mejoraron su capacidad de cobertura de costes. Cabe destacar el caso del aeropuerto de Santiago que pasa de ser deficitario a tener superávit. Como se aprecia en el cuadro 1, ese aeropuerto en el año 92 no disponía de tiendas libres de impuestos, el desarrollo de esa clase de negocio propició que en el 97 cambiara el signo de su cuenta de resultados. Se observa, además, que los aeropuertos deficitarios que aparecen en el cuadro 1 no disponen de esta clase de negocio. En el caso de los aeropuertos canarios, este aspecto merma la capacidad de cobertura de costes de dichos aeropuertos con ingresos provenientes del área comercial. Los aeropuertos de Gran Canaria y Tenerife Sur verificaron un porcentaje de tráfico internacional superior al 70% y 80% respectivamente y, sin embargo, la proporción de ingresos comerciales respecto a los costes totales disminuyó para el periodo considerado. Verificándose, en cambio, todo lo contrario para los aeropuertos de Lanzarote y Fuerteventura. Esto se explica por el hecho de que estos dos aeropuertos fueron objeto de un plan de desarrollo de inversiones a todos los niveles debido al sustancial crecimiento en el volumen de tráfico que circulaban por sus terminales y que se preveía iban a circular en los últimos años de la década de los noventa..

Conviene realizar una observación respecto al aeropuerto de Sevilla. En el año 92 se celebró la Exposición Universal de Sevilla. Todos los parámetros relacionados con ese aeropuerto fueron atípicos tanto los costes, debido a las cuantiosas inversiones realizadas, como el flujo de tráfico debido al elevado componente internacional. En el año 92 circularon por sus terminales del orden de 657361 pasajeros internacionales, en el año siguiente esta cifra se redujo a 241386, un 63.3% menos que el año anterior. Se observe, por tanto, una sustancial reducción en el tráfico internacional de dicho aeropuerto que frenó el desarrollo de actividades comerciales afines a esa clase de tráfico. Esto explica la drástica caída de la capacidad de cobertura de los costes de este aeropuerto con sus ingresos comerciales.

Con objeto de evaluar el impacto sobre los ingresos comerciales generados por las diferentes clases de tráfico que circulan por el edificio terminal de un aeropuerto y la existencia o no del servicio de tiendas libres de impuestos se formula un sencillo modelo *ad hoc* de ingresos (Doganis, 1983). La ecuación estimada fue la siguiente:

$$IC = A \cdot (PN)^{\beta_1} \cdot (PINT)^{\beta_2} \cdot e^{\beta_3} \cdot e^{\mu}$$

Donde la variable dependiente IC representa los ingresos comerciales y PN y PINT son los pasajeros nacionales e internacionales respectivamente. Se añade una variable dicotómica con el objeto de discriminar aquellos aeropuertos que poseen tiendas libres de impuestos de los que no ofrecen esta clase de servicio.

El número de pasajeros en vuelos internacionales tiene una influencia clara sobre los ingresos, debido a que, por un lado, esta clase de tráfico requiere servicios tales como tiendas, bancos, etc., los cuales generan ingresos adicionales para los aeropuertos, y, por otro, el tamaño del avión utilizado en vuelos internacionales suele superar al de los vuelos domésticos, con lo que los ingresos provenientes de servicios tales como *Handling* y *Catering* serán mayores (Doganis, 1994). Las consideraciones anteriores conducen a la suposición de que la variable número de pasajeros en vuelos internacionales será relevante en la generación de los ingresos comerciales y el signo del coeficiente a estimar debe ser positivo.

La variable dicotómica intenta capturar la influencia de la existencia o no de tiendas libres de impuestos sobre los ingresos de la red de aeropuertos españoles. Esta variable, en el caso de los aeropuertos españoles, debe tener un impacto relevante debido a que, entre los ingresos comerciales, el concepto que genera el mayor volumen de ingresos, después de la partida correspondiente a los arrendamientos, proviene de esta actividad. No obstante, su importancia depende del volumen de tráfico internacional que circula por el edificio terminal del aeropuerto debido a que éstos son los únicos que disfrutan de esta clase de servicio.

