



eetac

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE GRADO

TÍTULO DEL TFG: Una propuesta metodológica para la evaluación integral del valor en aeropuertos. Aplicación a Barcelona-El Prat.

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Sistemas aeroespaciales. Mención en aeropuertos.

AUTOR: Marc Esplugas Segú

DIRECTOR: César Trapote Barreira

FECHA: 8 de julio de 2022

Título: Una propuesta metodológica para la evaluación integral del valor en aeropuertos. Aplicación a Barcelona-El Prat.

Autor: Marc Esplugas Segú

Director: César Trapote Barreira

Data: 8 de julio de 2022

Resumen

Este proyecto consta de dos documentos. El documento I, la memoria, donde está explicado todo el estudio. El documento II, los anexos, está compuesto por figuras y tablas de gran tamaño que complementan el contenido de la memoria.

El presente trabajo tiene como objetivo la creación de un método de cuantificación integral del valor de un aeropuerto. El ejemplo de aplicación es el aeropuerto de Barcelona-El Prat. Esta cuantificación se lleva a cabo a través de un tipo de metodología basada en el enfoque ESG (Environmental, Social & Governance).

Los principales objetivos de este trabajo son:

- La obtención de un índice, número o ponderación para cada criterio del método utilizado. Además, puede ser utilizado como base para futuros estudios en otros aeropuertos.
- La comparación de la situación actual con futuros posibles escenarios del aeropuerto objeto de estudio, ya sea por solamente una ampliación o una ampliación con un cambio en el modelo de gestión.

Para poder conseguir los objetivos planteados, en primer lugar, se explica el significado del concepto valor a lo largo de la historia, a través de las teorías filosóficas más conocidas. Seguidamente, se comenta la propuesta del valor público de una infraestructura, la cual tiene diferentes finalidades en la generación de valor frente al ámbito privado.

A continuación, se mencionan otros estudios que han cuantificado tanto el impacto ambiental con su correspondiente propuesta de reducción para el aeropuerto de Barcelona-El Prat, como el impacto social y económico de los aeropuertos europeos. Seguidamente, se explican diferentes opciones metodológicas con sus inconvenientes, ya sean debidos a falta de recursos tanto de medios, como de tiempo. Finalmente, se expone la opción que se ha escogido para el estudio, con la adaptación de cambiar el criterio gubernamental por el económico.

Posteriormente, se ha aplicado la metodología escogida con el cálculo correspondiente y se ha repetido con tres escenarios distintos, variando algunos parámetros (pasajeros, conectividad, etc.).

Obtenidos los resultados de los tres escenarios planteados se ha hecho una comparación y posteriormente se han extraídos las conclusiones finales del trabajo.

Title: A methodological proposal for the integral evaluation of the value of airports. Application to Barcelona-El Prat.

Author: Marc Esplugas Segú

Director: César Trapote Barreira

Date: July 8th of 2022

Overview

This project consists of two documents. Document I, the report, which explains the entire study. Document II, the annexes, is made up of large figures and tables that complement the contents of the report.

The aim of this work is to create a method for the integral quantification of the value of an airport. The example of application is Barcelona-El Prat airport. This quantification is carried out through a type of methodology based on the ESG (Environmental, Social & Governance) approach.

The main objectives of this work are:

- Obtaining an index, number or weighting for each criterion of the method used. In addition, it can be used as a basis for future studies at other airports.
- The comparison of the current situation with possible future scenarios of the airport under study, whether it is only an expansion or an expansion with a change in the management model.

In order to achieve the objectives set out, firstly, the meaning of the concept of value throughout history is explained, through the best-known philosophical theories. Next, the proposal of the public value of an infrastructure, which has different purposes in the generation of value compared to the private sphere, is discussed.

Next, other studies are mentioned that have quantified both the environmental impact with its corresponding reduction proposal for Barcelona-El Prat airport, as well as the social and economic impact of European airports. Moreover, the option chosen for the study is presented, with the adaptation of changing the governmental criterion for the economic one.

Subsequently, the chosen methodology was applied with the corresponding calculation and repeated with three different scenarios, varying some parameters (passengers, connectivity, etc.).

Once the results of the three scenarios were obtained, a comparison was made and the final conclusions of the work were drawn.

Al tutor de este TFG, por ayudarme y formar parte de
este proyecto.

Dedicado a mi familia, amigos y toda la gente que me ha apoyado durante el
proceso.

RELACIÓN DE CONTENIDOS

Documento I. Memoria

Documento II. Anexos

DOCUMENTO I. MEMORIA

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE.....	4
1.1. Teoría del valor.....	4
1.1.1. Ejemplos teoría del valor	4
1.1.1.1. Teoría del valor-trabajo	4
1.1.1.2. Teoría del valor subjetivo	5
1.1.1. Valor público.....	5
1.2. Estudio reducción impacto ambiental del aeropuerto de Barcelona	7
1.3. Estudio impacto económico en aeropuertos europeos	8
1.3.1. Impacto directo.....	9
1.3.2. Impacto indirecto e inducido	9
1.3.3. Impacto catalítico.....	10
1.3.4. Impacto total.....	10
1.4. Estudio metodológico	11
1.4.1. Opciones metodológicas para la cuantificación del valor	11
1.4.2. ¿Cuál sería la mejor manera objetivamente para cuantificar el valor de una infraestructura?	12
1.4.3. Inconvenientes de la aplicación del uso de stakeholders	13
1.4.4. Enfoque ESG.....	14
1.4.4.1. Adaptación/Ampliación del criterio ESG	14
1.4.4.2. ¿Por qué se ha escogido el factor económico como sustituto?	15
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA DE MEDIDA DEL VALOR.....	17
2.1. Criterio ambiental.....	18
2.1.1. Emisiones derivadas del vuelo	19
2.1.1.1. Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):.....	20
2.1.1.2. Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):	21
2.1.1.3. Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):.....	22
2.1.2. Emisiones derivadas de acceso al aeropuerto	23
2.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):.....	25
2.1.2.2. Autobús y autobús de cortesía	26
2.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies)	27
2.1.3. Emisiones derivadas de actividades de la infraestructura	28
2.1.4. Cuantificación global de las emisiones	29
2.2. Criterio social.....	30
2.2.1. Estacionalidad	31
2.2.2. Low Cost Companies (LCC):.....	33
2.2.3. Turismo/Negocio:.....	34
2.3. Criterio económico.....	37
2.3.1. Impacto directo.....	37
2.3.2. Impacto indirecto	38
2.3.3. Cuantificación impacto directo e indirecto.....	38
2.3.4. Comparación con otros estudios o métodos de cálculo	40
2.3.5. Creación de riqueza (PIB).....	41
2.3.6. Estimación cuentas anuales del aeropuerto de Barcelona	42
2.3.6.1. Extrapolación en función de las operaciones:	43

2.3.6.2. Extrapolación en función de los pasajeros:	45
CAPÍTULO 3. ESCENARIO 1	48
3.1. <i>Criterio ambiental</i>	48
3.1.1. Emisiones derivadas del vuelo	48
3.1.1.1. Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):.....	49
3.1.1.2. Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):.....	49
3.1.1.3. Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):.....	49
3.1.2. Emisiones de acceso al aeropuerto.....	50
3.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):.....	51
3.1.2.2. Autobús (Autobús y autobús de cortesía):	52
3.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies):.....	53
3.1.3. Propio abastecimiento de la infraestructura	53
3.2. <i>Criterio social</i>	53
3.2.1. Estacionalidad	54
3.2.2. LCC.....	55
3.2.3. Turismo/Negocio.....	55
3.3. <i>Criterio económico</i>	56
CAPÍTULO 4. ESCENARIO 2	59
4.1. <i>Criterio ambiental</i>	59
4.1.1. Derivadas del vuelo	59
4.1.1.1. Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):.....	60
4.1.1.2. Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):.....	61
4.1.1.3. Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):.....	61
4.1.2. Acceso al aeropuerto.....	61
4.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):.....	62
4.1.2.2. Autobús (Autobús y autobús de cortesía):	63
4.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies):.....	64
4.1.3. Propio abastecimiento.....	64
4.2. <i>Criterio social</i>	65
4.2.1. Estacionalidad	65
4.2.2. LCC.....	66
4.2.3. Turismo/Negocio.....	67
4.3. <i>Criterio económico</i>	69
CAPÍTULO 5. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	71
CONCLUSIONES.....	74
BIBLIOGRAFIA.....	76
DOCUMENTO II. ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura I.1: Pasajeros del aeropuerto de Barcelona años 2008-2019.</i>	1
<i>Figura I.2: Operaciones del aeropuerto de Barcelona años 2008-2019.</i>	2
<i>Figura 1.1: Emisiones de CO2 del aeropuerto de Barcelona ^[8]</i>	7
<i>Figura 1.2: Impacto económico de los aeropuertos a nivel europeo. ^[10]</i>	9
<i>Figura 1.3: Estimación impacto catalítico de los aeropuertos a nivel europeo. ^[10]</i>	10
<i>Figura 1.4: Metodología que involucra la participación de los stakeholders. ^[12]</i>	12
<i>Figura 2.1: Esquema particular del estudio ESG.</i>	17
<i>Figura 2.2: Modo de acceso del pasajero al aeropuerto de Barcelona 2017. ^[21]</i>	24
<i>Figura 2.3: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte</i>	24
<i>Figura 2.4 Tipo de combustible usado en los taxis de la ciudad de Madrid. ^[23]</i>	25
<i>Figura 2.5: Consumo de CO₂ de las actividades aeroportuarias en Barcelona. ^[4]</i>	29
<i>Figura 2.6: Empleo total en el aeropuerto de Londres-Heathrow. ^[29]</i>	39
<i>Figura 2.7: Estimación empleo total en el aeropuerto de Barcelona. ^[30]</i>	40
<i>Figura 2.8: Gráfica crecimiento PIB Cataluña, PAX & OPS de Barcelona.</i>	41
<i>Figura 2.9: Desglose de ingresos de las cuentas de AENA el año 2019. ^[32]</i>	43
<i>Figura 2.10: Estimación de ingresos totales en función de las operaciones.</i>	44
<i>Figura 2.11: Estimación de EBIT en función de las operaciones.</i>	45
<i>Figura 2.12: Estimación de los ingresos totales en función de los pasajeros.</i>	46
<i>Figura 2.13: Estimación de EBIT en función de los pasajeros.</i>	46
<i>Figura 3.1: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte.</i>	51
<i>Figura 4.1: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte.</i>	62

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona.</i>	23
<i>Tabla 2.2. Porcentaje estacionalidad para los tres aeropuertos evaluados.</i>	32
<i>Tabla 2.3. Índice de estacionalidad para los tres aeropuertos evaluados.</i>	33
<i>Tabla 2.4. Índice de LCC para los tres aeropuertos evaluados.</i> ^{[26] [17]}	34
<i>Tabla 2.5. Porcentaje de negocio/turismo para los tres aeropuertos evaluados</i>	35
<i>Tabla 2.6. Índice de negocio/turismo para los tres aeropuertos evaluados.</i>	35
<i>Tabla 2.7. Evaluación índice criterio total social para el aeropuerto de estudio.</i>	36
<i>Tabla 2.8. Corrección de calidad de empleo para el aeropuerto de estudio.</i>	40
<i>Tabla 2.9. Datos operaciones y cuentas AENA año 2019.</i>	44
<i>Tabla 2.10. Datos pasajeros y cuentas AENA año 2019.</i>	45
<i>Tabla 3.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona escenario 1.</i>	50
<i>Tabla 3.2. Extrapolación número de pasajeros entre escenario 0 y escenario 1.</i>	54
<i>Tabla 3.3. Índice de estacionalidad ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	54
<i>Tabla 3.4. Índice de LCC ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	55
<i>Tabla 3.5. Índice de negocio/turismo ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	56
<i>Tabla 3.6. Evaluación índice criterio social ESC 1 para el aeropuerto de estudio.</i>	56
<i>Tabla 3.7. Corrección de calidad de empleo ESC 1 para el aeropuerto de estudio.</i>	58
<i>Tabla 4.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona escenario 2.</i>	61
<i>Tabla 4.2. Extrapolación número de pasajeros entre escenario 0 y escenario 2.</i>	65
<i>Tabla 4.3. Índice de estacionalidad ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	65
<i>Tabla 4.4. Índice de LCC ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	67
<i>Tabla 4.5. Índice de negocio/turismo ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.</i>	68
<i>Tabla 4.6. Evaluación índice criterio social ESC 2 para el aeropuerto de estudio.</i>	69
<i>Tabla 4.7. Corrección de calidad de empleo ESC 2 para el aeropuerto de estudio.</i>	70
<i>Tabla 5.1. Resultados obtenidos de los tres escenarios planteados en el estudio.</i>	71

I. INTRODUCCIÓN

El papel que juega el sector de la aviación en los tiempos modernos y a escala mundial ha variado al largo de las décadas. Ha pasado de ser un mero método de transporte de mercancías para otras industrias o un simple servicio de transporte de personas, a tener un rol importante en el crecimiento de la economía de los países y en su desarrollo social, ofreciendo una nueva visión de globalización y progreso. Por este motivo ya no podemos hablar de los aeropuertos como una simple estructura de conexión entre ciudades. Su aportación a la sociedad tiene un gran valor económico y social, aparte de tener relevancia en el factor ambiental. Numerosas empresas de servicio, mantenimiento, desarrollo e investigación o transporte, están apostando cada vez con mayor fuerza por el desarrollo de la aviación para fines de innovación tecnológica, turismo, y otros ámbitos.

En este nuevo escenario, los aeropuertos son una pieza clave para el desarrollo económico y social del territorio donde están emplazados. El transporte aéreo es el medio más efectivo para viajes de largo alcance y para poder establecer lazos de múltiples características para los usuarios. La inversión en mejoras de la infraestructura por parte de las instituciones gubernamentales es cada vez más frecuente permitiendo así una mayor facilidad en conexión entre países, acuerdos empresariales y obtención de bienes extranjeros.

Debido a esta nueva tendencia, el análisis de estas infraestructuras es fundamental. La importancia del aeropuerto ya no sólo se basa en el número de pasajeros que alberga durante el año. Si la sociedad ha conseguido esta transformación, para hacer de estos edificios puntos de referencia para el crecimiento de la región, el análisis también debe abarcar ámbitos anteriormente no tan relevantes; estos pueden ser tanto factores sociales, económicos como ambientales.

En nuestro territorio, el aeropuerto con mayor influencia es el de Barcelona-El Prat. Este aeropuerto ha seguido la misma progresión ascendente que los otros aeropuertos españoles, superándose cada año en número de pasajeros y operaciones.



Figura I.1: Pasajeros del aeropuerto de Barcelona años 2008-2019.



Figura I.2: Operaciones del aeropuerto de Barcelona años 2008-2019.

Como podemos observar en las figuras anteriores, el aeropuerto de Barcelona-El Prat ha pasado en diez años a casi doblar el número de pasajeros, con valores cercanos a 30 millones en 2009 a superar los 50 millones el año 2019. Esto se debe a como hemos mencionado al importante crecimiento del sector aeroportuario, con nuevos modelos de gestión, aparición de competencia en las aerolíneas convencionales y muchos otros factores que han potenciado este desarrollo democratizando el acceso para muchos más usuarios de lo habitual hace unos años.

Este cambio, asociado al crecimiento del sector, ha hecho que haya una cierta motivación e inquietud social por como plantear actualmente los aeropuertos. Estos, tienen un fuerte impacto económico y social, pero también deben ser referentes de cómo crear infraestructuras sostenibles mitigando al máximo su huella de carbono y otros factores que provocan el cambio climático. Debido a estas razones, se analizará el aeropuerto de Barcelona-El Prat de tal manera que el análisis sea capaz de abarcar todos estos criterios mencionados, obteniendo unos valores por cada uno de los factores y posteriormente realizar la comparación con posibles escenarios futuros, introduciendo la tendencia de pasajeros que se ha ido observando los últimos años y algún cambio en gestión aeroportuaria.

Cabe mencionar, que debido a la crisis del COVID-19, los datos serán extraídos del 2019, ya que en los años 2020 y 2021 las cifras no están en consonancia con la tendencia de los años anteriores a la pandemia. No obstante, se estima que en breve se alcanzaran valores similares a los de 2019.

II. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es el diseño de un método cuantitativo que pueda abarcar el valor global de un aeropuerto. Contemplando desde el criterio más enfocado a económico-social como, el criterio ambiental que tiene la infraestructura y las actividades que derivan de ella. Es objetivo principal obtener esta metodología de manera cuantitativa para poder así, realizar la representación y posterior observación de estos resultados en futuros escenarios comparativos, tanto en el propio aeropuerto, como con otros aeropuertos que quieran ser analizados en futuros proyectos.

El método que se quiere presentar y experimentar en el presente estudio, también ha de tener la capacidad de que se pueda llegar a la obtención de resultados sin tener al abasto grandes recursos por parte de los autores. Con solo datos que se puedan obtener de fuentes de internet, fijando otros aeropuertos como puntos de referencia del estudio y la implementación de hipótesis lógicas y razonadas, se sea capaz de llegar a las conclusiones finales con cierta fiabilidad y veracidad. De esta manera, se puede ahorrar el trámite de realizar encuestas y entrevistas a empresas del sector, aerolíneas o empresas que proporcionan servicios al aeropuerto y así no depender de agentes externos que pueden ralentizar los resultados y provocar que se agote el marco temporal para realizar el estudio o que directamente no se obtenga respuesta alguna. Así pues, gracias a este método se ha de poder llegar directamente a unos resultados cuantitativos de manera rápida pero también eficaz y eficiente la vez.

La creación de un método de cálculo cuantitativo del valor de un aeropuerto lo suficientemente global, efectivo y veloz puede ser de gran utilidad para empresas inversoras, consultorías u muchos otros sectores que necesiten una primera estimación para saber la viabilidad del proceso ahorrando así recursos y tiempo de dedicación.

Además, aparte de esta visión más empresarial e inversionista mencionada, también puede utilizarse para obtener una infraestructura y un modelo aeroportuario más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Esto es gracias a la metodología usada, basada en el enfoque ESG, que está compuesto en parte, por un criterio ambiental que se centra en la obtención de un valor a través de medidas de mitigación frente a la emisión de gases contaminantes. Este hecho es algo a tener en cuenta en estos tiempos modernos en que están en auge directrices, estudios y acciones para combatir el cambio climático.

CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Teoría del valor

El valor es una magnitud que se usa para proporcionar una medida de la calidad y la aptitud de los bienes, productos y servicios para satisfacer las necesidades. La dificultad de definición del concepto valor involucra dos puntos que deben distinguirse, primero en qué consiste el valor económico y segundo de que depende o que circunstancias influyen en él.

Se puede afirmar que el valor económico es una cualidad, y sugiere ante todo lo útil, pero el concepto de valor excede esta utilidad y expresa un grado superior, porque no definimos el valor de todas las cosas útiles, el aire, por ejemplo, no tiene un valor económico. Sino que se reserva la definición de valor únicamente a las cosas cuya utilidad se proporciona en plenitud, con fundamento de utilidad y condición de trabajo. De aquí parten las numerosas teorías relativas del valor.

La teoría del valor es un postulado académico que intenta explicar cómo se determina el valor de un bien o servicio en función de distintas variables. Cabe mencionar que, para la estimación del valor, algunos economistas dan un enfoque más importante a variables objetivas, mientras que otros dan importancia a factores más subjetivos, por ejemplo, la satisfacción que brinda el bien o el servicio al consumidor. [1]

1.1.1. Ejemplos teoría del valor

1.1.1.1. Teoría del valor-trabajo

Sostiene que el valor de una mercancía depende del esfuerzo contenido en él. De ese modo, cuanto más horas-hombre se necesiten para fabricar una mercancía, más alto será su precio. [2] Destacan sus siguientes variantes:

- Teoría de valor en la economía clásica: Aquí destaca el postulado de Adam Smith, quien distingue valor de uso y valor de cambio. El primero proviene de la satisfacción que proporciona el producto y el segundo es el precio pagado para adquirir su bien. También argumenta que el valor de un bien en el largo plazo se justifica por los factores de producción. Sin embargo, según Smith, en el corto plazo, el valor subirá o bajará dependiendo si la demanda aumenta o cae respectivamente. [3]
- Teoría del valor de Karl Marx: Según el marxismo, el valor de una mercancía depende del trabajo socialmente

necesario para producirla. Sigue las características de la teoría de valor de la economía clásica considerando el trabajo como factor clave. Sin embargo, introduce el concepto de competencia haciendo referencia a que quién consiga en menos horas producir el producto, obtendrá mayores beneficios. [4]

1.1.1.2. Teoría del valor subjetivo

En esta teoría el valor de una mercancía no depende ni de sus características ni del esfuerzo o coste requerido para producirlo. Que el valor es un bien subjetivo es algo que se lleva analizándose desde la antigua Grecia. No obstante, esta teoría no fue desarrollada hasta a finales del siglo XIX. Como hemos mencionado anteriormente, el valor depende de la utilidad para el individuo, es por eso que según el contexto puede aumentar o disminuir el valor. Es por esto, que esta teoría es la que más se puede asemejar al objetivo que buscamos, ya que se basa en los términos de utilidad y contexto. [5]

El concepto de subjetividad en esta teoría implica que no se puede medir de forma coherente. Por ejemplo, si necesita transportar un producto fabricado y se tiene la accesibilidad de poder hacerlo a través de un aeropuerto, en tren o por carretera, el valor del aeropuerto no será tan elevado. Si en cambio, para el mismo escenario el único método de transporte es el aeropuerto, este aumentará consideradamente su valor. [6]

No obstante, hay ciertas críticas a esta teoría, como pecar de individualismo, que parte del valor tiene que venir establecido por el coste o la necesidad de que los precios deban ser objetivos ya que es necesario para la realización de estudios empíricos.

Esta última crítica es un condicionante en el presente trabajo ya que, al ser un servicio, el valor es subjetivo dificultando obtener un resultado cuantitativo donde se han tenido en cuenta todos los factores. Además, en el caso del aeropuerto, es un servicio público, por tanto, no se puede establecer un precio o no tiene un valor objetivo como el de una empresa. Es por eso, que debemos introducir el término de valor público.

1.1.1. Valor público

El valor público fue definido por Mark Moore como el valor que una organización aporta a la sociedad. Shayne Kavanagh, quién hizo una reseña en 2014 sobre el libro *Recognizing Public Value* (2013) de Mark Moore escribe [7]:

El valor público pide a los funcionarios públicos que consideren los beneficios y costos de los servicios públicos no solo en términos de dólares y centavos, sino también en términos de cómo las acciones del gobierno afectan principios cívicos y democráticos importantes como la equidad, la libertad, la capacidad de respuesta, la transparencia, la participación y la ciudadanía.