El cuadro 2 muestra los estimadores mínimo cuadráticos de los coeficientes de la ecuación de ingresos comerciales con datos correspondientes a la red de aeropuertos españoles para los años 1992 y 1997.

Cuadro 2: Ecuaciones de ingresos

Año	Constante	β_1	β_2	β_3	R^2	F
1992	-6.25 (-9.4)	0.6 (9.2)	0.28 (6.7)	0.7 (3.4)	0.949	169.8
1997	6.37 (16.9)	0.7 (10.3)	0.31 (7.6)	0.26 (1.47)	0.947	156.2

Nota: Estadístico "t" entre paréntesis.

R^2 , F: Coeficiente de determinación y estadístico F.

La variable dicotómica que representa la existencia o no de tiendas libres de impuestos, fue estadísticamente relevante únicamente en el año 92. El coeficiente estimado de dicha variable fue de 0.7¹. Esto indica que entre los aeropuertos cuyas características de tráfico son similares, los que poseen tiendas libres de impuestos perciben el doble de ingresos comerciales respecto de aquellos que no ofrecen esta clase de servicio. Esta variable, sin embargo, pierde relevancia en año 97.

La variable PINT fue estadísticamente relevante en la determinación de los ingresos comerciales de los aeropuertos españoles para los dos años en estudio. Dicha relevancia, sin embargo, fue inferior a la presentada por la variable PN. Ello podría indicar un escaso desarrollo de actividades comerciales afines al tráfico de pasajeros

¹(Ingresos patrimoniales de los aeropuertos con TLI)/(Ingresos patrimoniales de los aeropuertos sin TLI) = $e^{0.7} = 2$.

internacionales en los aeropuertos españoles. Si comparamos la ratio de ingresos comerciales por pasajero (ver cuadro 1) generados en el año 1992, aeropuertos tales como Lanzarote y Fuerteventura, que no poseen tiendas libres de impuestos, generaron menos de la mitad de ingresos no aeronáuticos por pasajero que los aeropuertos de Ibiza y Menorca. Estos cuatro aeropuertos verificaron volúmenes similares de tráfico. Lo mismo es aplicable al caso de los aeropuertos de Gran Canaria y Tenerife respecto al de Málaga. No obstante, cabe señalar, que estas proporciones verificaron una mejoría, cinco años más tarde, a favor de los aeropuertos canarios.

De la red de 42 aeropuertos españoles, únicamente once poseen tiendas libres de impuestos. El desarrollo de esta clase de negocios está por debajo del potencial existente en la mayoría de dichos aeropuertos. Por tanto, los aeropuertos con las características idóneas para el desarrollo comercial, es decir, los que verifican una proporción elevado de tráfico internacional y disponen de tiendas libres de impuestos, tienen la posibilidad de utilizar los ingresos provenientes de actividades no aeronáuticas para cubrir las pérdidas incurridas en las operaciones de la parte aeronáutica². En definitiva, la proporción de tráfico internacional y el desarrollo de actividades afines a esa clase de tráfico son aspectos determinantes en el objetivo de equilibrar la situación financiera de los aeropuertos.

B) El nivel de servicio

El nivel de servicio ofrecido por un aeropuerto depende de factores tales como el tiempo de espera en cola, el nivel de confort experimentado y el trato dispensado por el personal de las compañías aéreas y del aeropuerto. No obstante, el carácter subjetivo de la mayoría de esos factores conduce a la utilización de las variables tiempo de servicio y nivel de congestión como indicadores aproximados de la valoración de la calidad del nivel de servicio (Muller, C. y Gosling, G.D., 1991).

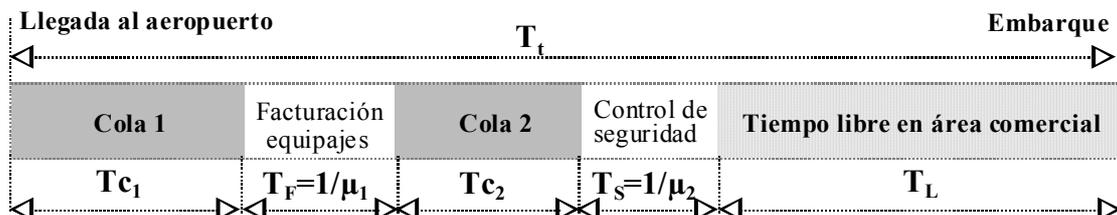
² Subsidiar de forma cruzada las operaciones aeronáuticas con los ingresos provenientes de las actividades comerciales es un factor determinante en la determinación del sistema de tarifa. Esa posibilidad supone poder cobrar un precio en las actividades aeronáuticas más competitivos y, por tanto, incrementar la atracción de tráfico. Es, asimismo, importante a nivel de la red de aeropuertos en su totalidad pues permite que los aeropuertos con superávit tengan mayor capacidad de subsidiar a los aeropuertos deficitarios de la red.

Cuando un pasajero es procesado en el edificio terminal de un aeropuerto utiliza una serie de servicios tales como facturación de equipajes, información, control de pasaporte y de seguridad. Una vez terminado este proceso, el pasajero pasa a la zona de embarque donde puede disfrutar de un área comercial. Cuánto mas tiempo tardan los pasajeros en ser procesados menos tiempo tienen para efectuar sus compras de última hora en el área comercial del aeropuerto. Por tanto, el tiempo que invierten los pasajeros en los diferentes controles del aeropuerto limita su tiempo de estancia en el área comercial del aeropuerto, y afecta, en definitiva, a la rentabilidad de los establecimientos comerciales allí localizados.

Con el objeto de estimar el tiempo medio de estancia de los pasajeros en el área comercial del aeropuerto, se ha procedido a valorar el nivel de servicio, utilizando como indicador el tiempo de espera en cola en los mostradores de facturación y en los controles de seguridad posteriores. Para ello se ha utilizado un sencillo experimento de colas.

Para formular nuestro experimento de colas, modelizamos el comportamiento de un pasajero desde que llega al aeropuerto hasta que embarca según se describe en la figura 1. Suponemos que el pasajero invierte un tiempo total T_t en el aeropuerto; este tiempo puede descomponerse en el tiempo invertido en la cola de facturación de equipajes (T_{c1}), el tiempo en ser procesado en el mostrador de facturación (T_F), posteriormente, el pasajero debe pasar por un control de seguridad, por lo que vuelve a enfrentarse a una cola en la que esperará un tiempo T_{c2} y tardará un tiempo T_s en ser procesado. El tiempo restante (T_L) se considera tiempo libre que el pasajero podrá emplear en hacer compras en las tiendas del área comercial.

Figura 1. El tiempo invertido en el aeropuerto por un pasajero.



La formación de líneas de espera o colas es un fenómeno común siempre que la demanda de un servicio excede la capacidad de proporcionarlo. Al plantear un proceso de colas es necesario hacer diferentes suposiciones acerca de los elementos que lo componen, tales como la descripción del *mecanismo de servicio*, el tamaño de la población que requiere el servicio o *fuerza de entrada*, y la disciplina de cola para determinar el orden en el que se recibe el servicio o *regla de selección*. En este estudio se plantea un mecanismo de servicio consistente en un solo mostrador de facturación por cada vuelo, y un solo punto de control de seguridad; en cuanto a la fuerza de entrada, se ha adoptado la hipótesis simplificadora de tamaño infinito de la población³, siendo la disciplina a seguir la de primero en llegar, primero en salir.

La tasa media de llegada λ_n es el número esperado de llegadas por unidad de tiempo de clientes nuevos y la tasa media de servicio μ_n es el número esperado de clientes que completan su servicio por unidad de tiempo cuando hay n clientes en el sistema. Cuando estos dos coeficientes toman valores constantes para todo n se denotan por λ y μ . Suponiendo que el sistema se encuentra en estado estacionario (situación estable en la que el sistema es independiente de su estado inicial y del tiempo transcurrido), el factor de utilización del sistema queda definido como $\rho = \lambda/s\mu < 1$, siendo s el número de servidores en el sistema de cola (en nuestro caso $s=1$). Dado que en nuestro experimento se consideran dos colas (facturación y control de seguridad), debemos distinguir dos tasas de llegada (λ_1 y respectivamente) y dos tasas de servicio (μ_1 y μ_2).