Kavanagh resume en cuatro puntos la gestión estratégica que enfoca Mark Moore en:

- Las importaciones de las técnicas de gestión estratégica en el sector privado son defectuosas para la gestión pública debido al propósito final de ambas organizaciones. Por tanto, necesitan un enfoque distinto para la creación de valor.
- Según Moore, la gestión estratégica en el sector público ha implicado:
 - Centrarse en el largo plazo por encima del corto plazo.
 - Atender a grandes problemas con un gran impacto en lugar de atender a pequeños problemas con pequeños impactos.
 - Concentrarse en los fines últimos, antes que en las necesidades.
- A menudo los gerentes públicos tienen la visión del desempeño de la gestión de una manera técnica y no de una manera política o filosófica. Moore sostiene que los aspectos políticos en la gestión pública son igual de importantes que los aspectos técnicos.
- Para producir un valor, los funcionarios públicos deben considerar toda una “cadena de valor”. En algunos casos, el presupuesto tradicional de partidas se suele enfocar solo en el aspecto inicial de la cadena de valor, dejando otras medidas en inferiores condiciones.

En este trabajo, analizamos el aeropuerto como una infraestructura pública para el uso común del ciudadano, por tanto, su valor no está establecido con un precio como muchos objetos materiales de nuestra vida diaria. De modo que aparte de tener un valor económico o comercial, también tiene un fuerte valor social o público. Cabe mencionar, que el valor no es público solo porque es entregado al sector público. De hecho, puede ser producido tanto por organizaciones gubernamentales, organizaciones sin ánimo de lucro o por empresas privadas, por tanto, no es quién lo produce sino quién lo consume y cómo.

El valor público, como su nombre indica, es consumido por la ciudadanía en general y no por personas determinadas o clientes. Con la consecuencia de que una persona no reduce la disponibilidad a otra y tampoco está excluyendo a nadie. Además, el ciudadano se beneficia personalmente de ellas. Sin embargo, los recursos para esta generación de valor público no son infinitos, es por eso que la creación de valor público significa la maximización de los recursos dentro de unas limitaciones, buscar el mayor beneficio para los usuarios dentro de unas restricciones económicas y legales. En este enfoque se basa la eficiencia de este tipo de operaciones, la generación de valor público con el coste financiero mínimo necesario. [7]

1.2. Estudio reducción impacto ambiental del aeropuerto de Barcelona

BCN regional hizo un estudio [8] para la cuantificación del impacto ambiental del aeropuerto de Barcelona además de posibles mitigaciones que se podrían llevar a cabo para la reducción de este impacto. Analizó la viabilidad de la reducción del impacto ambiental a través de factores como la reducción de gases contaminantes (CO₂) provocados por las emisiones por LTO (Landing & TakeOff), abastecimiento de la infraestructura, handling o unidades auxiliares de potencia (APU). Esta reducción se basa en medidas tales como eliminar exenciones fiscales al queroseno, el uso de vehículos eléctricos en las terminales, la instalación de paneles solares, la potenciación del uso del transporte público para acceder al aeropuerto o la racionalizando los vuelos de corto alcance. Además, de otros factores como la reducción de ruido, el tratamiento y calidad del agua o del uso de tecnologías de innovación que también se detallaron en el estudio.

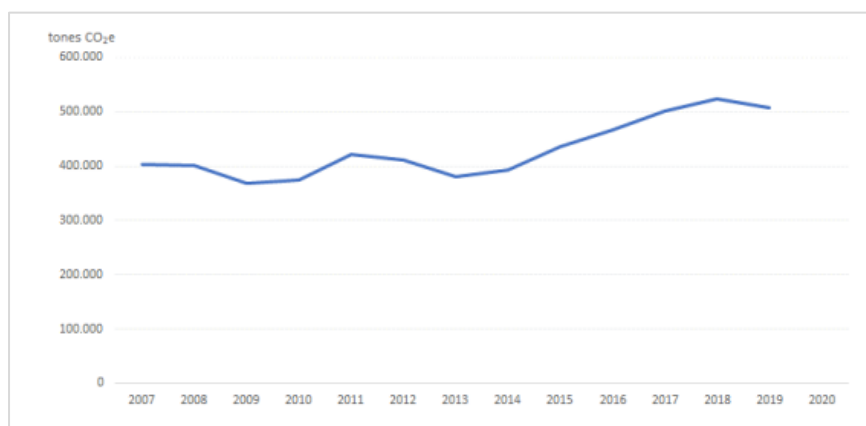


Figura 1.1: Emisiones de CO₂ del aeropuerto de Barcelona [8]

1.3. Estudio impacto económico en aeropuertos europeos

A lo largo de la historia del sector aeroportuario se han realizado numerosos estudios sobre el impacto económico que produce un aeropuerto en su zona de influencia, junto con los diferentes impactos que genera también para la sociedad intentando obtener una relación directa entre el crecimiento de actividad en el aeropuerto con el aumento de riqueza en el territorio ubicado. Airports Council International Europe (ACI EUROPE) redactó en 2013 un informe cuantificando y documentando a nivel europeo este impacto económico o contribución de los aeropuertos en la región. El impacto económico es una medida de empleo, gasto y actividad económica asociado a un sector, un proyecto constructivo o cambios en las políticas gubernamentales.

Este impacto es comúnmente cuantificado a través de tres parámetros, en aviación son:

- Empleo: El número de trabajadores generados por los aeropuertos europeos.
- Ingresos: Pagos, salarios, primas, remuneraciones ganadas por las personas vinculadas a las actividades de los aeropuertos.
- Contribución al PIB (Producto Interior Bruto): Medida monetaria del valor final de los bienes y servicios ofrecidos por la industria aeroportuaria.

El impacto económico de toda infraestructura que proviene de un servicio no es un valor único y extrapolable de un solo ambiente, sino que tiene influencia en otros sectores que también aportan beneficio económico y social. El efecto global de todos los mecanismos mencionados anteriormente se traduce en un incremento del empleo y del PIB. Por ejemplo, sin una buena conexión del transporte aéreo es mucho más difícil para la economía del país la atracción de turistas, el intercambio de bienes o la inversión de las grandes compañías internacionales. Esto, como resultado da un potencial retroceso o sufrimiento de la economía nacional y el empleo.

Cabe mencionar, que el impacto catalítico no es una simple cuestión de la generación de empleo y economía que da un aeropuerto, cuestión que sí es más relevante en los otros tipos de impactos. Este último, contempla un amplio rango de sectores afectados que tienen que estudiarse y valorarse conjuntamente para cuantificar el crecimiento. Es decir, si nadie tiene la idea de construir un hotel, por muchos turistas potenciales que pueda haber, la cifra real será mucho menor. Es por eso, que la buena conexión que pueden ofrecer los aeropuertos, sí que es fundamental en el impacto directo, indirecto e inducido, pero en el impacto catalítico, aunque sí que tiene importancia para el desarrollo de la economía, no es el único factor clave.

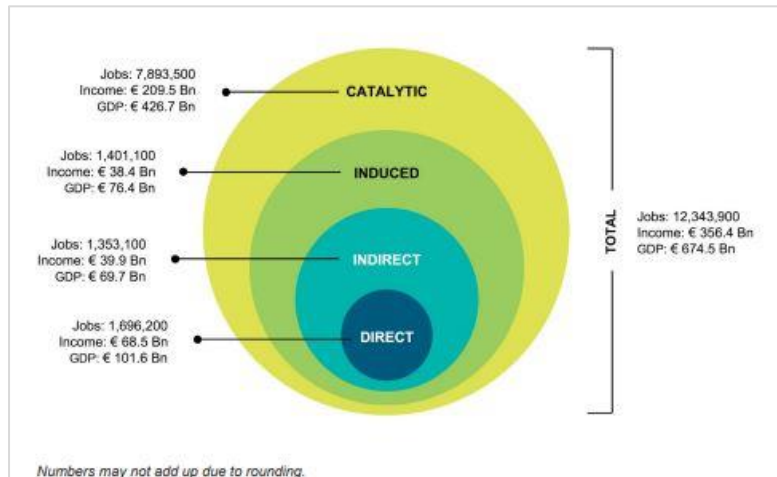


Figura 1.2: Impacto económico de los aeropuertos a nivel europeo. ^[10]

1.3.1. Impacto directo

Son los ingresos, el empleo y el PIB asociado a gestiones, operaciones y actividades que ocurren en el aeropuerto, incluyendo tanto a empresas que trabajan en el mismo emplazamiento como las que están ubicadas a los alrededores, es decir, desde actividades de las aerolíneas, control del tráfico aéreo, mantenimiento de aeronaves o seguridad aeroportuaria entre otras.

La generación de empleo de manera directa en Europa el año 2013 se cifra en 1,7 millones de empleos directos; de estos, España tenía un total de 146.500 empleos. Se estimó que el impacto directo era una media del 0.6% del PIB nacional español.

1.3.2. Impacto indirecto e inducido

El impacto indirecto, está asociado a los ingresos, el empleo y el PIB generados por actividades que provienen de industrias descendientes que apoyan el funcionamiento del aeropuerto. Aquí se engloban empresas que proporcionan la contabilidad y servicios legales de las aerolíneas, restauración, empresas que proporcionan alimentos para los pasajeros y tripulación durante los vuelos, agencias de viajes, actividades de proporción y refinación de combustible, etc.

Por otra parte, el impacto inducido es el movimiento económico producido por las actividades de los trabajadores o empleados de las empresas que están relacionadas directa o indirectamente por el aeropuerto. Como ejemplo sería un empleado de una aerolínea o de seguridad del aeropuerto que sus ingresos provienen relacionados con el aeropuerto hace un gasto en un restaurante o en reformar el comedor dando así generación de empleo y como consecuencia actividad económica a otros sectores.

El empleo indirecto e inducido se cifraba en 2,75 millones. Particularmente en España el impacto indirecto e inducido generaban una suma de casi 300.000 empleos y un total del 1,3% del PIB nacional.

1.3.3. Impacto catalítico

Se conocen como los amplios beneficios económicos. Es decir, engloba como el servicio que aporta el aeropuerto facilita la generación de empleo y actividad a los otros sectores de la economía. La infraestructura da este servicio ya sea para turismo, por negocio o recreativo, intercambio de bienes, productividad empresarial, o inversión en el territorio para futuras empresas. Se obtuvo como resultado que hay una relación que es bidireccional, es decir, un incremento de la economía conduce a un incremento de la demanda de los servicios de transporte aéreo y al mismo tiempo, estos nuevos servicios ofrecen nuevas oportunidades de intercambio, desarrollo, inversiones y turismo. Las nuevas oportunidades traen como consecuencia un crecimiento de la economía y se genera un “ciclo virtuoso”.

A través del análisis econométrico se estimó una cuantificación del impacto catalítico en Europa. Se aproximó a un total de 7,9 millones de empleos. No obstante, en territorios dónde hay una larga tradición de la fomentación del turismo e industrias de alrededores, este porcentaje es mayor. Particularmente, en España tenía un impacto en 895.800 puestos de trabajo

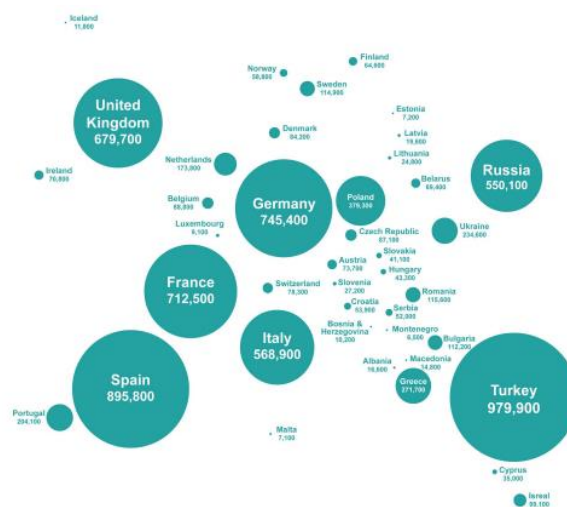


Figura 1.3: Estimación impacto catalítico de los aeropuertos a nivel europeo. ^[10]

1.3.4. Impacto total

Sumando el total de los impactos mencionados, en Europa se obtuvo alrededor de 12,3 millones de puestos de trabajo, equivalente a un 4,1% del PIB europeo. La aportación en el PIB puede variar según la contribución de la aviación en la región en particular. Este porcentaje varía según varios factores como el

desarrollo del sector de la aviación y los aeropuertos, el tamaño y potencia de la economía del país, la organización y apoyo en la actividad aeroportuaria, tradición turística del país, o tipología del territorio como, por ejemplo, naciones ubicadas en pequeñas islas con necesidad imperiosa de conexión.

En España se cifró un valor total de los impactos de 1.334.700 puestos de trabajo, siendo, por detrás de Turquía (1.456.900) y superando a Alemania (1.267.400), el segundo país de Europa con mayor empleo generado. La contribución al PIB español era un total del 5,9%. [9] [10]

1.4. Estudio metodológico

1.4.1. Opciones metodológicas para la cuantificación del valor

Todo estudio metodológico necesita de una base para su realización. Hay muchos tipos de metodología a llevar a cabo. Uno de los modelos más utilizados en economía es la metodología basada en input-output, permitiendo calcular a partir de estímulos en las actividades aeroportuarias de manera directa, indirecta e inducida una producción, valor añadido o variables que permitirían el cálculo para obtener un resultado final. Este modelo no sería de correcta precisión, ya que los efectos derivados por estas actividades llevadas a cabo en el aeropuerto son de mayor complejidad, por consiguiente, la falta de datos y recursos para poder realizar el estudio inhabilita las opciones de usar este modelo. Sin embargo, este método ha sido utilizado en otras ocasiones, como por ejemplo en el impacto económico de universidades en la economía local. [11]

Otra opción para realizar el estudio y obtener un análisis exhaustivo es mediante el uso de indicadores tanto cualitativos como cuantitativos. Es una buena opción para obtener un resultado cuantitativo de carácter numérico ya que el uso de indicadores (expresión numérica) facilita tanto la introducción de los datos estadísticos, como la interpretación de los resultados obtenidos. Por este motivo, en algún punto de este estudio si puede ser útil el uso de ciertos indicadores. Sin embargo, el problema de la ejecución de este modelo es el enfoque en aspectos concretos que no abordan de forma conjunta e integral las actividades del aeropuerto en el ámbito social o económico. El uso de indicadores también tiene un riesgo, ya que se puede caer en la posible tendencia de usar indicadores estratégicos o con una perspectiva más centrada en la optimización en el aeropuerto y perder así la visión real para la que se está realizando el estudio.

1.4.2. ¿Cuál sería la mejor manera objetivamente para cuantificar el valor de una infraestructura?

Una manera muy efectiva para obtener con una metodología cuantitativa del valor de un aeropuerto es involucrando la participación de los *stakeholders*, también denominados grupos de interés. Estos grupos serían por ejemplo empleados, aerolíneas, empresas del sector, empresas fuera del sector con algún tipo de participación en el aeropuerto, instituciones públicas, turistas, ciudadanos que viven en el área de influencia del aeropuerto, etc. Una vez se han fijado estos grupos, se añadirían las denominadas categorías o indicadores. Estas se basarían en la aportación que hace el aeropuerto en los *stakeholders*, por ejemplo, transporte de mercancías, sueldo/remuneración económica, formación profesional, colaboración en proyectos, interconexión empresarial, prestigio a nivel internacional, medio de transporte para ocio, etc.

Con esta idea principal y para profundizar en los detalles, se procedería a hacer una encuesta o algún tipo de consulta a todos los grupos de interés establecidos para rellenar el formulario con las categorías que les aporta la infraestructura, además de otras sugerencias personales. Una vez hecho la parte de entrevistas, se representa que valor aporta el aeropuerto para cada uno de los *stakeholders* o integrar respuestas coincidentes y, en consecuencia, valores de diferentes *stakeholders*. En la figura de abajo se podría ver como se relacionan las respuestas obtenidas por parte de los grupos de interés.

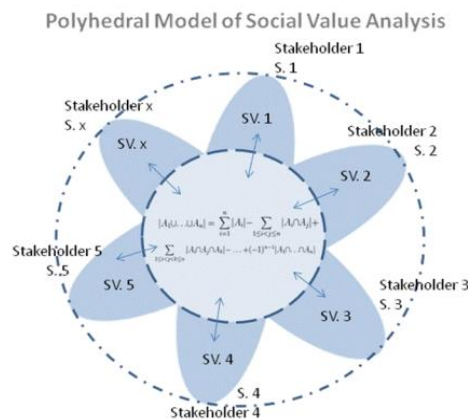


Figura 1.4: Metodología que involucra la participación de los stakeholders. [12]

Finalmente se obtendría una matriz con las variables de los grupos de interés y sus indicadores. Una vez hecho todo este proceso se pasaría al siguiente punto, el cuál consistiría en la monetización de los indicadores para obtener una ponderación o índice cuantitativo para obtener dicho valor. Además, hay que mencionar que se realizaría una revisión de estos *proxies* por parte de un panel de expertos, para una mejor exactitud del resultado.

Finalmente se procedería al cálculo. Se diferenciarían los cálculos a través de impactos directos, indirectos e inducidos. Con la cuantificación de los *proxies* y las variables correspondientes se obtendría un valor monetario y se procedería a calcular el valor consolidado, teniendo en cuenta que no haya duplicación del valor que se genera a la vez para diferentes *stakeholders* o tipologías de valor. [12]

1.4.3. Inconvenientes de la aplicación del uso de *stakeholders*

Anteriormente en el apartado de opciones metodológicas se han visto diferentes opciones para la realización del estudio. La modalidad del uso de *stakeholders*, con todo su procedimiento a seguir, se ha detallado bastante y puede parecer, tanto objetivamente como exhaustivamente, la más indicada para la realización del estudio. Sin embargo, no es la que se va a realizar en el trabajo por las múltiples razones explicadas a continuación:

- Accesibilidad a los grupos de interés: El primer problema que aparece para la aplicación de este método es la dificultad de acceso a los diferentes grupos de interés planteados anteriormente para la finalidad de poder realizar la encuesta o la consulta y así obtener los datos de aportación por parte del aeropuerto a este conjunto. Hay grupos como empresas del sector, instituciones públicas o aerolíneas a las que esta accesibilidad es muy difícil o en caso de que la hubiera, sería limitada. Es decir, en el caso que se obtuviera respuesta de dentro del margen de tiempo, sólo se conseguiría respuesta de unos pocos componentes del grupo de interés, provocando que no haya una fiabilidad y rigurosidad en la obtención de los resultados de la encuesta.
- Accesibilidad y cuantificación de los indicadores: Igual que ocurre anteriormente, hay ciertos indicadores o categorías que, con los recursos disponibles serían de difícil acceso en obtener la información necesaria para la realización del estudio. Por ejemplo, la accesibilidad a la conexión empresarial que puede ofrecer el aeropuerto a las empresas es un contexto bastante abstracto como para poder obtener información y que esa información sea de carácter numérico. Sin embargo, es un recurso muy valioso que ofrece la infraestructura.
- Recursos para obtener la cuantificación de los *proxies*: La definición de los *proxies* proviene de las actividades de los grupos de interés junto con las categorías mencionadas. Por ejemplo, en el caso de turistas, el proxy sería el gasto medio por turista; o en el caso de prestigio internacional, un posible proxy es la ratio de demanda/oferta o diferencial de precio comparado con otros aeropuertos nacionales o aeropuertos de países

límites de parecida magnitud. Sobre algunos *proxies*, sí que sería posible encontrar información con los recursos de los que se dispone; pero en otros casos, obtener una variable objetiva y lógica tiene una dificultad bastante alta como para poder hacer tal afirmación.

- Enfoque en el valor social y económico: Otro pequeño inconveniente en la realización de este tipo de estudio metodológico es la focalización de obtener un valor a través de los ámbitos social y económico. Es decir, si sólo buscásemos el valor social del aeropuerto o el valor económico del aeropuerto, sí podría ser un método correcto para realizar nuestra investigación. Pero en este enfoque habría una dificultad en la estimación del factor ambiental. La obtención de datos del factor ambiental, o valor ambiental, a través de entrevistas puede generar respuestas con un alto grado de subjetividad.

1.4.4. Enfoque ESG

El criterio o enfoque ESG es un tipo de metodología cuantitativa que como su nombre indica toma referencia de factores ambientales, sociales y gubernamentales, de ahí las siglas en inglés *Environmental, Social and Governance*, para su análisis y obtener así los posibles riesgos u oportunidades para alcanzar mejores rendimientos o a la hora de realizar inversiones en fondos, empresas u otras infraestructuras. Así pues, se conseguirá el objetivo de obtener cuantitativamente el valor aproximado del aeropuerto. Además, este método permite crear hipotéticamente posibles escenarios cambiando ciertas variables, como por ejemplo el tipo de tráfico o parámetros ambientales, para así observar y prevenir futuras situaciones y mejorar el rendimiento global, que como consecuencia hará que incremente el valor de la infraestructura. [13]

1.4.4.1. Adaptación/Ampliación del criterio ESG

La realización en este trabajo siguiendo la metodología ESG, no será la tradicional o estrictamente conocida y explicada anteriormente. El modelo a seguir será una variación, con la modificación de uno de los criterios o factores a evaluar. Es decir, se cambiará un factor del modelo tradicional de ESG por otro que nos es de más relevancia e interés.

El factor a cambiar en cuestión es el gubernamental. Se decide prescindir de él ya que, típicamente el procedimiento que se aplica en el enfoque ESG es usado comúnmente en empresas y organizaciones, las cuales muchas tienen un gobierno corporativo, por ejemplo, la composición y diversidad de su Consejo de Administración o que la empresa se gestiona a interés de sus accionistas (incluidos los minoritarios). También alude a la calidad corporativa,

a la transparencia que muestra en su información pública, los códigos de conducta y la lucha contra las prácticas antiéticas que tiene y pretende seguir la empresa, evitando de esta manera sobornos y corrupción, o las decisiones en ámbito de estrategias fiscales, que examina el grado de la empresa en términos de claridad política y conciencia de riesgos extra financieros derivados de estas prácticas, sin olvidar el cumplimiento normativo o la buena aptitud de los empleados.

En este caso, se analiza el aeropuerto de Barcelona-El Prat, que es considerada una infraestructura de interés general y, como ya hemos mencionado anteriormente, de uso público. El artículo 149 de la Constitución establece que el estado tiene competencia exclusiva sobre aeropuertos de interés general, control del espacio aéreo, tránsito y transporte aéreo, servicio meteorológico y matriculación de aeronaves. Es por eso que la red de la gestión de aeropuertos y helipuertos es adjudicada a AENA, SME S.A. No obstante, el Estado puede reservarse la gestión directa de los aeropuertos de interés general.

Debido a esta gestión pública, el factor *Governance*, dota de cierta complejidad, tanto en la obtención de datos y la posterior interpretación de los atributos por los que está compuesto este factor del enfoque ESG. La complicación notable de la realización del estudio por culpa de este criterio provoca que se haya acordado en su sustitución. Por eso, se ha optado a aplicar otro con una relevancia destacada como, por ejemplo, el factor Económico.