Para plantear el modelo de colas es necesario considerar ciertos supuestos acerca de la distribución de probabilidad de las llegadas de clientes al sistema, así como del tiempo de servicio a los mismos (tiempo que transcurre desde el inicio del servicio a un cliente hasta su finalización). Dado que las tareas a realizar tanto en el mostrador de facturación como en el de seguridad tienen un carácter rutinario y son bastante semejantes independientemente del tipo de pasajero que se presente, se supone que las tasas de servicio en ambos mostradores son constantes, es decir siguen una distribución con media

³ La hipótesis de tamaños finito genera mayores complicaciones analíticas debido a que el número de clientes en cola afecta el número potencial de clientes fuera del sistema.

μ_1 y μ_2 respectivamente y varianza cero. No ocurre lo mismo con las tasas de llegada, ya que la llegada al mostrador de facturación λ_1 depende del tipo de vuelo de que se trate (si es nacional o internacional), y la tasa de llegada al control de seguridad λ_2 dependerá de la velocidad de servicio del mostrador de facturación μ_1 .

En el caso de los vuelos regulares, se supone que el tiempo entre llegadas de los pasajeros al edificio terminal es aleatorio, por lo que la cola de facturación puede modelizarse como un proceso con entrada Poisson (de tasa λ_1) y tasa de servicio constante μ_1 . Igualmente, la cola del control de seguridad puede modelizarse como un nuevo proceso también con entrada Poisson (de tasa λ_2 , que será igual a la tasa de servicio de facturación μ_1) y tasa de servicio constante μ_2 .

De esta forma, los diferentes tiempos descritos en la figura 1, pueden calcularse como:

T_{c1} : tiempo de espera en cola de facturación: $T_{c1} = \lambda_1 / 2\mu_1(\mu_1 - \lambda_1)$

T_F : tiempo de facturación: $T_F = 1 / \mu_1$

T_{c2} : tiempo de espera en cola de seguridad: $T_{c2} = \lambda_2 / 2\mu_2(\mu_2 - \lambda_2) = \mu_1 / 2\mu_2(\mu_2 - \mu_1)$

T_s : tiempo de control de seguridad $T_s = 1 / \mu_1$

T_L tiempo libre en la zona comercial $T_L = T_t - T_{c1} - T_F - T_{c2} - T_s$

siendo $\lambda_1 = (\text{asientos ocupados por vuelo}) / (\text{N}^\circ \text{ horas que está abierto el mostrador})$

donde $(\text{asientos ocupados por vuelo}) = (\text{n}^\circ \text{ pasajeros nacionales}) / (\text{n}^\circ \text{ vuelos nacionales})$

Es necesario dentro de los vuelos regulares distinguir los vuelos nacionales de los internacionales ya que, si bien se supone para ambos un proceso de entrada Poisson, los mostradores de facturación abren con mayor antelación en los últimos.

En el caso de los vuelos charter, la inmensa mayoría de los pasajeros tienen contratados los servicios de desplazamiento en autobús al aeropuerto, por lo que es común que todos los pasajeros del vuelo lleguen al mismo tiempo a la terminal del aeropuerto. En este caso, la llegada no sigue un proceso de Poisson, sino que se supone una llegada por *lotes* de tamaño L equivalente a la ocupación del avión, cuyo valor medio puede calcularse dividiendo el número de pasajeros internacionales entre el número de vuelos internacionales. De este modo, se formaría instantáneamente una cola de tamaño L , que

con un tiempo de facturación $1/\mu_1$ por pasajero, tardaría un tiempo L/μ_1 en ser completamente liberada. Este sería el tiempo que esperaría el último viajero situado en la cola, mientras que el primer viajero de la cola sufriría un tiempo de espera igual a cero, por lo que en promedio, el tiempo de espera en cola de facturación sería: $T_{c1}=L/2\mu_1$, y el resto de tiempos se calcularía igual que en el caso de los vuelos regulares.

En abril de 1997 se cronometró el tiempo de servicio en la terminal de facturación del aeropuerto de Gran Canaria, obteniéndose una tasa media de servicio μ_1 de 85,7 pasajeros/hora. Se dispone además de datos de abril de 2001 del tiempo medio empleado por pasajero en el control de seguridad $T_s=7,4$ segundos (con lo que $\mu_2=486,49$ pasajeros/hora)⁴. Con los datos de pasajeros vuelos salidos del aeropuerto de Gran Canaria (tomando como dato el mes de abril de 2001), y suponiendo que los pasajeros llegan al aeropuerto con una hora de antelación en los vuelos nacionales ($T_t=1$) y con dos horas ($T_t=2$) en los internacionales, el siguiente cuadro presenta los principales cálculos distinguiendo por tipo de vuelo.