1.4.4.2. *¿Por qué se ha escogido el factor económico como sustituto?*

Como todo el mundo sabe, los aeropuertos son un punto de entrada para turistas, empresarios e inversores, además crean un gran número de empleos para la sociedad y, por consiguiente, riqueza en su área de influencia. A medida que la sociedad ha evolucionado junto con la predominancia de los economistas y el sistema capitalista, las actividades en el aeropuerto también han seguido una corriente paralela, consolidándose como una infraestructura de desarrollo social y económico en múltiples ámbitos con el rendimiento como uno de los principales objetivos. Esta influencia del sector económico en la gestión pública de los aeropuertos es uno de los principales motivos que nos permite con cierta coherencia poder sustituir el criterio de gobernanza por un criterio económico en el enfoque ESG adaptado.

El aeropuerto de Barcelona-El Prat es una pieza fundamental en la industria turística que forma parte de uno de los sectores que genera mayor riqueza en Cataluña. Más de la mitad de los turistas que se registran en hoteles de Barcelona utilizan el avión para llegar a la ciudad. La tendencia creciente de los

últimos años de la recepción de turistas en la Comunidad Autónoma se debe en parte a la consolidación del aeropuerto como punto de conexión internacional. Además, Barcelona también ha estado desarrollando un aumento en las actividades relacionadas a congresos y reuniones (en 1996 superó los 200.000 visitantes), los cuales más del 80% de los asistentes utilizaron el avión para llegar a la ciudad. Estos congresos y ferias, sirven de reflejo como generador de actividad económica de calidad y modernización. Asimismo, este flujo de actividad económica también se ve reflejado en aspectos sociales y culturales entre muchos otros. [14]

A nivel nacional, el impacto directo, indirecto e inducido de los aeropuertos españoles ha generado un total de 440.000 empleados, es decir, un 2% de la población nacional. Todo esto se ve reflejado en datos sobre el tráfico aéreo, donde los aeropuertos españoles gestionaron un total de 263,7 millones de pasajeros, un crecimiento del 5,8% respecto el año anterior, el 2017. [10]

Por estos motivos, se ha optado que el factor económico sea uno de los criterios esenciales en el enfoque ESG para la realización del estudio metodológico, con el fin de obtener una visión final realista y objetiva usando indicadores determinantes para llegar al resultado final. Para lograr este objetivo es esencial una buena implementación del enfoque ESG, que permitirá entrar de manera más directa y profunda en información de interés sobre factores ambientales, sociales y económicos.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE MEDIDA DEL VALOR

Este Trabajo de Fin de Grado se basa en la cuantificación del valor de un aeropuerto. Es de lógica común que los aeropuertos desempeñan una labor fundamental en nuestro día a día. A veces este papel por parte de la infraestructura es de manera directa o indirecta, pero ¿Cómo cuantificamos la aportación de un aeropuerto en la sociedad?

Como se ha mencionado anteriormente la cuantificación del valor de un aeropuerto es un tema complejo a llevar a cabo por el punto de subjetividad y cierta ambigüedad que puede tener el estudio. No obstante, a partir de criterios adecuados al sector y un análisis exhaustivo de los parámetros que influyen en el resultado final, se puede obtener un método certero y válido para finalmente obtener una aproximación cuantitativa de este valor.

Los aeropuertos generan múltiples impactos en la ciudadanía, la economía, el transporte, las comunicaciones, el medioambiente, etc. Es por eso, que las herramientas utilizadas para estudiar la incidencia, ya sea de manera directa, indirecta e inducida, es de relevancia. Como consecuencia, la realización de este estudio se tendrá que separar en ámbitos o secciones. La presente metodología consiste en evaluar factores específicos que ponderan variables cualitativas y/o cuantitativas mediante una matriz que permite identificar y valorar el perfil ESG adaptado de cada criterio utilizado en el estudio. A partir de estos inputs se obtendrá la calificación ESG. [15] Así, en el siguiente esquema se detallan las variables de cada pilar que serán consideradas:

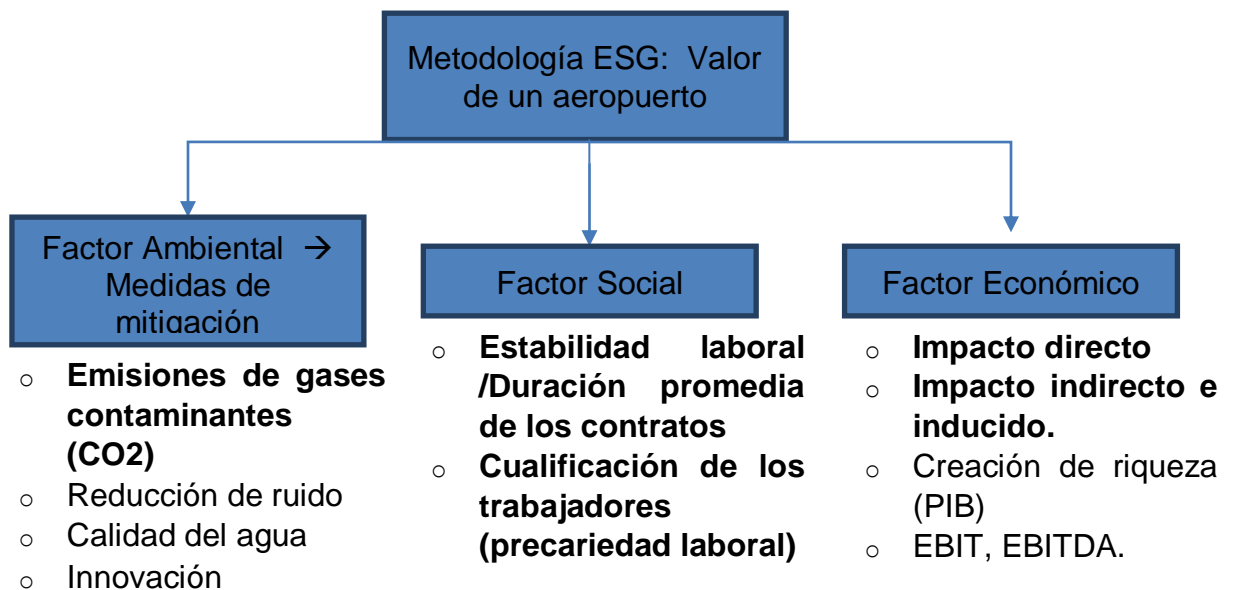


Figura 2.1: Esquema particular del estudio ESG.

Para detallar todos los componentes que forman parte de cada uno de los criterios ESG adaptado es preciso analizarlos por separado. Sin embargo, dados los recursos disponibles y el tipo de estudio que se realiza en este Trabajo Fin de Grado, se procederá a cuantificar las variables más destacadas de cada factor del enfoque ESG adaptado:

2.1. Criterio ambiental

Dentro del factor ambiental en una estrategia ESG, se consideran como criterios aquellas actividades que ocurren en el aeropuerto de estudio, y tienen un impacto positivo en el medio ambiente. En el trabajo se analizarán solamente la reducción de emisiones de CO₂. Los factores que se pueden observar en el esquema anterior son:

- Reducción de emisiones de gases contaminantes (CO₂): El aeropuerto es una de las principales infraestructuras que provoca emisiones de gases contaminantes debido a las actividades que transcurren diariamente. Para poder obtener una disminución de estas emisiones hay que actuar principalmente en tres grandes ámbitos. Emisiones de acceso al aeropuerto, aunque de primeras no provienen de la infraestructura ni de la actividad principal del aeropuerto, vienen derivadas de ella, es decir, a consecuencia de que esté presente, por tanto, están incluidas. Se designan principalmente a las emisiones que proceden de vehículos particulares, igual que autobuses, taxis, coches de alquiler o sistema ferroviario. El segundo ámbito está referido a las emisiones de actividad aeroportuaria. Son emisiones que provienen de la infraestructura del aeropuerto, en este tipo de emisiones entran el abastecimiento de la Terminal 1 y de la Terminal 2. Para finalizar, quedan las emisiones derivadas del vuelo. Como su nombre indica proceden de las operaciones de pista y mediante el ciclo LTO (Landing & TakeOff) dividido en despegue, aterrizaje, aproximación y rodaje en tierra se pueden estimar las emisiones producidas por las aeronaves durante el periodo de tiempo especificado.
- Reducción de ruido: Por culpa de las actividades que transcurren en el aeropuerto existe una contaminación acústica que afecta a los alrededores. Estas provienen en gran medida en el periodo de despegue y aterrizaje de los aviones.
- Calidad del agua: Otro impacto ambiental generado por los aeropuertos es la degradación de la calidad del agua y la intervención del caudal de donde proviene. En el caso de Barcelona-El Prat, alrededor del aeropuerto tenemos ubicada la laguna de la Ricarda, un

espacio natural ubicado en el delta del río Llobregat. Al ser espacio natural, hace que sea más importante su correcto mantenimiento e intervenir lo más mínimo posible. [16]

- Innovación: En todo momento estamos en proceso de utilizar cambios tecnológicos con el propósito de hacer un mundo más sostenible sin perder las prestaciones de rendimiento. Alternativas de combustible o motores menos contaminantes son varios ejemplos de este apartado. [8]

No obstante, debido a la gran cantidad de factores que se pueden analizar en el ámbito ambiental y la limitación de tiempo para la realización de un trabajo de final de grado, nos focalizaremos sólo en la mitigación de los gases contaminantes, es decir, la reducción de los niveles de CO₂ provocados por el aeropuerto. Como hemos mencionado anteriormente, estas emisiones de dióxido de carbono pueden provenir de tres fuentes principales, ya sean de derivadas del vuelo, mediante acceso al aeropuerto o de actividades aeroportuarias.

2.1.1. Emisiones derivadas del vuelo

Actualmente, en el aeropuerto de Barcelona-El Prat hay un alto nivel de predominancia de los vuelos de corto alcance (vuelos menores de 2.5 horas) que, como consecuencia, se traduce a un alto nivel de aviones de tipo medio y ligero. Es tal la diferencia que se estima aproximadamente un total del 90% de operaciones realizadas corresponden a vuelos de corto radio. Debido a la hegemonía de este tipo de vuelos, el número de operaciones en pista cada vez es más elevado y, por tanto, las emisiones derivadas de las operaciones de handling, APU y otras que son provocadas por los aviones cada vez que despegan o aterrizan también aumentan. En la página del aeropuerto de Barcelona nos detallan que aproximadamente el 74% del tráfico del aeropuerto es en ámbito internacional, siendo el 26% restante, vuelos nacionales. [17] Buena parte de estos vuelos nacionales pueden ser eliminados con una mejora de la red ferroviaria y marítima de nuestro país invirtiendo en infraestructuras, buena planificación y conexión y ofertas para el cliente. Además, esta mejora puede considerarse también a una escala más internacional mediante la conexión con otras grandes ciudades europeas como París, Lisboa, Milán, Lyon o Ginebra que se encuentran en un radio relativamente cercano para considerar otras opciones de transporte alternativo al aéreo debido a su alta contaminación.

Debido a esto, se plantean estimaciones para la reducción del número de operaciones. Con estas mejoras en conexión tanto nacional como internacional se suponen tres escenarios con un porcentaje hipotético de operaciones reducidas. El primero es una reducción del 10% de los vuelos de corto radio, el

segundo aumentamos esta reducción al 15% de este tipo de operaciones, y finalmente el tercero y último, llegamos a una reducción del 20%.

Para obtener esta cuantificación se usará la Figura 2.8 del anexo I ^[18] que nos proporciona los factores de emisión por ciclo de despegue y aterrizaje (Landing & TakeOff). Se partirá de la suposición del uso de dos de los aviones más comunes en la industria aeronáutica como son el A320 y el B737-800 como aeronaves de uso en trayectos de corto alcance, ya que las otras opciones que aparecen en la tabla y que tengan también un uso extendido entrarían dentro de la categoría de aviones pesados y de trayectos de largo alcance.

Una vez definidos los tipos de aviones a utilizar y debido a la dificultad de saber exactamente el uso de uno u otro durante el transcurso de un año en el aeropuerto Barcelona-El Prat vamos a fraccionar a partes iguales, es decir 50-50, ambos aviones para la realización de los cálculos. Dicho de otra manera, en la mitad de los casos usaremos el valor de CO₂ del avión tipo A320 y en la otra mitad usaremos el valor del avión tipo B737-800.

La razón por la cual dividimos en dos tipos de avión y no usamos sólo uno de los dos es para obtener un valor indicativo con cierto grado de coherencia y exactitud dentro de la complejidad de un cálculo exacto. Objetivamente, se tendría que buscar la cantidad en porcentaje de uso de todos los aviones de corto alcance utilizados anualmente. Hecho que involucra una dedicación de tiempo y recursos excesiva para el objetivo final del trabajo.

Para empezar con la realización de los cálculos, hay que lograr sacar el número de operaciones anuales que reducimos aplicando las hipótesis anteriormente mencionadas. Para eso a través de la Figura 2.6 de anexo I ^[19] sacamos las operaciones totales del aeropuerto de Barcelona-El Prat. De aquí, obtenemos que en 2019 hubo un total de 344.563 operaciones.

Aplicando el porcentaje de operaciones de aviones de tipo medio y ligero en aproximadamente en un 90% nos queda, por tanto:

$$\begin{aligned} ShortHaul\ Ops &= ShortHaul\% \cdot TotalOps = 0.9 \cdot 344.563 = 310.106,7 \\ &\cong 310.107\ ops \end{aligned} \quad (2.1)$$

Una vez tenemos el valor de Short-Haul Operations planteamos los tres escenarios posibles también mencionados anteriormente.

2.1.1.1. Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):

En este caso, aplicamos una reducción del 10% de las operaciones Short-Haul, por tanto, el valor será del 90%.

$$\begin{aligned} \text{Final Ops} &= (1 - \text{ShortHaul reduction\%}) \cdot \text{SHL Ops} = (1 - 0,1) \cdot 310.106,7 \quad (2.2) \\ &= 279.096,03 \cong 279.096 \text{ ops} \end{aligned}$$

Restando el valor de Final Operations con el de Short-Haul Operations, obtendremos el total de operaciones reducidas anualmente, 31.011 operaciones.

Hay que tener en cuenta que un ciclo LTO corresponde a una operación de despegue junto a una de aterrizaje, con una duración promedio establecida en 32 minutos y 54 segundos. Por tanto, usamos con cierta lógica la hipótesis de que la mitad de las operaciones reducidas corresponden a despegues y la otra mitad corresponden a aterrizajes. Es por este motivo, que para poder manipular correctamente los resultados anteriores para cada escenario hay que dividir las operaciones anuales reducidas entre dos, para así obtener un ciclo entero de LTO.

$$\text{LTO cycle} = \frac{\text{Reduced Ops}}{2} = \frac{31.011}{2} = 15.505,5 \quad (2.3)$$

Anteriormente, hemos mencionado que la mitad de los aviones usados para calcular los kilogramos de consumo serían A320 y la otra mitad serían B737-800, por tanto:

$$\text{LTO cycle (A320 or B737 - 800)} = \frac{\text{LTO cycle}}{2} = \frac{15.505,5}{2} = 7.752,75 \quad (2.4)$$

Seguidamente obtenidos los ciclos LTO separados para cada tipo de avión, procedemos a calcular su consumo de CO₂, a partir de los valores correspondientes a Figura 2.8 del anexo I ^[18]:

$$\text{CO}_2 \text{ Consumption} = \text{LTO cycle} \cdot \text{CO}_2 \text{ Emission Factor} \quad (2.5)$$

$$\text{CO}_2 \text{ Cons. (A320)} = 7.752,75 \cdot 2.570,93 = 19.931.777,56 \text{ kg de CO}_2 \quad (2.6)$$

$$\text{CO}_2 \text{ Cons. (B737 - 800)} = 7.752,75 \cdot 2.775,47 = 21.517.525,04 \text{ kg de CO}_2 \quad (2.7)$$

Sumando los dos resultados obtenidos, se tiene un total de 41.449.302,6 kg de CO₂ (41.449,3 toneladas de CO₂) no emitidos con la aplicación de reducción del 10% de los viajes de corto alcance.

2.1.1.2. Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):

En el segundo escenario, la reducción incrementa a un 15% de las operaciones Short-Haul, por tanto, el valor será el 85% de Short-Haul Operations.

$$\begin{aligned} \text{Final Ops} &= (1 - \text{ShortHaul reduction\%}) \cdot \text{ShortHaulOps} \\ &= (1 - 0,15) \cdot 310.106,7 = 263.590,7 \cong 263.591 \text{ ops} \end{aligned}$$

Restando el valor de Final Operations con el de Short-Haul Operations, obtendremos un total de operaciones reducidas anualmente de 46.516. Repetimos los cálculos hechos en el escenario 1:

$$LTO\ cycle = \frac{Reduced\ Ops}{2} = \frac{46.516}{2} = 23.258 \quad (2.9)$$

$$LTO\ cycle\ (A320\ or\ B737 - 800) = \frac{LTO\ cycle}{2} = \frac{23.258}{2} = 11.629 \quad (2.10)$$

$$CO_2\ Cons.\ (A320) = 11.629 \cdot 2.570.93 = 29.897.344,97\ kg\ de\ CO_2 \quad (2.11)$$

$$CO_2\ Cons.\ (B737 - 800) = 11.629 \cdot 2.775.47 = 32.275.940,63\ kg\ de\ CO_2 \quad (2.12)$$

Con la suma del consumo de las dos categorías de aviones se logra un total de 62.173.285,6 kg de CO₂ (62.173,3 toneladas de CO₂) no emitidos, gracias a la aplicación del 15% de reducción de viajes de corto alcance.

2.1.1.3. Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):

En el tercero y último escenario, la reducción vuelve a subir a un 20% de las operaciones Short-Haul, por tanto, el valor será el 80% de Short-Haul Operations.

$$\begin{aligned} Final\ Ops &= (1 - ShortHaul\ reduction\%) \cdot ShortHaulOps \\ &= (1 - 0,20) \cdot 310.106,7 = 248.085,367 \cong 248.085\ ops \end{aligned} \quad (2.13)$$

Siguiendo el mismo procedimiento que en los dos escenarios obtenemos un total de 62.022 operaciones reducidas, lo que equivale a 7 operaciones/hora. Realizando los cálculos:

$$LTO\ cycle = \frac{Reduced\ Ops}{2} = \frac{62.022}{2} = 31.011 \quad (2.14)$$

$$LTO\ cycle\ (A320\ or\ B737 - 800) = \frac{LTO\ cycle}{2} = \frac{31.011}{2} = 15.505,5 \quad (2.15)$$

$$CO_2\ Cons.\ (A320) = 15.505,5 \cdot 2.570,93 = 39.863.555,12\ kg\ de\ CO_2 \quad (2.16)$$

$$CO_2\ Cons.\ (B737 - 800) = 15.505,5 \cdot 2.775,47 = 43.035.050,09\ kg\ de\ CO_2 \quad (2.17)$$

Sumando los dos resultados, se obtiene un total de 82.898.605,21 kg de CO₂ (82.898,6 toneladas de CO₂) no emitidos debido a la aplicación de reducción del 20% de los viajes de corto alcance.

No obstante, este factor de emisión viene predeterminado y es usado en casos generales. Aplicando los coeficientes de emisión específicos de la Figura 2.9

del anexo I ^[20] para el aeropuerto de Barcelona (LEBL) se obtiene unos resultados finales de:

Tabla 2.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona.

Escenarios:	10% operaciones reducidas	15% operaciones reducidas	20% operaciones reducidas
Gasto de CO ₂ (tn)	37.697,7	56.545,3	75.394,6

Para obtener una cierta veracidad en la estimación, se puede comparar con la Figura 2.7 del anexo I ^[18], la cual indica una emisión estimada para vuelos domésticos, en concreto, “*average fleet*”, usados para el cálculo. Aunque no están las aeronaves exactas para el procedimiento de obtención de resultados, el consumo entre el B738 u otros que se han usado para la estimación generalizada tienen valores bastante parecidos.

Con el uso del factor de emisión globalizado para la verificación, se da un total de 41.554,74 toneladas de CO₂, frente a las 37.697,3 toneladas de CO₂ que se ha obtenido con la separación de modelos de avión (B738 y A320) y el uso de factores específicos para el aeropuerto de Barcelona. En el segundo escenario, 62.331,44 toneladas de CO₂ es el resultado obtenido para la estimación global. Bastante similar comparada con las 56.545,3 toneladas de CO₂ que hay para el aeropuerto de estudio. Aplicando la misma operación, en el tercer escenario se obtiene 83.109,48 toneladas de CO₂, frente a las 75.394,6 toneladas de CO₂ obtenidas con los parámetros de aeropuerto y flota de aviones establecidos.

No obstante, cabe resaltar que este caso particularizado también se trata de una estimación, ya que tanto el porcentaje de operaciones reducidas, y los aviones usados para el cálculo, no se encuentran en porcentajes tan generalizados. Para obtener específicamente resultados concretos, se tendría que estudiar cuántas y qué rutas son susceptibles a poder ser sustituidas por transporte terrestre, que aviones operan en esas rutas y a partir de estos datos, poder empezar a tratarlos y sacar resultados más exactos. Como eso no es posible debido a múltiples factores como la complejidad o ser personas ajenas a aerolíneas con la no potestad de decisión en las rutas, la única solución es hacer una tasación de este gasto que se pueden omitir a partir de hipótesis lógicas y con cierta coherencia.

2.1.2. Emisiones derivadas de acceso al aeropuerto

La segunda fuente de emisión se basa en las emisiones derivadas para poder acceder al aeropuerto. Sin embargo, no hay datos realizados para poder hacer este tipo de cálculo, así que debemos adaptar el procedimiento en base al porcentaje de qué medio de transporte usan los pasajeros. La metodología usada en este apartado tiene cierta similitud con la del anterior ya que también procederemos a hacer los cálculos mediante factores de emisión, pero en este caso de los diferentes tipos de vehículos terrestres con los que podemos

acceder al aeropuerto. A través de un estudio interno, facilitado por el tutor de este trabajo, tenemos una distribución modal de llegada de los pasajeros, es decir, los porcentajes de los medios de transporte usados para acceder a la infraestructura.

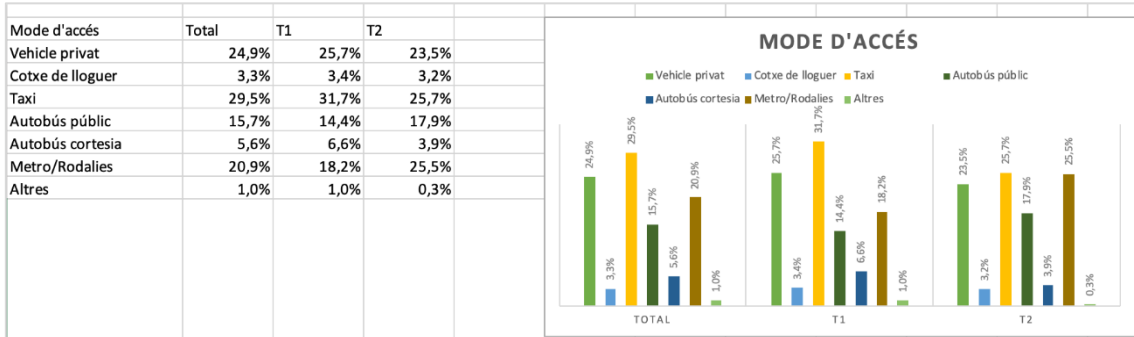


Figura 2.2: Modo de acceso del pasajero al aeropuerto de Barcelona 2017. [21]

A partir de los datos mostrados en la anterior imagen, podemos hacer una estimación de las emisiones de CO₂. Este porcentaje lo trasladaremos en cifras cuantitativas con el número total de pasajeros en el año 2019.