Cuadro 3. Resultados del sistema de colas

	Pasajeros	Vuelos	Tasa de llegada λ_1	T_t	Tiempo de espera en cola de facturación: T_{c1}	Tiempo de espera en cola de seguridad: $T_{c2}=\mu_1/2 \mu_2(\mu_2-\mu_1)$
Nacional Regular	124.948	1.788	69,88	1	$T_{c1}=\lambda_1/2\mu_1(\mu_1-\lambda_1)$ 1,55 minutos	0,73 segundos
Internacional Regular	108.899	746	72,99	2	$T_{c1}=\lambda_1/2\mu_1(\mu_1-\lambda_1)$ 3,90 minutos	
Internacional Charter	181.574	1.012	Por lotes $L=179,4$ $\lambda_1=89,71$	2	$T_{c1}=L/2\mu_1$ 67,12 minutos	

Como puede observarse, el tiempo medio de espera en cola de seguridad es despreciable, por lo que puede suponerse que los controles de seguridad no están afectando al tiempo libre disponible en el área comercial del aeropuerto. No ocurre así con el tiempo de facturación, que supone un tiempo medio de espera en cola de 1,55 minutos en vuelos nacionales y de 3,90 en vuelos internacionales, a lo que habría que añadir el tiempo en ser servido en el mostrador de facturación (42 segundos por pasajero).

⁴ Dado que se dispone de esta medición antes de los atentados del 11 de septiembre del 2001, suponemos que el tipo de controles de seguridad, y por tanto el tiempo medio empleado en ellos, no varía entre el año 1987 y el 2001.

Para los vuelos regulares, suponiendo un solo servidor ($s=1$), el factor de utilización ($\rho=\lambda/s\mu$) es 0,85 en los vuelos internacionales y 0,81 en los nacionales, por lo que (al ser $\rho<1$) el sistema de colas de facturación se acerca a la condición de estado estable. Para los vuelos charter, en cambio, los cálculos realizados muestran que se necesitan dos mostradores de facturación ($s=2$) para garantizar el estado estable (ya que con un solo servidor $\rho>1$ al ser $\mu=85,7$ y $\lambda=89,71$). Utilizando dos servidores, el tiempo de espera en cola de facturación sería 33,55 minutos.

Desde la perspectiva de los pasajeros el nivel de tolerancia respecto al tiempo de espera en cola varía según el tipo de mercado. En los vuelos regulares europeos, un tiempo de espera en cola de 7.5 minutos o inferior es considerado como satisfactorio, mientras que un tiempo igual o superior a 14 minutos es percibido como algo intolerable. Para los vuelos charters estos límites se encuentran entre 11 y 21 minutos respectivamente. En términos generales, un nivel de servicio satisfactorio sería aquel cuyo tiempo de espera en cola no supere los 12 minutos (Mumayiz y Ashford, 1987). De acuerdo con estos valores de referencia, los tiempos calculados muestran unos niveles de servicio en los mostradores de facturación bastante aceptables en los vuelos regulares, pero que están muy por debajo de los considerados aceptables (incluso suponiendo la apertura simultánea de dos mostradores) en los vuelos charter.

Los valores promedio calculados reflejan que los viajeros nacionales disponen de algo menos de una hora de tiempo libre para realizar sus compras de última hora en el área comercial del aeropuerto. Por su parte, los viajeros en vuelos charter disponen de algo menos de hora y media, mientras que los pasajeros internacionales en vuelos regulares son los que disponen de más tiempo en el área comercial.

El tiempo medio de espera en cola delante del mostrador de facturación es un factor que tiene una importancia crucial en la determinación del tiempo que los pasajeros disponen. Podemos tener una idea aproximada de la dimensión comercial que ello representa si multiplicamos este tiempo medio por el número de pasajeros que circulan por los terminales.