Por ejemplo, en 2019 hubo un total de 52688455 pasajeros en el aeropuerto de Barcelona-El Prat, los cuales el 24,9% accedieron en vehículo privado, tanto de salida como de llegada, por tanto:

$$PAX \text{ uso vehículo propio} = 0,249 \cdot 52.688.455 = 13.119.425,3 \text{ PAX} \quad (2.18)$$

Calculando para todos los otros medios de transporte y clasificándolo en coche, autobús o transporte ferroviario, queda la siguiente imagen:

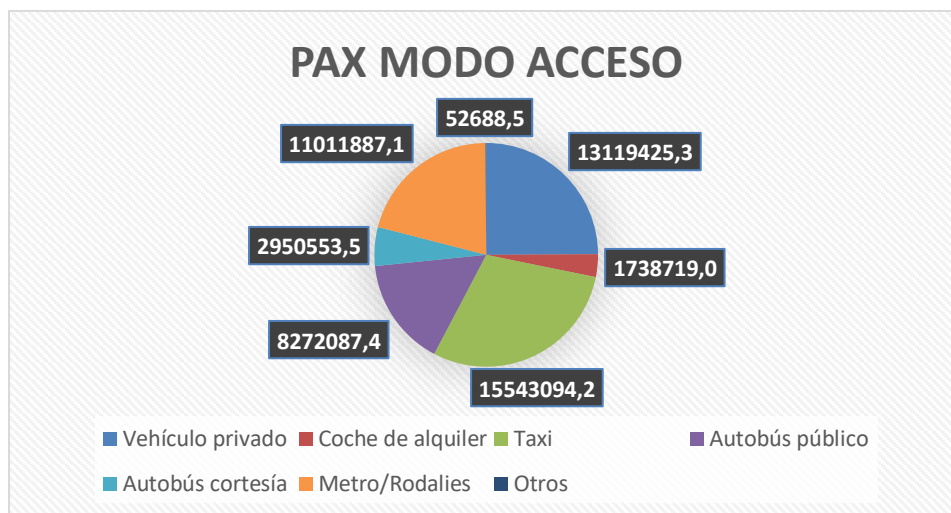


Figura 2.3: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte

Con la extrapolación obtenida y la clasificación según el tipo transporte, se procede a hacer el cálculo de emisiones de CO₂ para cada una de las opciones. En este caso, también se hará uso de factores de emisión para la estimación, mediante las figuras 2.28, 2.29, 2.30 del anexo I [22], e hipótesis lógicas y explicadas en detalle se sacarán unos valores para cada tipo de transporte.

2.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):

Para el primer tipo de modo de acceso, el turismo, se incluyen el vehículo particular, el taxi y el coche de alquiler. Como se puede observar en la gráfica hay múltiples opciones para escoger los factores de emisión, pero a continuación se va a filtrar las opciones para simplificar el problema. La primera hipótesis a ejecutar es el combustible usado para este estudio. En vehículo propio y coche de alquiler, que corresponde al 50% de este tipo de acceso, se dividirá en 50% gasolina y 50% diésel. Por otra parte, los taxis, que corresponden al otro 50% del tipo de acceso de turismos, se reflejarán en los datos de Madrid el año 2018 y se dividirá en 50% diésel, en 35% gasolina, un 10% híbrido y finalmente un 5% GLP.

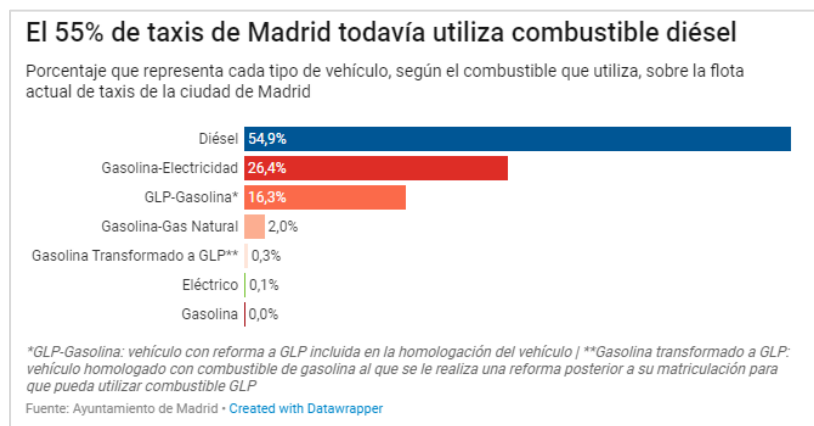


Figura 2.4 Tipo de combustible usado en los taxis de la ciudad de Madrid. [23]

La segunda hipótesis a plantear es la cilindrada, en este caso se optará por la cilindrada media en todos los casos.

La tercera será la velocidad de los medios de transporte. Para el coche particular y de alquiler se optará por una velocidad alta y una media de distancia de 80km. Por otro lado, el taxi suele hacer recorridos con distancia menores así que se escoge la opción media de velocidad con una distancia promedia de 25km.

Ya para finalizar las hipótesis en este caso se van a plantear dos opciones. La

primera constará de dos pasajeros por transporte, mientras que la segunda será de tres pasajeros. Es decir, el número total de pasajeros deberá ser dividido por dos o por tres para acceder al aeropuerto.

Con las hipótesis y los factores de emisión establecidos, se procede a realizar los cálculos para turismos:

- Vehículo propio y coche de alquiler:

$$Emisión = 0,5 \cdot 150,02 \cdot 80 + 0,5 \cdot 145,68 \cdot 80 = 11.828 \text{ gCO}_2 \quad (2.19)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ de } CO_2 (2PAX) &= 11.828 \cdot \left(\frac{13.119.425,3}{2} + \frac{1.738.719,0}{2} \right) \\ &= 8,7871 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 87.871,07 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.20)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ de } CO_2 (3PAX) &= 11828 \cdot \left(\frac{13.119.425,3}{3} + \frac{1.738.719,0}{3} \right) \\ &= 5,8581 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 58.580,71 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.21)$$

- Taxis:

$$\begin{aligned} Emisión &= 0,5 \cdot 129,55 \cdot 25 + 0,35 \cdot 142,02 \cdot 25 + 0,10 \cdot 90,91 \cdot 25 + 0,05 \\ &\cdot 132,22 \cdot 25 = 3.254,6 \text{ gCO}_2 \end{aligned} \quad (2.22)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ de } CO_2 (2PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{15.543.094,2}{2} \right) = 2,5293 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 25.293,28 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ de } CO_2 (3PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{15.543.094,2}{3} \right) = 1,6862 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 16.862,18 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.24)$$

Si se suman los dos sub-casos de turismos para las opciones de dos y tres pasajeros da un total de:

$$\begin{aligned} Gasto \text{ turismos de } CO_2 (2PAX) &= 87.871,07 + 25.293,28 \\ &= 113.164,35 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.25)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ turismos de } CO_2 (3PAX) &= 58.580,71 + 16.862,18 \\ &= 75.442,89 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (2.26)$$

2.1.2.2. Autobús y autobús de cortesía

En este modo de acceso incluyen autobuses y autobuses de cortesía, estos últimos facilitados por empresas de alquiler y/o transporte. Se seguirá la misma

metodología que en turismos, así que las hipótesis serán las siguientes.

En primera opción, el tipo de autocar será diésel y de clasificación estándar. Seguidamente, tienen un recorrido corto, a excepción de unos casos inexistentes dónde un gran grupo de pasajeros alquila un autocar para hacer un recorrido largo, así que exceptuando alguna situación se fijará una distancia de 25km con una velocidad media. Finalmente, se optará por una media de 20 pasajeros en el caso del autobús convencional y de 7 pasajeros en los autobuses de cortesía.

$$Emisión = 661,32 \cdot 25 = 16.533 \text{ gCO}_2 \quad (2.27)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ autobuses de CO}_2 &= 16.533 \cdot \left(\frac{8.272.087,4}{20} + \frac{2.950.553,5}{7} \right) \\ &= 1,3807 \cdot 10^{10} \text{ g CO}_2 = 13.806,91 \text{ toneladas de CO}_2 \end{aligned} \quad (2.28)$$

2.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies)

En este modo de acceso se incluye el uso de Metro y Rodalies. Se seguirá la misma metodología que en el resto de los ejemplos usados anteriormente, así que las hipótesis a plantear serán las siguientes.

En primera opción, sólo se tendrán en cuenta los factores de emisión de Metro y Rodalies, ya que en los datos de modo de acceso no hay ningún tipo de transporte ferroviario más que esté especificado. Generalmente el recorrido no es de larga distancia así que se optará por una distancia con un valor de 30km. No obstante, es habitual primero coger la línea de Rodalies para llegar Barcelona ciudad y después seguir el viaje que sea más conveniente, así que se partirá esta distancia según las dos opciones que hay. Para Rodalies se establecerá un valor de 25km, ya que se puede dar la opción de que todo el viaje sea en este tipo de transporte o que el transbordo al llegar a la ciudad de Barcelona sea conexión Rodalies-Rodalies, mientras que los otros 5km serán adjudicados para Metro.

Por tanto, el gasto ferroviario de CO₂ será:

$$Emisión \text{ Rodalies} = 46,88 \cdot 25 = 1.172 \frac{\text{gCO}_2}{\text{PAX}} \quad (2.29)$$

$$Emisión \text{ Metro} = 50,13 \cdot 5 = 250,65 \frac{\text{gCO}_2}{\text{PAX}} \quad (2.30)$$

$$\begin{aligned} Gasto \text{ ferroviario de CO}_2 &= 11.011.887,1 \cdot (1.172 + 250,65) = \\ &= 1,5666 \cdot 10^{10} \text{ g CO}_2 = 15.666,06 \text{ toneladas CO}_2 \end{aligned} \quad (2.31)$$

Una vez encontrado el gasto de emisión de CO₂ para todos los tipos de acceso al aeropuerto, se realiza el cómputo global de dos maneras ya que se ha

(2.32)

(2.33)

realizado en turismos la opción de dos o tres pasajeros.

$$\text{Gasto total de CO}_2 \text{ (turismos 2PAX)} = 113.164,35 + 13.806,91 + 15.666,06 = \\ \mathbf{142637,32 \text{ toneladas de CO}_2}$$

$$\text{Gasto total de CO}_2 \text{ (turismos 3PAX)} = 75.442,89 + 13.806,91 + 15.666,06 = \\ \mathbf{104915,86 \text{ toneladas de CO}_2}$$

Como en el criterio ESG adaptado, la creación de valor en el criterio ambiental es equivalente a medidas de mitigación, se plantean dos opciones, a corto plazo y a largo plazo. A corto plazo sería la incentivación del uso del transporte público ya que se puede observar con los datos que es menos contaminante en términos de gasto de CO₂. Pudiendo llegar a reducir esta emisión en torno al 40%-50% (70.000 toneladas en el caso de los turismos (2PAX) o 40.000 en el caso de los turismos (3PAX)) ya que, al disminuir el gasto en turismos, el medio de transporte que más contamina de los estudiados, aumentaría, aunque en menor parte el gasto en autobús y el ferroviario. La solución a largo plazo, no vendría en cambiar el método de transporte por parte del pasajero, sino en cambiar el tipo de combustible consumido, es decir, potenciar el uso del coche eléctrico al ser menos contaminante y como consecuencia expulsar menos dióxido de carbono y obtener en un caso ideal la mitigación completa de todos los transportes.

2.1.3. Emisiones derivadas de actividades de la infraestructura

Anteriormente se ha comentado un estudio de la reducción del impacto ambiental en el aeropuerto de Barcelona realizado por BCN Regional. En este estudio hacían una cuantificación de como poder mitigar diferentes efectos ambientales, como gases contaminantes o calidad del agua entre otros, derivados de las estructuras y edificaciones del propio aeródromo.

Estas edificaciones emiten por sí solas, gases contaminantes debido a las actividades diarias que transcurren en ellas. Estas estructuras son básicamente la Terminal 1 y la Terminal 2 del aeropuerto. BCN Regional obtuvo un valor cuantificado a lo largo de los últimos años (2007-2019) del abastecimiento de ambas terminales como se puede observar en la siguiente figura.

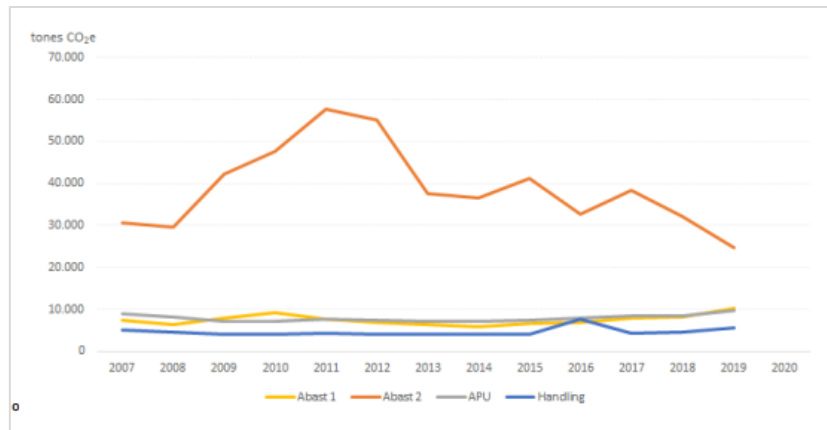


Figura 2.5: Consumo de CO₂ de las actividades aeroportuarias en Barcelona. ^[4]

A partir de la figura 2.5 se obtiene un valor numérico con gran exactitud de las dos terminales. La Terminal 1, que en la gráfica corresponde al Abast 1, emitió en 2019 un total de 10.500 toneladas de CO₂. Por otra parte, la Terminal 2, nombrada en la gráfica como Abast 2, llegó a casi triplicar las emisiones de la Terminal 1 llegando a una cifra de alrededor 25.000 toneladas de CO₂. El abastecimiento de ambas terminales nos da un total de **35.500 toneladas de CO₂**.

Estas dos fuentes de emisión de dióxido de carbono, en un caso ideal, pueden ser mitigadas completamente a través del uso de energías renovables. En otro estudio mencionado anteriormente hay el planteamiento del uso de paneles solares ubicados en zonas de aparcamiento o cubiertas para así obtener la energía suficiente para poder abastecer las actividades diarias de las terminales y obtener así una estructura basada en la sostenibilidad y libre de gases contaminantes, que al fin y al cabo es el objetivo para mitigar la crisis medioambiental que estamos sufriendo.

2.1.4. Cuantificación global de las emisiones

Una vez analizados y calculados todas las opciones de emisión de dióxido de carbono planteadas en el estudio, se obtiene un total de 253.531,92 de toneladas de dióxido de carbono que se podrían omitir en el mejor de los casos, es decir, en las condiciones de cálculo de reducción del 20% de operaciones y el gasto total de CO₂ para 2 pasajeros en turismos. En el sentido opuesto y siendo menos optimistas se obtiene una cantidad total de 178.113,16 de toneladas de CO₂ (10% de operaciones reducidas y gasto total para 3 pasajeros en turismos). Estos valores, al fin y al cabo, son parte de un estudio basado en datos e hipótesis lógicas, los resultados obtenidos no son estrictamente objetivos. No obstante, si se llevan a cabo estas mitigaciones planteadas se estaría alrededor de estos valores en evitar tanta cantidad de emisión de dióxido de carbono.

Aunque hay cierta diferencia entre el caso más optimista y más pesimista. Sin embargo, la cantidad que no se emite en ambos escenarios es considerable y un punto de inflexión para hacer empezar a realizar un cambio real.

2.2. Criterio social

En este apartado se toman en cuenta los factores relacionados con las condiciones laborales de los empleados, ya sea en salario, tipo de contratos, estabilidad. Es importante un espacio saludable de trabajo para empleados. Para ello, se detallarán dos factores relacionados con el tipo de tráfico del aeropuerto a evaluar para tener en cuenta en este proyecto y así servir como influencia en el criterio social del enfoque ESG:

- Creación de trabajo: Todo servicio proporciona un grado de creación de trabajo para los habitantes de la zona de influencia del aeropuerto. Sin embargo, hay una relación de creación de impacto tanto directo como indirecto según el dominio de tipos de compañía que actúan en el aeropuerto. Es conocido por todos que en los últimos años las compañías de bajo coste (LCC) están tomando importancia en el mundo aeroportuario. Básicamente ofrecen un precio más económico a cambio de reducir los niveles de servicio, ya sea operar en aeropuertos alejados del centro de las grandes ciudades con menos congestión y más slots disponibles, ofrecer solo viajes de punto a punto o hacer pagar para servicios extras no básicos. Debido a todos estos factores, las compañías de bajo coste ofrecen menos empleo que las denominadas compañías de bandera (FSC). También, otro factor a tener en cuenta es el modelo de gestión del aeropuerto.
- Estabilidad laboral / Duración contratos: En relación también a los factores anteriormente mencionados, otro criterio social a tener en cuenta es la estabilidad laboral, es decir, la duración de los contratos. Esta continuidad en los contratos de trabajo depende en gran medida del tipo de pasajero que suele haber en el aeropuerto. En aeropuertos insulares con predominancia de turismo como fuente de ingresos de la región, desencadenará en poca estabilidad al haber mucha oferta en periodos de verano, pero poca en temporada invernal. Este parámetro va directamente ligado con la estacionalidad en los aeropuertos, debido a la irregularidad del flujo de pasajeros.

Mencionados los dos criterios a utilizar en el trabajo, con sus respectivas evaluaciones, tanto en importancia de compañías de bajo coste, estacionalidad de los aeropuertos y turismo, se procederá a obtener una estimación cuantitativa de los parámetros para el aeropuerto de estudio.

El objetivo será la búsqueda de un índice para la evaluación del criterio social de la región de Barcelona derivada de las acciones del aeropuerto. Para lograr este reto, se partirá de dos aeropuertos que serán evaluados como puntos extremos del análisis.

En un extremo, está el aeropuerto de Palma de Mallorca (PMI), situado en las islas Baleares y, por tanto, con gran influencia del turismo que, en consecuencia, hace aumentar la estacionalidad y la influencia de presencia de las compañías de bajo coste. En contrapartida, está el aeropuerto de Londres-Heathrow, siendo uno de los menos estacionales mundialmente. Además, al estar situado en una gran ciudad, los viajes de negocios son más recurrentes y las compañías de bandera suelen estar más presentes.

Estos aeropuertos tendrán valores de 10 y 0 respectivamente. A partir de datos extraídos e hipótesis que se irán planteando, se encontrará una nota para Barcelona-El Prat. Seguidamente, se calculará el índice en estacionalidad, presencia de compañías de bajo coste y motivo de viaje del pasajero.

2.2.1. Estacionalidad

Un aeropuerto estacional es aquel que en temporadas de verano u invierno la media mensual del tráfico de pasajeros durante una temporada con respecto a la media mensual de la otra temporada está en proporción de 65%-35% o superior. Es decir, si una de las dos temporadas con respecto a la otra tiene una distribución del tráfico anual de dos terceras partes, se hablará de que el aeropuerto es estacionario. Esto suele ocurrir como se ha dicho en destinos turísticos o países con poca población. También puede ocurrir en ciudades no muy concurridas, pero con eventos de gran magnitud en ciertas temporadas del año. El ejemplo que se ha usado en este trabajo es el aeropuerto de Palma de Mallorca. Es un destino muy frecuentado en época de verano al ser tranquilo y con buen clima. A parte, es el tercer aeropuerto más transitado del territorio español. La diferencia entre el mes menos transitado con el mes que más pasajeros transcurren por el aeropuerto llega a ser mayor del cuádruple. Para el caso contrario y ejemplo de aeropuerto con poca estacionalidad se ha optado por el aeropuerto de Londres-Heathrow. Es uno de los aeropuertos que rodean Londres y es el que está más cerca del núcleo central de la ciudad. Estas características hacen que el flujo de pasajeros que haya en el aeropuerto durante todo el año sea constante, con un tipo de pasajero muy variado traducido así en poca estacionalidad.

En la tabla 2.2 del anexo II se puede observar el tráfico mensual de Palma de Mallorca, Barcelona-El Prat y Londres Heathrow durante todos los meses de 2019.

Mientras que en Palma de Mallorca no se llega a pasar el millón de pasajeros en los tres meses de invierno, en verano supera los cuatro millones en los meses de julio y agosto. En el medio, encontramos a Barcelona cuya estacionalidad no es tan alta, pero se puede observar con cierta claridad la temporada invernal con la estival una diferencia de más de dos millones de pasajeros en varios meses. Finalmente, en Londres, se ve la poca estacionalidad entre la temporada invernal y estival. Es obvio que hay diferencia en ambas franjas estacionales debido a que coincide con las vacaciones de la mayoría de las personas, pero la diferencia entre temporadas es de algo más de un millón y medio. Para poner un ejemplo que se puede visualizar en la tabla, durante el mes de octubre a noviembre en Palma de Mallorca hay más diferencia de tráfico de personas que en el mes de mayor y menor flujo de pasajeros en el aeropuerto de Londres. Es por estas razones, que se ha optado por estos aeropuertos y este procedimiento de evaluación.

A partir de estos datos, se escoge la diferencia de todos los aeropuertos en los meses de mayo a octubre (temporada de verano y completando 6 meses enteros) y evaluamos el porcentaje de tráfico que hay durante este periodo con el tráfico anual de cada aeropuerto. Para llevar a cabo nuestra propuesta, se tienen que sumar los pasajeros del periodo a evaluar (mayo-octubre) y dividirlo por el total de pasajeros anuales del aeropuerto. Los resultados obtenidos son:

Tabla 2.2. Porcentaje estacionalidad para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI)	Barcelona-El Prat (BCN)	Londres-Heathrow (LHR)
PAX Estacionalidad (Mayo-Octubre)	22.214.944	30.313.480	43.221.259
Porcentaje Estacionalidad Vs Total	74,74%	57,53%	53,43%

Con este porcentaje se obtiene un índice 10, correspondiente al de Palma de Mallorca con un valor del 74,74% y un índice 0, que corresponde a Londres con un valor de 53,43%. Entre estos dos valores se encuentra el del aeropuerto de estudio con una nota de 57,53%. Así que, en el siguiente paso, a través de un pequeño cálculo matemático obtendremos el índice para Barcelona-El Prat.

$$\text{ÍNDICE ESTACIONALIDAD BCN} = \frac{57,53 - 53,43}{74,74 - 53,43} \cdot 10 = 1,92 \quad (2.34)$$

Tabla 2.3. Índice de estacionalidad para los tres aeropuertos evaluados.

	Índice Estacionalidad
Palma De Mallorca (PMI)	10 (74,74%)
Barcelona- El Prat (BCN)	1,92(57,53%)
Londres Heathrow (LHR)	0(53,43%)

Se obtiene de esta manera para un índice de estacionalidad de **1,92**.