Por tanto, si podemos, por un lado, identificar algunos de los costes asociados con el tiempo invertido por los pasajeros en cola y, por otro, los recursos económicos que quedan inútiles como consecuencia de esa espera, este modelo es útil para evaluar las pérdidas debido a la calidad o nivel de servicio ofrecido por el aeropuerto. En definitiva, el establecimiento de un nivel estándar de servicio desafortunado influye negativamente en los intereses de los usuarios y, al mismo tiempo, limita la capacidad de generación de ingresos comerciales del aeropuerto.

3.-Conclusiones

La cuenta de explotación de los aeropuertos españoles presenta signo positivo, ya que el beneficio de los más grandes compensa las pérdidas de los más pequeños, sin embargo, gran parte de los aeropuertos españoles no genera ingresos suficientes para cubrir los costes incurridos. De los catorce aeropuertos que presentaron superávit en su cuenta de explotación, nueve verificaron un volumen de tráfico internacional superior al tráfico nacional. Según los resultados del modelo *ad hoc* de ingreso, el número de pasajeros en vuelos internacionales fue estadísticamente relevante en la determinación de los ingresos de los aeropuertos españoles. Existe, por tanto, una dependencia significativa de la generación de ingresos de la red de aeropuertos españoles respecto al tráfico internacional.

Los datos constatan, además, la evidencia del escaso desarrollo de las actividades comerciales en gran parte de los aeropuertos españoles. Un claro ejemplo de ello son los aeropuertos del Archipiélago Canario. Los aeropuertos de Gran Canaria, Tenerife, Fuerteventura y Lanzarote poseen las características idóneas, es decir, la proporción de tráfico internacional que circula por sus terminales es considerable, para la explotación de actividades comerciales tales como las tiendas libres de impuestos. Sin embargo, la inexistencia de esta clase de negocios en dichos aeropuertos significa una importante pérdida de ingresos.

Otro aspecto a tener en cuenta es el nivel de servicio ofrecido. Para potenciar las áreas comerciales de los aeropuertos, además de crear las infraestructuras necesarias para el desarrollo de las mismas, se debe proporcionar un nivel de servicio adecuado con el objeto de que los pasajeros dispongan del mayor tiempo posible para efectuar sus

compras de última hora y disfrutar de los diferentes servicios que le proporciona el aeropuerto.

Los ingresos de la red de aeropuertos españoles provienen en mayor medida de las tasas y tarifas aeronáuticas. El fomento de las actividades comerciales tiene como objetivo equilibrar la relación entre ingresos aeronáuticos y comerciales. La consideración de los aeropuertos como auténticos centros de negocios, gestionados con criterios comerciales, y que lleguen a ser, en un futuro no muy lejano, financieramente autosuficientes, exige emprender una serie de transformaciones en la red de aeropuertos españoles que permitan favorecer el desarrollo de las actividades comerciales en consonancia con las más importantes organizaciones aeroportuarias europeas, en las cuales los ingresos comerciales igualan, y en algunos casos superan, a los aeronáuticos.

Referencias

Doganis, R. y Graham, A. (1994): "Measuring Airport Performance", AENA Airport Economics and Management Symposium.

Doganis, R., Graham, A. y Lobbenberg, A. (1995). The Economic Performance of European Airports. Research Report 3. Department of Air Transport. University of Westminster.

Doganis, R. and Nuutinen, H. (1983): "Economics of European Airports". Transport Studies Group, Department of Civil Engineering, Polytechnic of Central London.

Memorias de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) de los años 1992 y 1997.

Muller, C. y Gosling, G.D. (1991): "A Framework for Evaluating Level of Service for Airport Terminals". *Transportation Planning and Technology*, Vol. 16, Pág. 45-61.

Mumayiz, S. y Ashford N. (1987): “Methodology for Planning and Operations Management of Airport Terminal Facilities”, *Transportation Research Record* 1094, Washington, D.C.: Transportation Research Board.

Rendeiro, R. y González, P. (2002): “El Enfoque Comercial en la Gestión de la Industria Aeroportuaria: El caso de los Aeropuertos Españoles”. *Boletín de Información Comercial Española*, Publicación del Ministerio de Economía, N°2735, Pág. 55-65.