2.2.2. Low-Cost Companies (LCC):

El siguiente indicador que se usará para la obtención de un índice en el criterio social, será la presencia de las compañías de bajo coste. Como se ha mencionado antes, su presencia está en aumento y las políticas empleadas para estas compañías es la reducción de servicios para ofrecer un servicio más barato. Para obtener el valor de este índice se seguirá con el ejemplo de dos aeropuertos antagónicos para calificar el máximo y el mínimo en la escala de valores. Estos aeropuertos seguirán siendo Palma de Mallorca y Londres Heathrow, para así no devaluar la calidad del estudio.

Primeramente, hay que fijar el porcentaje de influencia que tienen las compañías de bajo coste en cada aeropuerto. A través de estudios y páginas web obtenemos aproximadamente el porcentaje de vuelos que realizan las compañías de bajo coste en el aeropuerto de Londres-Heathrow y Barcelona-El Prat [26] [17]. No obstante, para el aeropuerto de Palma de Mallorca no se ha encontrado un porcentaje exacto y de fiabilidad. Debido a este problema, se ha decidido sacar los datos de forma manual. Se ha observado las operaciones realizadas por las compañías aéreas en el mes de mayo de 2022. Este mes es un buen indicador anual ya que se encuentra en la frontera entre temporada de invierno y verano, por tanto, es un mes donde el turismo ya empieza a notarse en la región. A parte, el año 2022 ofrece mejores datos en cuanto a fiabilidad y flujo de tráfico aéreo que los años 2021 y 2020 debido al impacto de la COVID-19.

Se observó que un total de 82 compañías operaron en el aeropuerto con una cifra de 495 rutas. Para no tener que observar una por una las compañías, se escogieron las 22 con más influencia en el aeropuerto, juntas sumaban un total de 375 vuelos, es decir, más del 75% del total. De estas 22, se dividió en cuáles eran compañías low-cost y cuáles no. Se sacó un total de 324 rutas ofrecidas por este tipo de compañías, lo que representaba un 86,4% del total. En la tabla 2.3 del anexo II ^[24] ^[25] se pueden observar las 5 compañías con mayor influencia en el aeropuerto junto con el número de rutas y su categoría. Obtenido el porcentaje de presencia de las LCC en el aeropuerto de Mallorca, se procede a calcular el índice de LCC en el aeropuerto de Barcelona-El Prat.

$$\text{ÍNDICE LCC BCN} = \frac{\%LCC\ BCN - \%LCC\ LHR}{\%LCC\ PMI - \%LCC\ LHR} \cdot 10 \quad (2.35)$$

Tabla 2.4. Índice de LCC para los tres aeropuertos evaluados. ^[26]^[17]

	Palma De Mallorca (PMI)	Barcelona-El Prat (BCN)	Londres-Heathrow (LHR)
Porcentaje LCC	86,4%	65%	2,50%
Índice LCC	10	7,449344458	0

$$\text{ÍNDICE LCC BCN} = \frac{65 - 2,5}{86,4 - 2,5} \cdot 10 = 7,45 \quad (2.36)$$

El índice en LCC para el aeropuerto de estudio tiene un valor de **7,45**.

2.2.3. Turismo/Negocio:

El último indicador para obtener un valor en el criterio social será el turismo. Este indicador es básicamente la relación de turismo- negocio que se establece en los aeropuertos. Es decir, cuál es el motivo de viaje por parte del pasajero en el aeropuerto de destino. Como todos sabemos, España es uno de los países más turísticos del mundo, y el turismo es una de las principales fuentes tanto de ingresos como de opciones de trabajo en la región. No obstante, en este estudio, no se mide la cantidad de trabajo que ofrece, sino la calidad de éste. En la mayoría de situaciones, el trabajo que ofrece el turismo es de baja calidad debido a la poca cualificación por parte del personal para poder acceder a una plaza para trabajar. Además, este trabajo suele ser temporal sin contratos fijos y con remuneraciones precarias. Por estos motivos, calificamos que como mayor sea este índice obtenido por el aeropuerto de peor calidad serán los empleos generados. La metodología a usar para este índice será simple, se usarán dos indicadores, uno de turismo y uno de negocio. Ambos tendrán un rango de 0 a 10, donde el aeropuerto de Mallorca será calificado como 10, ya que la mayoría de los motivos de viaje por parte de los pasajeros es por turismo, y Londres-Heathrow será 0, ya que hay una cantidad notable en viajes de negocio.

Calificados los aeropuertos extremos, se calculará para Barcelona. A partir de las figuras 2.14^[21], 2.15^[27] y 2.16^[28] del anexo I, se pueden sacar cada uno de estos parámetros. Cabe mencionar, que no corresponden al año 2019, ya sea porque no están publicados aún o porque las encuestas hechas datan de otros años. Aunque no sean exactas de 2019, se pueden extrapolar los datos con

cierto grado de lógica al no ser diferencias mayores de dos años. En la tabla 2.5 se puede observar el resultado.

Tabla 2.5. Porcentaje de negocio/turismo para los tres aeropuertos evaluados

	Palma Mallorca (PMI)	Barcelona-EI Prat (BCN)	Londres Heathrow (LHR)
Porcentaje De Turismo/Ocio	92%	71%	67%
Porcentaje De Negocios	8%	24%	33%

Obtenidos los porcentajes tanto de turismo como de negocio, se procede a calcular ambos índices:

$$\text{ÍNDICE TURISMO BCN} = \frac{71-67}{92-67} \cdot 10 = 1,6 \quad (2.37)$$

$$\text{ÍNDICE NEGOCIO BCN} = 10 - \frac{24-8}{33-8} \cdot 10 = 3,6 \quad (2.38)$$

Haciendo una media de los dos índices obtenidos, se obtiene un índice de turismo/negocio de 2,6.

Tabla 2.6. Índice de negocio/turismo para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma Mallorca (PMI)	Barcelona- EI Prat (BCN)	Londres- Heathrow (LHR)
Índice De Turismo	10	1,6	0
Índice De Negocios	10	3,6	0
Media De Índices	10	2,6	0

Obtenidos los índices totales de cada uno de los indicadores dentro del criterio social, se procede a obtener un valor único para la obtención de los resultados. Para eso, se va a optar por la medición de unos pesajes en función del indicador. Estos pesajes están establecidos de manera subjetiva, pero con un razonamiento lógico. El indicador de estacionalidad será el de menor valor con un 27,5%, debido a que todos los aeropuertos tienen cierto grado de estacionalidad y es difícil revertir esta situación, también es el de menor influencia en el ámbito social de un aeropuerto. Seguidamente, el indicador de LCC tendrá un peso del 30%, ya que tiene mayor influencia que el de estacionalidad por la calidad que ofrecen de servicio estas compañías y por tanto se tiene que ver reflejado en mayor medida en el índice de calidad de empleo obtenido. Por último, tenemos el índice de turismo con un peso del

42,5%, es el de mayor influencia debido a la importancia que tiene el turismo en las ofertas de empleo que puede ofrecer el aeropuerto. También es el que engloba en parte a los otros dos indicadores ya que, debido a la gran presencia de turismo en una región, que acostumbra a generarse en una de las dos temporadas del año, hay una creación de estacionalidad inevitable y las compañías de bajo coste ven una oportunidad de negocio para poder ofrecer al turista unos precios económicos con algo menos de calidad en el servicio.

Tabla 2.7. Evaluación índice criterio total social para el aeropuerto de estudio.

	Índice Estacionalidad	Índice LCC	Índice Turismo/Negocio
Palma De Mallorca (PMI)	10 (74,74%)	10 (86,4%)	10 (92% & 8%)
Barcelona- El Prat (BCN)	1,92(57,53%)	7,45(65%)	2,6(71% & 24%)
Londres Heathrow (LHR)	0(53,43%)	0(2,5%)	0(67% & 33%)
Importancia	27,5%	30%	42,5%
Índice Total	3,868		

En la tabla 2.7 se puede ver el índice total del criterio social obtenido en el aeropuerto de Barcelona-El Prat. En el extremo con una nota de 10 está el aeropuerto de Palma de Mallorca, puesto como ejemplo de calidad de empleo precaria y temporal debido a la gran influencia del turismo y alta estacionalidad. En el otro extremo con un valor de 0, está el aeropuerto de Londres-Heathrow, puesto como ejemplo de calidad de empleo sólida y estable debido a la localización y el tipo de modelo de gestión optado para el aeropuerto. En el medio de estos valores está ubicado el aeropuerto de estudio con una nota de 3,868. Un valor bastante equilibrado entre los dos extremos. Esto se debe, por una parte, a la gran influencia del turismo en la economía del estado español, provocando así una gran cantidad de operaciones por parte de las compañías de bajo coste. No obstante, por otra parte, no hay que olvidar que Barcelona es una de las grandes ciudades del sur de Europa, con una importancia tanto económica como cultural y sede de grandes eventos durante todo el año, provocando así, que haya un flujo de pasajeros constante durante los doce meses y que haya continuos acuerdos comerciales. Por estos motivos no es de extrañar el valor obtenido como resultado y podemos afirmar cómo valido al exponer los motivos acabados de mencionar.

Este valor encontrado, no es exactamente el índice de calidad de empleo, para poder obtener el índice de calidad de empleo se usa el siguiente cálculo:

$$\text{ÍND. CALID. EMPLEO BCN} = 10 - \text{ÍND. CRIT. SOCIAL} = 10 - 3,868 = 6,132 \quad (2.39)$$

El índice de calidad de empleo será de **6,132**. Esto se puede explicar a que, por ejemplo, cada 1.000 empleados que ofrece LHR, serían equivalentes a 613 en Barcelona- El Prat según las estimaciones hechas.

2.3. Criterio económico

En este criterio se toman en cuenta los factores económicos del aeropuerto o factores que indirectamente van relacionados con las actividades que día a día hay en el aeropuerto y como consecuencia hacen aumentar la riqueza y la economía del territorio en el que tienen influencia. Para obtener una cuantificación del impacto económico del aeropuerto de Barcelona-El Prat, analizaremos en detalle diversos factores que influyen en la economía de la Comunidad Autónoma de Cataluña. No obstante, en este proyecto sólo influirán dos de estos en los resultados finales. Serán el impacto directo e indirecto, ya que el PIB es un indicador de riqueza comunitaria y aunque puede tener cierta relación no solo depende de la infraestructura aeroportuaria, sino que hay múltiples factores que pueden variar el valor. Se asemeja más a un indicador teórico y orientativo, con una relación directamente proporcional entre su crecimiento y el crecimiento de actividad económica en el aeropuerto, que a un factor analizable para obtener un valor final útil para este trabajo. Por otro lado, el análisis de las cuentas de AENA y su posterior extrapolación, a través de pasajeros y operaciones, al aeropuerto de Barcelona son datos de carácter económico-financiero, es decir, son característicos de la empresa y no tienen ninguna aportación al valor público. Su análisis como en el caso del PIB tienen la función de indicador por su relación directamente proporcional ya que, si en global la empresa AENA tiene una tendencia de crecimiento, el aeropuerto de Barcelona-El Prat siendo uno de los más concurridos también crecerá y en consecuencia el valor de la infraestructura también aumentará de valor debido a este incremento de actividad económica.

2.3.1. Impacto directo

El impacto directo que tiene un aeropuerto en el territorio se define como el conjunto de todas las actividades económicas que transcurren en el aeropuerto y llevadas a cabo debido a su actividad diaria. Dentro de este impacto se engloban empresas de mantenimiento, comercios ubicados dentro del aeropuerto, aerolíneas y un largo etcétera que generan una aportación tanto económica como social dentro de la zona de influencia del aeródromo.

Numerosos estudios han cuantificado este impacto directo a través de diferentes metodologías. No obstante, en el criterio anterior se ha obtenido un índice muy valioso para el trabajo, el denominado índice de calidad de empleo. A través de este indicador se obtendrá una aproximación del empleo directo para el aeropuerto de Barcelona-El Prat y posteriormente se comparará con otro estudio que ha tenido al alcance más recursos para realizarlo. Así, se podrá observar que similitudes y diferencias hay entre ellos.

Cabe decir, que el impacto directo no sólo lo compone la cantidad de empleo directa que genera el aeropuerto, dentro de este impacto también se encuentra los ingresos del aeropuerto y la aportación del aeropuerto al PIB, denominado Valor Añadido Bruto (VAB). Por eso, no se puede cuantificar con exactitud el impacto directo total ya que, por ejemplo, los ingresos de comercios del aeropuerto o de compañías aéreas no se han podido calcular debido a la falta de recursos y tiempo para la realización del estudio. Debido a esto, nos enfocaremos solo en la creación de trabajo que genera el aeropuerto.

2.3.2. Impacto indirecto

El impacto indirecto de un aeropuerto se define como el conjunto de actividades económicas que ejercen las industrias externas para el abastecimiento y apoyo de las actividades que transcurren en la misma infraestructura. La estimación de los empleos generados de manera indirecta se realizará de la misma forma que en el apartado anterior, es decir, con el índice de calidad de empleo. Igual que anteriormente, hay numerosos estudios que han cuantificado este impacto, ya sea usando la metodología input-output, la cual es efectiva pero que requiere de mucha acumulación de datos.

Igual que anteriormente, en este estudio nos centraremos en la cantidad de empleos generados, debido a la falta de datos para poder hacer una estimación correcta del VAB o de los ingresos que pueden obtener estas empresas relacionadas de manera indirecta.

2.3.3. Cuantificación impacto directo e indirecto

Para obtener una cuantificación de los empleos directo e indirectos generados por el aeropuerto de Barcelona, se mantendrá la misma línea que en el criterio social, al haber obtenido el indicador de calidad de empleo obtenido en ese apartado. Como anteriormente, se necesitará una referencia de punto de partida, la cuál será el aeropuerto de Londres Heathrow.

Al aeropuerto de referencia se establecerá un valor de 1, y a través del índice de calidad de empleo encontrado cuantificaremos el aeropuerto de Barcelona. Por tanto, si el índice es de 6,132, el valor a multiplicar será de 0,6132.

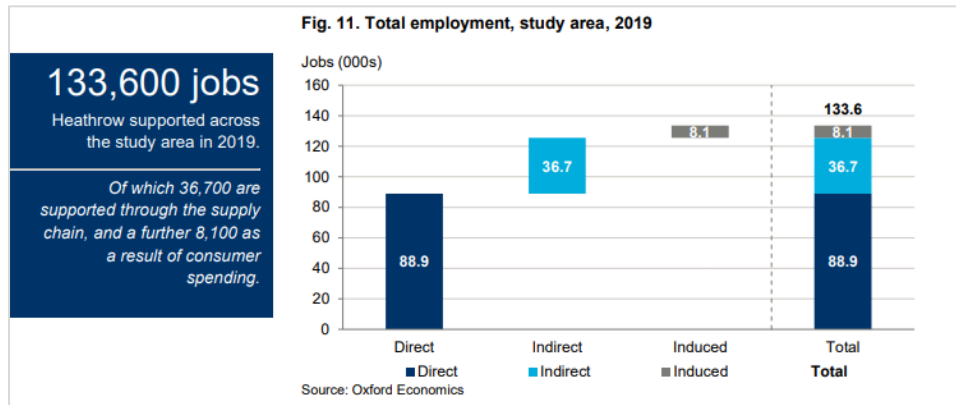


Figura 2.6: Empleo total en el aeropuerto de Londres-Heathrow. [29]

A través de la imagen anterior encontrada en un estudio para la estimación de empleos directos e indirectos generados por el aeropuerto de Londres-Heathrow, se sabe que genera un total de 88.900 empleos directos y 36.700 empleos indirectos para un total de 80.886.671 pasajeros correspondientes al año 2019.

A través de un sencillo cálculo se obtiene el empleo directo e indirecto para el aeropuerto de Barcelona.

$$\begin{aligned}
 EMPLEO\ DIRECTO\ BCN &= \frac{EMPLEO\ DIRECTO\ LHR}{PAX\ LHR} \cdot PAX\ BCN \\
 &= \frac{88.900}{80.886.671} \cdot 52.68.8455 = 57.908,23
 \end{aligned}
 \tag{2.40}$$

$$\begin{aligned}
 EMPLEO\ INDIRECTO\ BCN &= \frac{EMPLEO\ INDIRECTO\ LHR}{PAX\ LHR} \cdot PAX\ BCN \\
 &= \frac{36.700}{80.886.671} \cdot 52.688.455 = 23.905,87
 \end{aligned}
 \tag{2.41}$$

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, se tienen que corregir estos números de empleos encontrados con el índice en calidad de empleo, por tanto:

$$\begin{aligned}
 EMPLEO\ DIRECTO\ BCN\ CORREGIDO &= EMPLEO\ DIRECTO\ BCN \cdot \\
 \acute{I}NDICE\ DE\ CALIDAD\ DE\ EMPLEO &= 57.908,23 \cdot 0,6132 = 35.509
 \end{aligned}
 \tag{2.42}$$

$$\begin{aligned}
 EMPLEO\ INDIRECTO\ BCN\ CORREGIDO &= EMPLEO\ INDIRECTO\ BCN \cdot \\
 \acute{I}NDICE\ DE\ CALIDAD\ DE\ EMPLEO &= 23.905,87 \cdot 0,6132 = 14.659
 \end{aligned}
 \tag{2.43}$$

La estimación en este estudio de la generación de **empleos directos** es de un total de **35.509**, mientras que la generación de **empleo indirecto** da un total de **14.659**.

Tabla 2.8. Corrección de calidad de empleo para el aeropuerto de estudio.

	Londres Heathrow (LHR)	Barcelona-EI Prat (BCN)	Corrección 6,132 Sobre 10	Barcelona-EI Prat (BCN) Corregido
MPAX	80,886671	52,688455		52,688455
Empleo Directo	88.900	57.908,22631		35.509,32437
Empleo Indirecto	36.700	23.905,8707	14.659,07991	

2.3.4. Comparación con otros estudios o métodos de cálculo

Una vez obtenida la cuantificación de los empleos directos e indirectos, se hará una breve comparación con otras metodologías para el cálculo de empleados.



Tabla B.3.1. Estimación del impacto INDIRECTO E INDUCIDO generado en Cataluña por la actividad desarrollada en el Aeropuerto JT Barcelona-EI Prat

Efectos	Facturación	VAB	Rentas Salariales	Ocupados (ETC)
Indirecto	3.973,5 M€	1.744,0 M€	706,9 M€	20.324
Inducido	1.976,2 M€	1.153,4 M€	457,2 M€	15.366
Indirecto e Inducido	5.949,6 M€	2.897,4 M€	1.164,1 M€	35.690

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.7: Estimación empleo total en el aeropuerto de Barcelona. [30]

Según un estudio hecho por la Universidad de Barcelona que calculaba el impacto económico del aeropuerto de Barcelona-EI Prat [30], estimó un total de 38.117 empleados directos y un total de 20.324 empleados indirectos. Hay que mencionar, que este estudio mencionado sólo contabiliza el impacto económico y ha tenido acceso a más recursos contactando con empresas directamente e indirectamente relacionadas con el sector. De aquí su mayor determinación, a través de la metodología input-output, a la hora de realizar todo el proceso y obtención del número de empleados.

No obstante, si se valoran ambos resultados de los estudios, sobretudo en el impacto directo, se puede concluir que los resultados reflejan en gran medida la realidad en términos de creación de empleo en el aeropuerto de Barcelona, ya

que la diferencia entre uno y otro es menor al 7% con una diferencia numérica de alrededor de 2.500 empleados. En impacto indirecto sí que la diferencia es mayor con un total de algo más de 5.500 empleados. Cabe mencionar, que a medida que abarcamos más ámbitos posibles en el que se pueden generar empleos, llevar a cabo la estimación es de mayor complejidad.

2.3.5. Creación de riqueza (PIB)

El aeropuerto es un factor clave para la creación de riqueza de un territorio al ser una infraestructura de intercambio o traslado de bienes y personas entre otras. Es por eso, que la creación de riqueza, medida en función del Producto Interior Bruto, va directamente relacionada con el aumento de actividad en los aeródromos. En este apartado se analizará esta relación como un indicador de creación de valor para el territorio catalán y en consecuencia un aumento en calidad de vida para los residentes.

En las tablas 2.4, 2.5, 2.6 del anexo II ^[19] ^[31] se puede observar los pasajeros y las operaciones del aeropuerto de Barcelona y el PIB de Cataluña con su crecimiento anual al respecto.

A partir de estos datos podemos obtener el siguiente gráfico:

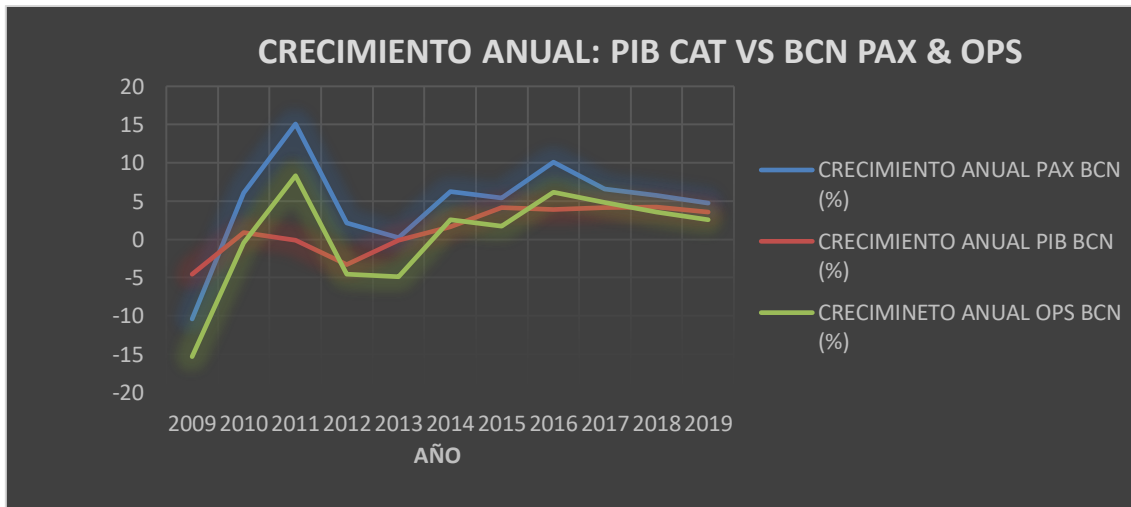


Figura 2.8: Gráfica crecimiento PIB Cataluña, PAX & OPS de Barcelona.

En el gráfico anterior se puede observar la similitud de los tres crecimientos anuales. La característica de este gráfico se puede ver en cómo la afectación de la crisis económica mundial hizo descender hasta en valores negativos el crecimiento del PIB y el crecimiento en el aeropuerto durante el año 2009. Seguidamente, del año 2010 al 2012 hubo una recesión del PIB. En consecuencia, el gran crecimiento de pasajeros que llevaba experimentando el aeropuerto descendió los años siguientes (2011-2013) hasta valores cercanos

a cero, aunque nunca por debajo de éste. En el año 2012 el PIB empezó su recuperación y, por tanto, se volvió a experimentar la subida en pasajeros hasta 2015, donde hubo una estabilización en torno al 4% del PIB y en porcentaje de pasajeros ocurrió lo mismo estabilizándose en torno al 6%, a excepción de 2016. En 2019 hubo una pequeña disminución en ambos datos y seguidamente por la pandemia, aunque no está representado se puede afirmar que ambos bajaron a niveles negativos.

En definitiva, a través de esta gráfica se puede observar la correlación entre el PIB de la región y el transcurso del aeropuerto afirmándose así la relevancia de éste como punto de conexión y fuente económica para el territorio.

2.3.6. Estimación cuentas anuales del aeropuerto de Barcelona

Como se ha mencionado anteriormente este factor tiene el rol de indicador orientativo debido a la particularidad de que los datos son de carácter financiero y empresarial sin generación de valor público. Sin embargo, es de interés un breve análisis para observar la relación directamente proporcional entre la empresa encargada de gestionar la infraestructura y su crecimiento anual en términos de pasajeros y operaciones, siendo estas variables el motor para el desarrollo del aeropuerto.

En las tablas 2.4, 2.5 y 2.7 ^[19] del anexo II se observa el total tanto de pasajeros como de operaciones de AENA como del aeropuerto de Barcelona, estas últimas serán nuestras variables independientes.

Con la información de las tablas 2.4, 2.5 y 2.7 del anexo II se puede obtener la comparativa de porcentaje de pasajeros y operaciones que transcurren en Barcelona respecto el total de AENA.

$$\text{Porcentaje BCN vs AENA} = \frac{PAX \text{ or } OPS \text{ BCN}}{PAX \text{ or } OPS \text{ AENA}} \cdot 100 \quad (2.44)$$

Posteriormente, se extrae la información financiera y económica de los últimos años, en concreto el ingreso total y el EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) ubicada en la tabla 2.9 del anexo II ^[32], que servirán como parámetros iniciales para poder obtener una estimación de los propios ingresos y EBITs anuales del aeropuerto de Barcelona.

No obstante, hay ingresos que no están relacionados con nuestro aeropuerto y hay que restarlos de los ingresos y el EBIT totales obtenidos. Seguidamente, se muestra el ejemplo para 2019. Este valor restante final de ingresos y EBIT particulares para el aeropuerto de Barcelona, se extraerá de la siguiente imagen:

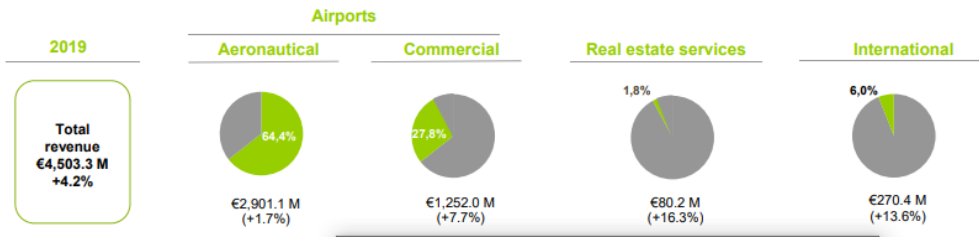


Figura 2.9: Desglose de ingresos de las cuentas de AENA el año 2019. [32]

Como se puede observar, los ingresos provienen de tres principales fuentes, el aeropuerto, real estate services e internacional. La primera se centra en los ingresos obtenidos por el aeropuerto, tanto en términos aeronáuticos como comerciales de la infraestructura. La segunda se basa en almacenes para cuidado de bienes que van a ser transportados u otras operaciones de carácter inmobiliario y la tercera se enfoca en la consolidación del aeropuerto de Luton en Londres. En este caso, la tercera es indiferente, por este motivo se han excluido los ingresos totales de Luton, se ha sacado un porcentaje entre el EBITDA total de AENA en comparación al EBITDA de Luton y se ha aplicado este mismo porcentaje al EBIT total de AENA. En la tabla 2.10 y 2.11 del anexo II [33] se pueden encontrar los nuevos resultados de pasajeros, operaciones, ingresos totales y EBIT de AENA sin Luton. Esto, se ha llevado a cabo para obtener una mayor precisión en los resultados para el aeropuerto de Barcelona. Una vez explicados los diferentes tipos de ingresos con la eliminación de Luton, seguiremos con el ejemplo de 2019.

Para poder realizar el problema primero hay que plantear ciertas hipótesis o parámetros a establecer ya que este cálculo se hace para obtener una estimación e indicación y en ningún caso los datos obtenidos son estrictamente objetivos. Primero se toma como referencia que cada pasajero y operación tienen el mismo valor para hacer la extrapolación, es decir, da el mismo ingreso un pasajero y/u operación en el aeropuerto de Barcelona que en cualquier otro aeropuerto nacional o internacional gestionado por AENA. Sin mencionar esta premisa, aunque inconscientemente se puede dar por hecha, sería imposible la realización del cálculo. Otra premisa es que todos los servicios que presta AENA en los aeropuertos tienen el mismo valor, es decir, si antes imponíamos el valor del pasajero o la operación igual en todos los aeropuertos, ahora el ingreso por unidad ya sea en real estate services o en otra fuente de ingresos también será la misma para todos.

2.3.6.1. Extrapolación en función de las operaciones:

Para empezar, se hará una recopilación de los datos útiles para este ejemplo:

Tabla 2.9. Datos operaciones y cuentas AENA año 2019.

Año	Operaciones AENA Sin Luton (MOPS)	Operaciones BCN (MOPS)	Ingresos Totales AENA Sin Luton (M€)
2019	2,219476	0,344563	4.232,90
	Porcentaje BCN OPS Vs AENA OPS Sin Luton (%)	EBIT AENA Sin Luton (M€)	
	15,5245202	1.784,02	

Para obtener la extrapolación de los ingresos totales y EBIT se usarán las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Ing. tot. BCN estim.} &= \text{Ingresos totales AENA} \cdot \frac{\%BCN OPS VS AENA OPS}{100} & (2.45) \\ &= 4.232,9 \cdot \frac{15,525}{100} = \mathbf{657,13 M€} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EBIT BCN estim.} &= \text{EBIT AENA} \cdot \frac{\%BCN OPS VS AENA OPS}{100} & (2.46) \\ &= 1.784,02 \cdot \frac{15,525}{100} = \mathbf{276,96 M€} \end{aligned}$$

De esta manera haciendo el procedimiento para todos los años se obtienen los siguientes gráficos para ingresos totales y EBIT en el aeropuerto de Barcelona:

**Figura 2.10:** Estimación de ingresos totales en función de las operaciones.



Figura 2.11: Estimación de EBIT en función de las operaciones.

2.3.6.2. Extrapolación en función de los pasajeros:

Como en el anterior caso, se hará una recopilación de los datos existentes para 2019 útiles para este ejemplo:

Tabla 2.10. Datos pasajeros y cuentas AENA año 2019.

Año	Pasajeros AENA Sin Luton (MPAX)	Pasajeros BCN (MPAX)	Ingresos Totales AENA Sin Luton(M€)
2019	257,237832	52,688455	4.232,90
	Porcentaje BCN PAX Vs AENA PAX Sin Luton (%)	EBIT AENA Sin Luton (M€)	
	20,482	1.784,02	

Repitiendo los cálculos anteriores para obtener los ingresos totales y EBIT con la variable de pasajeros:

$$\text{Ing. tot. BCN estim.} = \text{Ingresos totales AENA} \cdot \frac{\%BCN \text{ PAX VS AENA PAX}}{100} = 4.232,90 \cdot \frac{20,482}{100} = \mathbf{867,0 \text{ M€}} \quad (2.47)$$

$$\text{EBIT BCN estim.} = \text{EBIT AENA} \cdot \frac{\%BCN \text{ PAX VS AENA PAX}}{100} = 1.784,02 \cdot \frac{20,482}{100} = \mathbf{365,41 \text{ M€}} \quad (2.48)$$

Realizando el mismo cálculo para todos los años del 2014 al 2019 quedan las siguientes gráficas:



Figura 2.12: Estimación de los ingresos totales en función de los pasajeros.



Figura 2.13: Estimación de EBIT en función de los pasajeros.

En las tablas 2.12 y 2.13 se pueden observar los resultados numéricos en función de la variable escogida para la estimación. Como se puede observar, hay una notable diferencia, superior al 20% en la comparación de variables independientes entre pasajeros y operaciones. Esto se debe a la diferencia en porcentaje que tiene el aeropuerto de Barcelona respecto a AENA. El aeropuerto de Barcelona mueve un total de aproximadamente el 20% del

tráfico de la compañía, mientras que solo hace el 15% de operaciones totales. Este 5% de diferencia traducido a valores de millones de euros hace que la diferencia final según qué variable utilices para el cálculo sea bastante notable. Es probable que el resultado real se encuentre dentro de este rango de valores. Sin embargo, con esta diferencia se puede observar la efectividad en operaciones del aeropuerto de Barcelona, es decir, hay un movimiento mayor de pasajeros que operaciones le corresponderían.

Los datos, también evidencian la tendencia positiva desde 2014 hasta 2019, con el crecimiento de pasajeros y operaciones tanto en AENA como en Barcelona y la traducción de este aumento en ingresos totales y EBIT en los informes anuales de la compañía y posteriormente en las estimaciones hechas.

CAPÍTULO 3. ESCENARIO 1

Actualmente en el aeropuerto de Barcelona-El Prat hay unos límites de capacidad que para seguir en crecimiento es estrictamente necesaria la ampliación si no se opta por potenciar los aeropuertos de alrededor de la comunidad autónoma. Aunque se ha generado un gran debate debido a la confrontación con las zonas de protección natural que rodean el aeropuerto, se va a suponer que al final se lleva a cabo con la normalidad, traduciéndose en un aumento de estas características. Esta propuesta de aumentar la capacidad del aeropuerto con una terminal satélite y la prolongación de la tercera pista, plantea un escenario diferente al calculado anteriormente. Por este motivo, en este primer escenario, llamado escenario 1, se trasladarán las cifras que habían anteriormente, pero con un incremento de 20 millones de pasajeros anuales pudiendo así superar la cifra de 70 millones.

Seguidamente se observarán cómo evolucionan los diferentes criterios del proyecto con los nuevos parámetros establecidos.

3.1. Criterio ambiental

3.1.1. Emisiones derivadas del vuelo

Para calcular las emisiones derivadas del vuelo, se parte como punto inicial el crecimiento medio de los últimos cinco años (2014-2019) tanto en pasajeros como en operaciones. Con los cálculos pertinentes se obtiene un total del 6,52% de aumento de pasajeros y un 3,79% en operaciones anuales. Como hemos planteado un aumento de 20 millones de pasajeros, podemos calcular a partir de porcentajes cuando corresponde en operaciones esta ampliación. Con el aumento de pasajeros debido a la ampliación, el crecimiento corresponde al 27,51% que trasladado en operaciones equivale a un 15,98% más. Cabe mencionar que no se tienen en cuenta factores externos que podrían reducir el número de operaciones como, por ejemplo, la optimización de recursos en términos de asientos o futuras ampliaciones de capacidad en aviones. Este porcentaje obtenido se traslada a cifras naturales, con el dato de operaciones de 2019 y da un total de 399.607 operaciones anuales para el escenario a calcular.

Explicado el proceso de obtención de operaciones para este caso de estudio, se procede a realizar los mismos cálculos que anteriormente con las cifras corregidas.

$$\begin{aligned} ShortHaul\ Ops &= ShortHaul\% \cdot TotalOps = 0,9 \cdot 399.607 = 359.646,3 \\ &\cong 359.646\ ops \end{aligned} \tag{3.1}$$

3.1.1.1. *Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):*

$$\begin{aligned} \text{Final Ops} &= (1 - \text{ShortHaul reduction}\%) \cdot \text{SHLOps} = (1 - 0,1) \cdot 359.646,3 \\ &= 323.681,67 \cong 323.682 \text{ ops} \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Ops reduced} &= \text{ShortHaulOps} - \text{FinalOps} = 359.646 - 323.682 \\ &= 35.964 \text{ ops} \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\text{LTO cycle} = \frac{\text{Reduced Ops}}{2} = \frac{35.964}{2} = 17.982 \quad (3.4)$$

$$\text{LTO cycle (A320 or 737 - 800)} = \frac{\text{LTO cycle}}{2} = \frac{17.982}{2} = 8.991 \quad (3.5)$$

Seguidamente obtenidos los ciclos LTO separados por cada tipo de avión, se procede a calcular su consumo de CO₂, a partir de los valores correspondientes a la figura 2.8 del anexo I:

$$\text{CO}_2 \text{ Consumption} = \text{LTO cycle} \cdot \text{CO}_2 \text{ Emission Factor} \quad (3.6)$$

$$\text{CO}_2 \text{ Cons. (A320)} = 8.991 \cdot 2.570,93 = 23.115.231,63 \text{ kg de CO}_2 \quad (3.7)$$

$$\text{CO}_2 \text{ Cons. (B737 - 800)} = 8.991 \cdot 2.775,47 = 24.954.250,77 \text{ kg de CO}_2 \quad (3.8)$$

La suma de los dos resultados obtenidos para el primer caso da un total de 48.069.482,4 kg de CO₂ (48.069,5 toneladas de CO₂).

3.1.1.2. *Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):*

$$\text{Final Ops} = (1 - 0,15) \cdot 359.646,3 = 305.699,4 \cong 305.699 \text{ ops} \quad (3.9)$$

$$\begin{aligned} \text{Ops reduced} &= \text{ShortHaulOps} - \text{FinalOps} = 359.646 - 305.699 \\ &= 53.947 \text{ ops} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Aplicando los mismos cálculos que el escenario 1 (10% reducción con el nuevo número de operaciones reducidas, obtenemos un total de 34.673,49 toneladas para aviones A320 y 37.432,07 para aviones B378. Por tanto, en el escenario donde se reducen las operaciones un 15%, se obtiene un total

721.055,6 toneladas de CO₂. (3.11)

3.1.1.3. *Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):*

$$\text{Final Ops} = (1 - 0,2) \cdot 359.646,3 = 287.717,0 \cong 287.717 \text{ ops} \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} Ops\ reduced &= ShortHaulOps - FinalOps = 359.646 - 287.717 \\ &= 71.929\ ops \end{aligned} \quad (3.16)$$

Aplicando los mismos cálculos que el escenario 1 (10% reducción) con el número de operaciones reducidas para este tercer caso, da un total de 46.231,11 toneladas para aviones A320 y 49.909,20 para aviones B378. Así que, en el último caso, se obtiene un total de 96.140,3 toneladas de CO₂.

Si se trasladan estos casos con los coeficientes generales al aeropuerto de estudio con los coeficientes de la figura 2.9 del anexo I, como hemos hecho anteriormente se obtiene:

Tabla 3.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona escenario 1.

Escenarios:	10% operaciones reducidas	15% operaciones reducidas	20% operaciones reducidas
Gasto de CO ₂ (tn)	43.718,2	65.578,5	87.437,7

Cabe mencionar que no se han tenido en cuenta nuevas tecnologías que podrían reducir las emisiones de gases contaminantes en aeropuertos durante el periodo temporal que demoraría la ampliación del aeropuerto de Barcelona para poder alcanzar la cifra de pasajeros plantada en este escenario.

3.1.2. Emisiones de acceso al aeropuerto

Para poder realizar el cálculo de acceso de aeropuerto en las nuevas condiciones de este escenario, se partirá de la misma tabla usada anteriormente. En este caso, donde se aumenta en 20 millones de pasajeros, se sumará equitativamente el número de pasajeros de cada tipo de modo de acceso según el porcentaje de este. Es decir, si un 24,9% de pasajeros acceden al aeropuerto en turismo, de estos 20 millones de pasajeros, aproximadamente una cuarta parte se sumará a la cantidad que había en el escenario 0, ya que así corresponde según el porcentaje que tiene.

Realizando el mismo planteamiento para todos los tipos de acceso se puede observar el resultado en la siguiente figura.

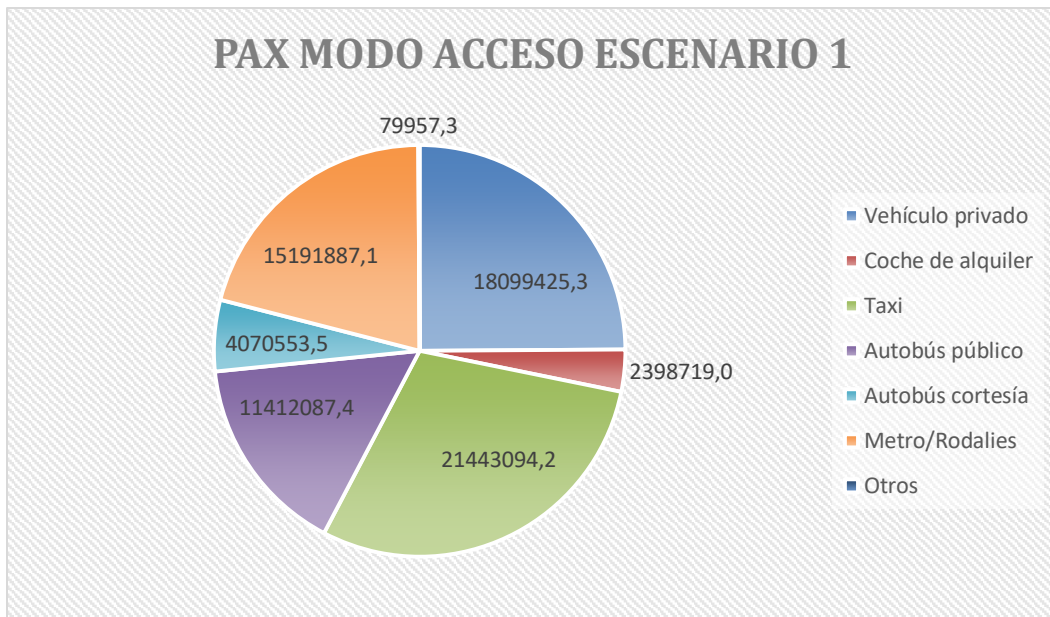


Figura 3.1: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte.

Obtenidos los datos actualizados para el nuevo escenario, se realizan los mismos cálculos que en la metodología del escenario 0 para obtener los datos de consumo de dióxido de carbono en función del tipo de transporte utilizado. Posteriormente se repiten los cálculos usados anteriormente con la nueva distribución de la cantidad de pasajeros para cada tipo de acceso, pero con los mismos factores de emisión usados en el escenario 0. Cabe mencionar que, durante el periodo de llegar a la cantidad de pasajeros propuesta, no se tienen en cuenta la tendencia al cambio en el vehículo propio hacia el coche híbrido, eléctrico u otros tipos de transporte con un menor consumo de dióxido de carbono.

3.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):

- Vehículo propio y coche de alquiler:

Se usarán las mismas hipótesis que en el escenario 0, por tanto:

$$Emisión = 0,5 \cdot 150,02 \cdot 80 + 0,5 \cdot 145,68 \cdot 80 = 11.828 \text{ gCO}_2 \quad (3.21)$$

Obtenido el gasto de emisión se plantean las opciones con dos y tres pasajeros.

$$\begin{aligned} Gasto \text{ de } CO_2 (2PAX) &= 11.828 \cdot \left(\frac{18.099.425,3}{2} + \frac{2.398.719,0}{2} \right) \\ &= 1,2123 \cdot 10^{11} \text{ g } CO_2 = 121.226,03 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.22)$$

(3.23)

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (3PAX) &= 11.828 \cdot \left(\frac{18.099.425,3}{3} + \frac{2.398.719,0}{3} \right) \\ &= 8,0817 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 80.817,35 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned}$$

o Taxis:

Los taxis igual que en vehículo propio y coches de alquiler también tendrán las mismas hipótesis que el escenario anterior, por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Emisión} &= 0,5 \cdot 129,55 \cdot 25 + 0,35 \cdot 142,02 \cdot 25 + 0,10 \cdot 90,91 \cdot 25 \\ &+ 0,05 \cdot 132,22 \cdot 25 = 32.540,6 \text{ g } CO_2 \end{aligned} \quad (3.24)$$

Se repiten las dos opciones de pasajeros como en el caso anterior:

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (2PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{21.443.094,2}{2} \right) = 3,4894 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 34.894,35 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.25)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (3PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{21.443.094,2}{3} \right) = 2,3262 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 23.262,90 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.26)$$

Si se suman los dos sub-casos de turismos para las opciones de dos y tres pasajeros da un total de:

$$\begin{aligned} \text{Gasto turismos de } CO_2 (2PAX) &= 121.226,03 + 34.894,35 \\ &= 156.120,38 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.27)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto turismos de } CO_2 (3PAX) &= 80.817,35 + 23.262,9 \\ &= 104.080,25 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.28)$$

3.1.2.2. Autobús (Autobús y autobús de cortesía):

En este modo de acceso se incluyen los autobuses y autobuses de cortesía. Se establecen las mismas hipótesis así que, el gasto será de:

$$\text{Emisión} = 661,32 \cdot 25 = 16.533 \text{ g } CO_2 \quad (3.29)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto autobuses de } CO_2 &= 16.533 \cdot \left(\frac{11.412.087,4}{20} + \frac{4.070.553,5}{7} \right) \\ &= 1,9048 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 19.047,87 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.30)$$

3.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies):

En este modo de acceso se incluyen el uso de Metro y Rodalies. Las hipótesis a plantear serán iguales a anteriormente en el escenario 0, por tanto, el gasto ferroviario de CO₂ será:

$$\text{Emisión Rodalies} = 46,88 \cdot 25 = 1.172 \frac{gCO_2}{PAX} \quad (3.31)$$

$$\text{Emisión Metro} = 50,13 \cdot 5 = 250,65 \frac{gCO_2}{PAX} \quad (3.32)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto ferroviario de } CO_2 &= 15.191.887,1 \cdot (1.172 + 250,65) \\ &= 2,1612 \cdot 10^{10} g CO_2 = 21.612,74 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (3.33)$$

Encontrado el gasto de emisión de CO₂ para todos los tipos de acceso al aeropuerto, se realiza el cómputo global según las opciones de dos o tres pasajeros.

$$\begin{aligned} \text{Gasto total } CO_2 (\text{turismos } 2PAX) &= 156.120,38 + 19.047,87 + 21.612,74 \\ &= \mathbf{196.780,99 \text{ toneladas de } CO_2} \end{aligned} \quad (3.34)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto total } CO_2 (\text{turismos } 3PAX) &= 104.080,25 + 19.047,87 + 21.612,74 \\ &= \mathbf{144.740,86 \text{ toneladas de } CO_2} \end{aligned} \quad (3.35)$$

3.1.3. Propio abastecimiento de la infraestructura

Para estimar la cantidad de consumo de dióxido de carbono, se hará de manera subjetiva. Como se puede observar en la figura 2.5 la tendencia en el abastecimiento en la terminal 2 es claramente a la baja, mientras que la tendencia en el abastecimiento en la terminal 1 se mantiene prácticamente constante. Este aumento de capacidad provocaría como consecuencia un aumento en ambas terminales. No obstante, debido a esta tendencia a la baja se puede estimar de manera relativamente coherente que el consumo será parecido al actual. Es por este motivo que se estima un consumo de alrededor de las **35.500 toneladas de CO₂**.

3.2. Criterio social

Para estimar el criterio social en este escenario, como dos de los tres índices se basan directamente en el crecimiento de los pasajeros, y el que falta está indirectamente relacionado, se calcularán los índices de este criterio y se va a observar el cambio respecto al escenario anterior.

3.2.1. Estacionalidad

Para obtener el índice de estacionalidad en el escenario 1, se partirá de base el escenario que se ha calculado en la metodología cuantitativa del valor actual del aeropuerto de Barcelona- El Prat, es decir, del escenario 0.

Para empezar, el aumento de pasajeros se realizará de manera equitativa, es decir, se sacará el porcentaje de pasajeros que transcurren mensualmente en el aeropuerto y se comparará con el total anual. De aquí se obtendrá un porcentaje, y respecto este valor se añadirán los 20 millones de pasajeros. A continuación, se muestra el ejemplo para febrero, el mes menos concurrido y para agosto, el mes con más flujo de pasajeros.

Tabla 3.2. Extrapolación número de pasajeros entre escenario 0 y escenario 1.

	Barcelona-El Prat (BCN) PAX Escenario 0	Porcentaje PAX Mensual Vs PAX Anual	PAX A Añadir Según Porcentaje Mensual Vs Anual
Febrero '19	3.267.695	6,2019184%	1.240.383,686
Agosto '19	5.410.994	10,2697906%	2.053.958,12

Obtenido el número de pasajeros a añadir en cada mes, la tabla 3.2 del anexo II muestra todos los valores mensuales actualizados para este escenario.

A continuación, se hace el mismo cálculo empleado anteriormente en la metodología, con un resultado:

Tabla 3.3. Índice de estacionalidad ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI) PAX	Barcelona-El Prat (BCN) PAX	Londres-Heathrow (LHR) PAX
PAX Estacionalidad (Mayo-Octubre)	22.214.944	41.820.168	43.221.259
Porcentaje Estacionalidad Vs Total	74,74%	57,53%	53,43%
Índice Estacionalidad	10	1,923534306	0

Como se puede observar, hemos obtenido el mismo índice de estacionalidad, con un valor 1,92 para el nuevo escenario. Esto se debe a que se ha incrementado el número de pasajeros de manera equitativa, por tanto, al fin y al cabo, el porcentaje de estacionalidad será el mismo. Cabe mencionar que el incremento que se ha hecho con el porcentaje exacto mensual respecto al

anual en la práctica no será igual. Es esperable que los meses de verano se acumulen más pasajeros que los que teóricamente ha recibido, aunque no sea de gran valor, incrementar el índice de estacionalidad hasta un valor de **2,00** es lógico y razonable.

3.2.2. LCC

Para el índice de las compañías LCC, se seguirá la tendencia de los últimos años del gran impacto de estas en España donde, Barcelona es líder en el territorio seguido por Palma de Mallorca. Por tanto, se puede concluir que este índice aumentará de valor. Las razones que propulsan esta decisión son varias. Si se parte de que los valores de Palma de Mallorca y Londres Heathrow son fijos o como mucho subirán entre un 2%, 3% o 4% debido a, por un lado, su alta ya capacidad de LCC (caso de PMI) y por el otro, la poca influencia de estas compañías en los últimos años (caso de LHR).

Con este dato subjetivo en los aeropuertos de referencia, que la tendencia de crecimiento anual de las LCC en Barcelona está en torno al 6-7% anual y el porcentaje de FSC está en bajada, se plantea un escenario donde podría llegar a valores cercanos al 80% (estimamos un 78%) de vuelos con este tipo de modelo. Si se realiza el cálculo con los nuevos datos, se obtiene un índice teórico para el apartado de compañías de bajo coste de valor alrededor de 8,5.

Tabla 3.4. Índice de LCC ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI)	Barcelona El Prat (BCN)	Londres-Heathrow (LHR)
Porcentaje LCC	90,4%	78%	5,00%
Índice LCC	10	8,548009368	0

3.2.3. Turismo/Negocio

Para el índice de turismo/negocio, se plantea el mismo escenario que el de ahora calculado. No obstante, el crecimiento no será tan acentuado como en el del obtenido con las compañías de bajo coste. Este tipo de modelo tiene en particularidad una relación estrecha con el aumento de turismo, por tanto, se puede plantear que, por ejemplo, en Palma de Mallorca los niveles de turismo están actualmente a valores máximos y como mucho puede llegar a una relación de 93%-6%. En contrapartida, en London Heathrow, la poca influencia de las compañías low-cost no haría variar mucho este porcentaje, así que un 63%-37% son unos valores razonables. Para finalizar, nos queda el Aeropuerto de Barcelona. El incremento del porcentaje de negocio podría estar en torno al 25%, mientras que el turismo podría subir a un 75%.

Tabla 3.5. Índice de negocio/turismo ESC 1 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI)	Barcelona-El Prat (BCN)	Londres-Heathrow (LHR)
Porcentaje De Turismo/Ocio	93%	75%	67%
Porcentaje De Negocios	7%	25%	33%
Índice De Turismo	10	3,07692	0
Índice De Negocios	10	3,07692	0
Media De Índices Turismo/Negocios	10	3,07692	0

Con estos datos se obtiene un índice total aproximadamente de 3,08. Si se realiza la distinción de pesos para cada uno de los sub-criterios como anteriormente:

Tabla 3.6. Evaluación índice criterio social ESC 1 para el aeropuerto de estudio.

	Índice Estacionalidad	Índice LCC	Índice Turismo/Negocio
Palma De Mallorca (PMI)	10 (64,91%)	10 (90,4%)	10 (93% & 6%)
Barcelona- El Prat (BCN)	2	8,55 (78%)	3,08 (75% & 25%)
Londres Heathrow (LHR)	0(44,79%)	0(5%)	0(67% & 33%)
Importancia	27,5%	30%	42,5%
Índice Total	4,42		

Se obtiene un índice total en el criterio social de 4,42 para el escenario 1, con alrededor de 70MPAX ya que es una capacidad que alcanzaría si hay una futura ampliación del aeropuerto. Se calcula el índice de calidad de empleo:

$$\text{ÍND. CALID. EMPLEO BCN} = 10 - \text{ÍND. CRITERIO SOCIAL} = 10 - 4,42 = 5,58 \quad (3.36)$$

En el escenario 1 se obtiene un índice de calidad de empleo de valor **5,58**.

3.3. Criterio económico

En el criterio económico se seguirá el mismo planteamiento hecho durante todo el trabajo y se calculará la estimación de empleo directo e indirecto con la

referencia del aeropuerto de Heathrow, idéntico al escenario 0, con la excepción de que ahora se plantea la situación para 70MPAX en el aeropuerto de Barcelona.

En el criterio social se ha obtenido un índice de calidad de empleo de 5,58 sobre diez, un valor diferente al escenario 0 debido a pequeñas modificaciones hechas en los sub-criterios anteriores, ya que la tendencia en los últimos años es que las influencias de las compañías de bajo coste han ido e irán en aumento, por tanto, esto se refleja en el tipo de pasajero y como consecuencia en pequeños de estacionalidad y viaje por turismo. Por tanto, si se aumenta el número de pasajeros es lógico que estos valores tengan un mínimo incremento en dirección a las condiciones de Palma de Mallorca, desencadenando un índice total más alto y por tanto un índice de calidad de empleo más bajo.

El escenario a plantear es el siguiente:

$$\begin{aligned} EMPLEO DIRECTO BCN &= \frac{EMPLEO DIRECTO LHR}{PAX LHR} \cdot PAX BCN & (3.37) \\ &= \frac{88.900}{80.886.671} \cdot 72.688.455 = 79.889,60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EMPLEO INDIRECTO BCN &= \frac{EMPLEO INDIRECTO LHR}{PAX LHR} \cdot PAX BCN \\ &= \frac{36.700}{80.886.671} \cdot 52.688.455 = 32.980,30 & (3.38) \end{aligned}$$

Operando con los mismos valores para Londres-Heathrow y con un total de 72,69 MPAX en Barcelona- El Prat se obtiene alrededor de 80.000 empleados directos y 33.000 indirectos.

En teoría si se sigue un modelo de gestión igual o muy parecido al de Londres-Heathrow, se obtendría, un índice de calidad de empleo de 10 sobre 10 y, por tanto, un total de casi 80.000 empleados directos y 30.000 indirectos. No obstante, a esto hay que aplicarle la corrección obtenida en el criterio social de 0,588. Es decir, se crearán 558 empleos en Barcelona por cada 1.000 que se generan en Londres. Aplicando la corrección queda un total de:

$$\begin{aligned} EMPLEO DIRECTO BCN CORREGIDO &= EMPLEO DIRECTO BCN \cdot \\ &\text{ÍNDICE DE CALIDAD DE EMPLEO} & (3.39) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EMPLEO INDIRECTO BCN CORREGIDO &= EMPLEO INDIRECTO BCN \cdot \\ &\text{ÍNDICE DE CALIDAD DE EMPLEO} & (3.40) \end{aligned}$$

Tabla 3.7. Corrección de calidad de empleo ESC 1 para el aeropuerto de estudio.

	Londres Heathrow (LHR)	Barcelona-El Prat (BCN)		Barcelona-El Prat (BCN) Corregido
MPAX	80,886671	72,688455	Corrección 5,58 Sobre 10	72,688455
Empleo Directo	88.900	79.889,59824		44.578,39582
Empleo Indirecto	36.700	32.980,29534		18.403,0048

Con la corrección, se obtiene un total de 44.578 empleos directos y 18.403 empleos indirectos. Con la experiencia del escenario anterior, donde al hacer una breve comparación con el estudio más detallado de la Universidad de Barcelona la estimación se ha quedado algo corta en empleados, se podría sobreestimar que habría alrededor de 50.000 empleos directos y 25.000 empleos indirectos.

CAPÍTULO 4. ESCENARIO 2

Gracias a la localización del aeropuerto de Barcelona-El Prat se puede permitir el planteamiento de otro posible escenario que puede llevarse a cabo con la ayuda de la posible ampliación que a lo largo de los últimos años se ha puesto sobre la mesa para potenciar el aeropuerto como punto de conexión y estímulo en la economía de Cataluña. Anteriormente se ha planteado el escenario de la ampliación con una estimación de 20 millones más de pasajeros. Ahora junto con este cambio, se adoptará otro en dirección al tipo de modelo de gestión del aeropuerto. Es decir, se enfocará el aeropuerto de Barcelona como un prototipo de Hub intercontinental.

España tiene la opción de convertir uno de sus principales aeropuertos en un modelo Hub con cierto razonamiento lógico. No sólo es un país limítrofe con África, además es uno de los países ubicados más al oeste de Europa. Esta ventaja puede ser aprovechable si tenemos en cuenta que una de las mayores potencias mundiales es Estados Unidos y cuyas conexiones son continuas hacia Europa y Medio Oriente. A parte, toda Sud-América tiene la opción de sobrevolar el país para realizar un vuelo hacia Europa. Todas estas conexiones de largo alcance mencionadas anteriormente, tienen que realizar una parada y Barcelona puede ser una muy buena opción para el cliente y las compañías aéreas en términos económicos.

A continuación, se evaluarán los criterios planteados en esta metodología con las premisas del escenario 1, es decir, 70 millones de pasajeros aproximadamente y la conversión a modelo Hub internacional justificado en los anteriores párrafos.

4.1. Criterio ambiental

4.1.1. Derivadas del vuelo

Como se ha hecho anteriormente, se evalúa el crecimiento desde 2014 hasta 2019 en pasajeros y operaciones. En el escenario 1 se había obtenido un aumento de pasajeros correspondiente al 27,51% y un 15,98% debido al incremento de los 20 millones más de pasajeros. Este porcentaje obtenido se traslada a cifras naturales, con el dato de operaciones de 2019 y da un total de 399.607 operaciones anuales para el escenario a calcular. Como también se ha mencionado en el escenario 1, para esta extrapolación no se tienen en cuenta factores externos por parte de compañías aéreas u otros agentes que puedan realizar mejoras y optimizaciones que pueden repercutir en el número final de operaciones.

Explicado el proceso de obtención de operaciones, en este escenario hay una particularidad más a añadir. Un Hub tiene como objetivo la conexión de pasajeros que realizan vuelos de largo alcance, es por este motivo que, al realizar las operaciones correspondientes, en este caso hay que reducir el porcentaje de Short-Haul debido a la suposición de que en términos de porcentaje los viajes de largo alcance se verán aumentados respecto el total de vuelos. Se procede a realizar los mismos cálculos que anteriormente con las cifras corregidas. Si se un total del 20% de pasajeros en conexión en este escenario. Podemos sugerir un valor de 80% de vuelos de corto alcance y un 20% de vuelos de largo alcance. Por tanto, el valor de Short-Haul será de 0,80.

$$\begin{aligned} ShortHaul\ Ops &= ShortHaul\% \cdot TotalOps = 0,8 \cdot 39.9607 = 319.685,6 \\ &\cong 319.686\ ops \end{aligned} \quad (4.1)$$

Realizada la modificación del total de los viajes de corto alcance, se obtiene un total de 299.705 operaciones. Seguidamente se realizan los mismos cálculos con estos nuevos parámetros.

4.1.1.1. Escenario 1 (reducción del 10% de las operaciones):

$$\begin{aligned} Final\ Ops &= (1 - ShortHaul\ reduction\%) \cdot SHLOps = (1 - 0,1) \cdot 319.686 \\ &= 287.717,04 \cong 287.717\ ops \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$Ops\ reduced = ShortHaulOps - FinalOps = 319.686 - 287.717 = 31.969\ ops \quad (4.3)$$

$$LTO\ cycle = \frac{Reduced\ Ops}{2} = \frac{31.969}{2} = 15.984,5 \quad (4.4)$$

$$LTO\ cycle\ (A320\ or\ B737 - 800) = \frac{LTO\ cycle}{2} = \frac{15.984,5}{2} = 7.992,25 \quad (4.5)$$

Con los valores de ciclo LTO para cada tipo de avión, se procede a calcular su consumo de CO₂, a partir de los valores correspondientes a la tabla EAA:

$$CO_2\ Consumption = LTO\ cycle \cdot CO_2\ Emission\ Factor \quad (4.6)$$

$$CO_2\ Cons.\ (A320) = 7.992,25 \cdot 2.570,93 = 20.547.515,29\ kg\ de\ CO_2 \quad (4.7)$$

$$CO_2\ Cons.\ (B737 - 800) = 7.992,25 \cdot 2.775,47 = 22.182.250,11\ kg\ de\ CO_2 \quad (4.8)$$

La suma de ambos resultados da un total de 42.729.765,4 kg de CO₂ (42.729,8 toneladas de CO₂) para el primer sub-escenario.

4.1.1.2. Escenario 2 (reducción del 15% de las operaciones):

$$Final\ Ops = (1 - 0,15) \cdot 319.686 = 271.733,1 \cong 271.733\ ops \quad (4.9)$$

$$Ops\ reduced = ShortHaulOps - FinalOps = 299.705 - 271.733 = 47.953\ ops \quad (4.10)$$

Aplicando los mismos cálculos que el escenario 1 (10% reducción) con el nuevo número de operaciones reducidas, se obtiene un total de 30.820,89 toneladas para aviones A320 y 33.273,03 toneladas para aviones B378. Por tanto, en el escenario donde se reducen las operaciones un 15%, se obtiene un total de 64.093,92 toneladas de CO₂.

4.1.1.3. Escenario 3 (reducción del 20% de las operaciones):

$$Final\ Ops = (1 - 0,2) \cdot 319.685,6 = 255.748,5 \cong 255.749\ ops \quad (4.15)$$

$$Ops\ reduced = ShortHaulOps - FinalOps = 319.685,6 - 239.764 = 63.937\ ops \quad (4.16)$$

Aplicando los mismos cálculos que los dos escenarios anteriores, se obtiene un total de 41.094,46 toneladas para aviones A320 y 44.363,81 para los aviones B378. Sumado, se obtiene un total de 80.117,1 toneladas de CO₂. (4.20)

Si se traslada este caso con los coeficientes generales al aeropuerto de estudio ubicados en la figura 2.9 del anexo II, como se ha hecho anteriormente se obtiene para Barcelona-El Prat:

Tabla 4.1. Reducción de CO₂ de los diferentes escenarios para el aeropuerto de Barcelona escenario 2.

Escenarios:	10% operaciones reducidas	15% operaciones reducidas	20% operaciones reducidas
Gasto de CO ₂ (tn)	38.861,9	58.292,2	77.722,5

Cabe mencionar que no se han tenido en cuenta nuevas tecnologías que podrían reducir las emisiones de gases contaminantes en aeropuertos durante el periodo temporal que demoraría la ampliación del aeropuerto de Barcelona para poder alcanzar la cifra de pasajeros planteada en este escenario.

4.1.2. Acceso al aeropuerto

En este apartado se realiza el cálculo de emisiones debido al acceso del aeropuerto. Para realizar el cálculo se partirá de la misma tabla de porcentaje según el modo de acceso. En los escenarios anteriores, se ha omitido el porcentaje de pasajeros en conexión debido a su muy poca influencia y se ha

calculado el número de pasajeros que acceden al aeropuerto sobre el total. En este caso teóricamente habría los mismos pasajeros que en el escenario 1. Sin embargo, debido al modelo que se ha planteado de aeropuerto hay un gran porcentaje de pasajeros en conexión que no podemos omitir. Realizando el 20% (pasajeros que se habían establecido como conexión) de los 72.688.455 pasajeros, se obtiene que un total de 14.537.691 pasajeros que no acceden ni salen del aeropuerto, por tanto, no se deben computar en los cálculos. Restando este valor sobre el total, se concluye que el dato de pasajeros será de 58.150.764. A partir de este número se realizarán los cálculos de la misma manera que en el escenario 1. Es decir, el incremento de pasajeros será sumado equitativamente y después se realizarán las operaciones correspondientes para cada modo de acceso. En la figura 4.1 se pueden observar los valores obtenidos.

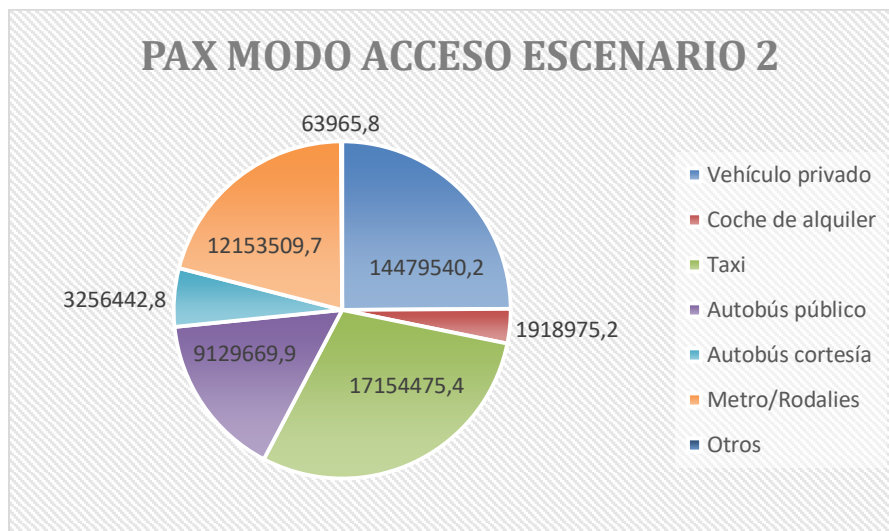


Figura 4.1: Número de pasajeros que usan cada medio de transporte.

Seguidamente, se harán los mismos cálculos usados en los escenarios anteriores para el cálculo de las emisiones. Remarcar que no se tienen en cuenta nuevas tecnologías, medidas gubernamentales o una evolución hacia determinados combustibles menos contaminantes.

4.1.2.1. Turismos (Vehículo propio, coche de alquiler y taxis):

- Vehículo propio y coche de alquiler:

$$Emisión = 0,5 \cdot 150,02 \cdot 80 + 0,5 \cdot 145,68 \cdot 80 = 11.828 \text{ gCO}_2 \quad (4.21)$$

Obtenido el gasto de emisión se plantean las opciones con dos y tres pasajeros.

(4.22)

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (2PAX) &= 11828 \cdot \left(\frac{14.479.540,2}{2} + \frac{1.918.975,2}{2} \right) \\ &= 9,6981 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 96.980,82 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (3PAX) &= 11.828 \cdot \left(\frac{14.479.540,2}{3} + \frac{1.918.975,2}{3} \right) \\ &= 6,4654 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 64.653,88 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.23)$$

○ Taxis:

$$\begin{aligned} \text{Emisión} &= 0,5 \cdot 129,55 \cdot 25 + 0,35 \cdot 142,02 \cdot 25 + 0,10 \cdot 90,91 \cdot 25 + 0,05 \cdot \\ &132,22 \cdot 25 = 3.254,6 \text{ g } CO_2 \end{aligned} \quad (4.24)$$

Se repiten las dos opciones de pasajeros como en el caso anterior:

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (2PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{17.154.475,4}{2} \right) = 2,7915 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 27.915,48 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.25)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto de } CO_2 (3PAX) &= 3.254,6 \cdot \left(\frac{17.154.475,4}{3} \right) = 1,8610 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 \\ &= 18.610,32 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.26)$$

Si se suman los dos sub-casos de turismos para las opciones de dos y tres pasajeros nos da un total de:

$$\begin{aligned} \text{Gasto turismos de } CO_2 (2PAX) &= 96.980,82 + 27.915,48 \\ &= 124.896,3 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.27)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto turismos de } CO_2 (3PAX) &= 64.653,88 + 18.610,32 \\ &= 83.264,2 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.28)$$

4.1.2.2. Autobús (Autobús y autobús de cortesía):

En este modo de acceso se incluyen los autobuses y autobuses de cortesía. Se establecerán las mismas hipótesis que los anteriores escenarios así que, el gasto en autobús será:

$$\text{Emisión} = 661,32 \cdot 25 = 16.533 \text{ g } CO_2 \quad (4.29)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto autobuses de } CO_2 &= 16533 \cdot \left(\frac{9.129.669,9}{20} + \frac{3.256.442,8}{7} \right) \\ &= 1,5238 \cdot 10^9 \text{ g } CO_2 = 15.238,29 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.30)$$

4.1.2.3. Ferroviario (Metro y Rodalies):

En este modo de acceso se incluye el uso de Metro y Rodalies. Las hipótesis a plantear serán iguales a las usadas en los anteriores escenarios. Por tanto, el gasto ferroviario de CO₂ será: (4.31)

$$\text{Emisión Rodalies} = 46,88 \cdot 25 = 1.172 \frac{gCO_2}{PAX}$$

$$\text{Emisión Metro} = 50,13 \cdot 5 = 250,65 \frac{gCO_2}{PAX} \quad (4.32)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto ferroviario de } CO_2 &= 12.153.509,7 \cdot (1.172 + 250,65) \\ &= 1,7290 \cdot 10^{10} \text{ g } CO_2 = 17.290,02 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.33)$$

Encontrado el gasto de emisión de CO₂ para todos los tipos de acceso al aeropuerto, se realiza el cómputo global según las opciones de dos o tres pasajeros.

$$\begin{aligned} \text{Gasto total de } CO_2 \text{ (turismos 2PAX)} &= 124.896,3 + 15.238,29 + 17.290,02 \\ &= 157.424,61 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.34)$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto total de } CO_2 \text{ (turismos 3PAX)} &= 83.264,2 + 15.238,29 + 17.290,02 \\ &= 115.792,51 \text{ toneladas de } CO_2 \end{aligned} \quad (4.35)$$

4.1.3. Propio abastecimiento

La estimación de este apartado se hará subjetivamente. En los últimos años, a pesar de aumentar la actividad en el aeropuerto la tendencia de consumo ha ido disminuyendo. Se ha planteado para el escenario 1, que el consumo sería similar al de 2019 al haber un aumento de 20 millones de pasajeros. En este escenario, el cambio de modelo a Hub provoca que tenga que haber un mayor consumo que el escenario 1. Esto se explica porque al haber un incremento de pasajeros que hacen escala, hay una mayor actividad dentro de la infraestructura y como consecuencia hace que el consumo de recursos para poder abastecer a las terminales también sea mayor. Es difícil calcular el valor exacto y sólo se tiene el dato de que tiene que ser mayor de 35.500 toneladas. Un incremento total de 10.000 toneladas puede estar dentro de los valores permitidos y lógicos por el incremento que pueda provocar el modelo Hub. Este incremento se repartiría en mayor medida para la terminal 2, debido a su magnitud en comparación con la terminal 1. El total de abastecimiento sería de **45.500 toneladas de CO₂**. Una cifra que no es desorbitada ya que es similar a años como 2015 o 2016 pero con la diferencia de casi el doble de pasajeros.

4.2. Criterio social

Para este escenario se repetirá el procedimiento usado en la metodología cuantitativa, pero con los nuevos parámetros establecidos que harán cambiar en cierta medida el valor obtenido. En cada uno de los índices de este criterio se explicarán las razones de estos cambios en los valores, que principalmente vendrán por culpa del cambio de gestión del aeropuerto.

4.2.1. Estacionalidad

Para obtener el índice de estacionalidad en el escenario 2, se tiene como punto de partida el escenario 0. En la tabla 2.2 del anexo II se pueden observar los datos iniciales. Para empezar, el aumento de pasajeros se realizará de manera equitativa, es decir, se sacará el porcentaje de pasajeros que transcurren mensualmente en el aeropuerto y se comparará con el total anual. De aquí se obtendrá un porcentaje, y respecto este valor se añadirán los 20 millones de pasajeros. A continuación, se muestra el ejemplo para febrero, el mes menos concurrido y para agosto, el mes con más flujo de pasajeros, en la tabla 4.2 del anexo II se puede ver la tabla completa.

Tabla 4.1. Extrapolación número de pasajeros entre escenario 0 y escenario 2.

	Barcelona-El Prat (BCN) PAX Escenario 0	Porcentaje PAX Mensual Vs PAX Anual	PAX A Añadir Según Porcentaje Mensual Vs Anual
Febrero '19	32.67.695	6,2019184%	1.240.383,686
Agosto '19	54.10.994	10,2697906%	2.053.958,12

Se repite el mismo cálculo hecho anteriormente para el índice de estacionalidad:

Tabla 4.2. Índice de estacionalidad ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI) PAX	Barcelona-El Prat (BCN) PAX	Londres-Heathrow (LHR) PAX
PAX Estacionalidad (Mayo-Octubre)	22.214.944	41.820.168	43.221.259
Porcentaje Estacionalidad Vs Total	74,74%	57,53%	53,43%
Índice Estacionalidad	10	1,923534306	0

Como se puede observar en la tabla 4.2 teóricamente se obtiene el mismo índice de estacionalidad que la tabla 2.2 del escenario 0.

En los cálculos teóricos nos ha dado un índice de 1,92 de estacionalidad para el escenario 2. Cabe mencionar que el incremento que se ha hecho con el

porcentaje exacto mensual respecto al anual en la práctica no será igual. En este caso, al contrario del escenario 1 el modelo Hub hace que haya un incremento en las rutas a las grandes ciudades. Estas son foco principal de actividades económicas por tanto el tipo de pasajero está más orientado hacia el negocio o con un alto poder adquisitivo, que teóricamente suelen adquirir las prestaciones de las compañías FSC al ofrecer una mejor calidad en sus servicios. Como se ha mencionado durante todo el proyecto, este tipo de pasajero hace bajar la estacionalidad, ya que viajes por este motivo ocurren durante todo el año y de manera constante al no cesar en temporada de invierno y seguir recibiendo tráfico turístico en temporada de verano. Otro motivo en menor influencia, pero igualmente importante es la asociación a una aerolínea de bandera en el aeropuerto. Es decir, al haber un flujo constante de tráfico durante todo el año, en modelos Hub es común que haya una aerolínea nacional que tenga un interés en esta conexión entre las grandes ciudades y establezca ese aeropuerto como principal para la compañía, traduciéndose en disponibilidad de vuelos durante todo el año. Esta decisión mejora los servicios generales del aeropuerto y da un salto de calidad en numerosos ámbitos. Por estas razones, la estacionalidad en comparación en los otros escenarios será menor. No obstante, el índice de estacionalidad es difícil que tenga grandes variaciones en este estudio, debido a que Barcelona es una de estas grandes ciudades europeas e inevitablemente el tráfico en el aeropuerto será relativamente constante. Un ejemplo práctico sería que, si en datos del año 2019 se traslada un millón de pasajeros de la temporada de verano a invierno, el índice de estacionalidad bajaría una décima situándose a 1,8 aproximadamente. También se ha comentado que a la práctica este reparto no será estrictamente igual. Si tenemos en cuenta los argumentos de la variación en tipo de viaje y la instalación de una Full Services Carrier, una variación de 200.000 pasajeros de la temporada de verano hacia la temporada de invierno nos da también un índice de 1,8.

Por estas razones, se establece un valor de **1,8** para el índice de estacionalidad

4.2.2. LCC

Para el índice de compañías de bajo coste, se partirá de los datos del escenario 1 pero con notables modificaciones al respecto. En este escenario los parámetros cambian completamente. En el anterior índice se ha comentado la instalación de una compañía de bandera. Es lógico entonces, que el porcentaje que había inicialmente de la presencia de compañías de bajo coste baje. Por otra parte, no se puede obviar que la presencia de las LCC no va a bajar en cantidad, sino que la tendencia de crecimiento será menor. Si de los 20 millones de pasajeros a añadir se establece que el 50% provienen de FSC (10 millones) y el otro 50% de LCC (10 millones), sabemos que el porcentaje inicial de 65% de compañías de bajo coste bajará. Para obtener el porcentaje del nuevo escenario se realizan los siguientes cálculos:

$$\begin{aligned}
 PAX LCC ESCENARIO 0 (65\% LCC) &: \%LCC \cdot PAX ESCENARIO 0 \\
 &= 0,65 \cdot 52,688455 = 34,25 MPAX
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PAX FSC ESCENARIO 0: PAX ESCENARIO 0 - PAX LCC ESCENARIO 0 & \\
 &= 52,688455 - 34,2475 = 18,441 MPAX
 \end{aligned} \tag{4.37}$$

Obtenidos los pasajeros divididos en función de LCC i FSC del escenario 0, calculamos el valor para el escenario 2, añadiendo 10 millones tanto a los pasajeros que viajan en LCC como en FSC. Por tanto, los valores para el escenario 2 son de 44,25 millones de pasajeros en LCC y 28,44 millones de pasajeros en FSC. Ahora se calcula el porcentaje de LCC con la nueva estimación:

$$\begin{aligned}
 \%LCC ESCENARIO 2 &= \frac{PAX LCC ESCENARIO 2}{PAX ESCENARIO 2} \cdot 100 = \frac{44,2475}{72,688455} \cdot 100 \\
 &= 60,87\%
 \end{aligned} \tag{4.38}$$

El porcentaje de presencia de compañías LCC se ha reducido un 5% respecto el escenario 0, con un valor en torno al 60%. Con este nuevo porcentaje y las razones que se mencionaron en el escenario 1 de crecimiento para los aeropuertos de referencia se obtiene un índice LCC de:

Tabla 4.3. Índice de LCC ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma De Mallorca (PMI)	Barcelona El Prat (BCN)	Londres- Heathrow (LHR)
Porcentaje LCC	90,4%	60,87%	5,00%
Índice LCC	10	6,5421546	0

Así pues, el índice de LCC para el escenario 2 será de **6,54**.

4.2.3. Turismo/Negocio

Para el índice de turismo/negocio, las explicaciones de los posibles cambios serán similares a las anteriormente explicadas en el índice de estacionalidad. Para el cálculo de los nuevos porcentajes, se seguirán los pasos que el índice anterior. En este caso, el incremento de 20 millones de pasajeros no será 50-50 ya que el uso de compañías de bandera no es único y exclusivo para el tipo de viaje de negocio. Turistas con poder económico suficiente para permitirse el uso de estas compañías de bandera también pueden usarlas para fines de ocio. Este motivo provoca ser más cautelosos y establecer una distribución de 60-40 en términos de turismo/negocio, para los 20 millones de pasajeros. Los aeropuertos de referencia no variarían de porcentajes respecto al escenario 1.

Dadas las explicaciones, se procede a calcular la cantidad de pasajeros que definió en el ámbito de turismo y la cantidad definida en el ámbito de negocios.

$$\begin{aligned} PAX\ TURISMO\ ESC.2 &= \%TURISMO\ ESC.0 \cdot PAX\ ESC.0 + 12\ MPAX \\ &= 0,75 \cdot 52,688455 + 12\ MPAX \end{aligned} \quad (4.39)$$

$$\begin{aligned} PAX\ NEGOCIO\ ESC.2 &= \%NEGOCIO\ ESC.0 \cdot PAX\ ESC.0 + 8\ MPAX \\ &= 0,25 \cdot 52,688455 + 8\ MPAX = 21,172114\ MPAX \end{aligned} \quad (4.40)$$

Obtenidos los pasajeros, se calcula sus respectivos porcentajes:

$$\begin{aligned} \%TURISMO\ ESC.2 &= \frac{PAX\ TURISMO\ ESCENARIO\ 2}{PAX\ ESCENARIO\ 2} \cdot 100 = \frac{51,516341}{72,688455} \cdot 100 \\ &= 70,87\% \end{aligned} \quad (4.41)$$

$$\%NEGOCIO\ ESC.2 = 100\% - \%TURISMO\ ESC.2 = 100\% - 70,87\% = 29,13\% \quad (4.42)$$

Con los porcentajes se calculan los índices tanto de turismo, de negocio y la media entre ambos y se obtiene unos valores de:

Tabla 4.4. Índice de negocio/turismo ESC 2 para los tres aeropuertos evaluados.

	Palma Mallorca (PMI)	Barcelona (BCN)	Londres Heathrow (LHR)
Porcentaje De Turismo/Ocio	93%	70,87%	67%
Porcentaje De Negocios	7%	29,13%	33%
Índice De Turismo	10	1,488461538	0
Índice De Negocios	10	1,419230769	0
Media De Índices Turismo/Negocios	10	1,453846154	0

Para el estudio en el escenario dos se tiene un índice de 1,49 en turismo, de 1,42 en negocio y una media total de **1,45**. A partir de estos datos, se procede al cálculo del índice total con el mismo porcentaje de pesos en todos los escenarios, y se obtiene una media de 3,07.

Tabla 4.5. Evaluación índice criterio social ESC 2 para el aeropuerto de estudio.

	Índice Estacionalidad	Índice LCC	Índice Turismo/Negocio
Palma De Mallorca (PMI)	10 (64,91%)	10 (90,4%)	10 (93% & 6%)
Barcelona- El Prat (BCN)	1,8	6,54 (78%)	1,45 (79% & 21%)
Londres Heathrow (LHR)	0(44,79%)	0(5%)	0(67% & 33%)
Importancia	27,5%	30%	42,5%
Índice Total	3,07		

Obtenido el índice total del criterio social para alrededor de 70MPAX y modelo Hub, se realiza el mismo cálculo que el escenario 0 y 1 para el índice de calidad de empleo y obtenemos un valor de **6,93**.

$$\text{ÍND. CALID. EMPLEO BCN} = 10 - \text{ÍND. CRITERIO SOCIAL} = 10 - 3,07 = 6,93 \quad (4.43)$$

4.3. Criterio económico

En este segundo escenario del criterio económico, la metodología a seguir será la misma que anteriormente. No obstante, se debe hacer una breve explicación de cómo un cambio a modelo Hub afecta a esta cuantificación que, en cierta medida, se verá reflejada en los resultados que se van a obtener. Se partirá de la base del criterio 1, ya que se tiene el mismo dato de pasajeros.

El cambio que se va a llevar a cabo es en el índice de calidad de empleo. El valor obtenido en el escenario 2 es visiblemente superior, hasta un punto y medio por encima, comparado con el escenario 1, que era de 5,58. Este cambio es debido a las modificaciones tanto en estacionalidad, LCC y turismo que se han ido argumentado a lo largo del criterio social al cambiar el enfoque de gestión del aeropuerto.

El cambio de tipo de pasajero a negocio debido al aumento de vuelos de largo alcance y la instalación de una compañía de bandera en el aeropuerto, hace que el porcentaje de negocio suba. Al haber un flujo más regular durante todo el periodo anual hace bajar la estacionalidad, y al tener una Full Services Carrier en relación con el aeropuerto hace que el porcentaje de las compañías de bajo coste también disminuya.

Como en el escenario anterior, el indicador de calidad de empleo no es igual a uno. No obstante, es el mejor de los tres escenarios planteados. Debido a esto, se tiene que adaptar los datos a los resultados, multiplicando por el índice de calidad de empleo, es decir, por 0,693.

Tabla 4.6. Corrección de calidad de empleo ESC 2 para el aeropuerto de estudio.

	Londres Heathrow (LHR)	Barcelona-EI Prat (BCN)	Corrección 6,93 Sobre 10	Barcelona-EI Prat (BCN) Corregido
MPAX	80,886671	72,688455		72,688455
Empleo Directo	88.900	79.889,59824		55.363,49158
Empleo Indirecto	36.700	32.980,29534		22.855,34467

Con la corrección, da un total **de 55.364 empleos directos y 22.855 empleos indirectos**. Con la experiencia del estudio del escenario 0 y la comparación con el estudio de la Universidad de Barcelona, con unos números totales ligeramente inferiores. Se podría concluir que aumentar las cifras a alrededor de los 58.000 empleados directos y los 25.000 indirectos estaría dentro de la lógica. Además, el modelo Hub hace que la actividad económica dentro del aeropuerto suba considerablemente al haber un porcentaje considerable de conexión de pasajeros. Este incremento de la concentración de clientes dentro de la infraestructura tiene un beneficio económico especialmente en el impacto directo y, por tanto, en el empleo directo. En el empleo indirecto no tiene tanta repercusión ya que, por ejemplo, empresas que proporcionan y refinan el combustible u ofrecen servicios legales a aerolíneas no tienen por qué verse notablemente afectadas debido a este cambio. Por este motivo, se podría llegar a tener una estimación de 60.000 empleados directos sin que llegue a ser descabellado.

Cabe mencionar también, que donde se esperan cambios considerables en términos de generación de empleo sería en el impacto catalítico, ya que este tipo de pasajero con un poder adquisitivo relativamente alto tendría un gasto en la comunidad superior a la media.

CAPÍTULO 5. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Una vez obtenido los resultados para los tres escenarios planteados se hará una valoración de los resultados obtenidos y se comentarán las similitudes y las diferencias entre ellos.

Tabla 5.1. Resultados obtenidos de los tres escenarios planteados en el estudio.

AEROPUERTO BARCELONA-EL PRAT				
		Escenario 0 (Actual)	Escenario 1 (+20MPAX)	Escenario 2 (+20MPAX & HUB)
Criterio Ambiental (Tco2)	Pesimista (10%)	37.697,3	43.718,2	38.861,9
	Optimista(20%)	75.394,6	87.437,7	77.722,5
	Turismo 2pax	142.637,32	196.780,99	157.424,61
	Turismo 3pax	104.915,86	144.740,86	115.792,61
	Abastecimiento Infraestructura	35.500	35.500	45.500
Mitigación Total (10% + 3pax) (TCO2)		178.113,16	223.959,06	200.154,41
Mitigación Total (20% + 2pax) (TCO2)		253.531,92	319.718,69	280.647,11
Criterio Social	Índice Estacionalidad	1,92	2	1,8
	Índice LCC	7,45	8,55	6,54
	Índice Turismo	1,6	3,08	1,49
	Índice Negocio	3,6	3,08	1,42
Índice Criterio Social		3,868	4,42	3,07
Índice Calidad De Empleo		6,132	5,58	6,93
Criterio Económico	Empleo Directo	35.509	44.578	55.364
	Empleo Indirecto	14.659	18.403	22.855

En la tabla 5.1 se puede observar un resumen de los datos finales obtenidos de los criterios ambientales, sociales y económicos para cada uno de los escenarios según sus parámetros iniciales.

Para el criterio ambiental, como se puede observar, si se llevasen a cabo las mitigaciones establecidas durante el proyecto con las correspondientes hipótesis hechas, se puede estimar que se podrían evitar alrededor de unas 200.000 toneladas de dióxido de carbono. Si esto mismo, se llevase a cabo con la ampliación del aeropuerto y la consecuencia de añadir unos 20 millones más de pasajeros, estas mitigaciones estarían en unos valores de 250.000 toneladas de CO₂. Además, la ampliación con el posterior cambio de gestión del aeropuerto con un enfoque tipo Hub con alrededor de 20% de conexión de pasajeros, haría que las emisiones debidas al acceso al aeropuerto

disminuyesen y con el añadido de estos pasajeros se ubicaría en condiciones registros intermedios entre el escenario 0 y el escenario 1.

Cabe mencionar que el escenario 0 y escenario 2 están en valores similares a mitigaciones en viajes de corto alcance y acceso al aeropuerto. La diferencia entre ambos escenarios estaría en el abastecimiento de la infraestructura al haber en el escenario 2 un incremento notable de pasajeros que circulan por el aeropuerto al ser un modelo diferente de gestión. Este abastecimiento en términos prácticos es el más asequible a mitigar, gracias al uso de energías renovables como paneles solares u otras fuentes sostenibles.

En el criterio social, se ha obtenido para cada escenario diferentes índices debido a las características de cada uno. Barcelona es una de las ciudades importantes del Sud de Europa. Las continuas celebraciones de congresos, acuerdos empresariales, o atractivos turísticos múltiples, hacen que el flujo de pasajeros sea relativamente constante comparados con otros puntos turísticos como islas veraniegas. Debido a esto, el índice de estacionalidad tiene poca variación, impuesta además con hipótesis y no obtenida por los números.

En el índice de Low-Cost Companies se puede apreciar un notable cambio en cada uno de los escenarios. Entre ellos varían alrededor de un punto, siendo el escenario 2 el mejor de los casos y el escenario 1 el peor. Esto se debe a la tendencia de los últimos años del aeropuerto de Barcelona a acaparar gran número de pasajeros provenientes de este tipo de compañías. Actualmente Barcelona está alrededor de un 65%-70% de compañías de bajo coste, esto hace que se obtengan unos valores más cercanos a Palma de Mallorca o Ibiza y muy alejados de aeropuertos afianzados como Londres-Heathrow. El mejor de los escenarios, aún pero encima del 5 sería el escenario 2, ya que, al cambiar el modelo del aeropuerto, las compañías de bandera tendrían algo más de relevancia. No obstante, con la fuerza que ya tienen actualmente las LCC en España es casi imposible alcanzar valores por debajo de 3.

Para finalizar este criterio, encontramos el índice de turismo y negocio. Como se ha mencionado anteriormente, Barcelona al ser una ciudad de millones de habitantes, las acciones comerciales ocurren constantemente igual que en todas las ciudades europeas de renombre. En este caso se obtienen estos buenos índices debido al aeropuerto de Palma de Mallorca. Este aeropuerto usado como referencia, se ha estimado que más del 90% de pasajeros que eligen la isla como destino están por motivos turísticos o de ocio. Además, en lo últimos años mucha más gente puede permitirse el lujo de viajar en avión e irse de vacaciones a diferentes países, debido a esto tenemos valores más cercanos al aeropuerto de Londres. El índice de calidad de empleo que resumiría el criterio social, se puede observar que el escenario 2 sería el que más se acercaría al objetivo de obtener empleos con estabilidad y sin

precariedad laboral. El escenario 1 sería una continuación en el tiempo del escenario actual siguiendo el mismo modelo que se está llevando durante los últimos años.

Para finalizar, en el criterio económico se tiene una continuación del índice obtenido en el criterio social. Es decir, con la implementación del modelo Hub, hay más movimiento en el aeropuerto y en consecuencia vendría ejemplificado en más empleos directo, más de 10.000 empleos de diferencia con el mismo número de pasajeros comparado con el escenario 1.

En las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 del anexo I se pueden observar gráficamente las diferencias entre ambos escenarios.

Estos resultados pueden servir de modelo para una reconversión del aeropuerto y valorar diferentes modelos de gestión u optimización de los recursos para poder mejorar tanto la calidad del servicio ofrecida para el cliente, el incremento de inversión por parte de futuras empresas o empresas ya existentes y el bienestar de empleados y ciudadanos que viven alrededor o trabajan para el aeropuerto.

CONCLUSIONES

Respecto a los resultados de la aplicación del método cuantitativo definido en páginas anteriores para medir el valor económico, social y ambiental del aeropuerto de Barcelona-El Prat, en este proyecto se ha propuesto una metodología y se ha obtenido una cuantificación del valor de los diferentes impactos que tiene el aeropuerto de Barcelona-El Prat en su zona de influencia. A medida que se ha ido realizando el estudio con la diferenciación de criterios se han obtenido las siguientes conclusiones:

- El enfoque ESG (Environmental, Social & Governance) con su posterior adaptación, cambiando el criterio gubernamental por uno con mayor influencia como el económico, es un método válido para obtener un resultado final en la cuantificación de los diferentes criterios del enfoque.
- Los resultados obtenidos para cada criterio son coherentes y lógicos con los objetivos propuestos para el proyecto. Para el criterio ambiental, en emisiones derivadas del acceso al aeropuerto, la potencialización del transporte público para una solución a corto plazo, debido a la gran diferencia de emisión de dióxido de carbono en comparación con los turismos, o la estimulación del uso de vehículos eléctricos como solución a largo plazo pueden hacer disminuir la contaminación que tenemos actualmente. Además, el uso de energías renovables para abastecer a la infraestructura o empezar a reducir los trayectos de corto radio para promover otros medios de transporte menos contaminantes reducirían en gran cantidad las emisiones y podrán revertir en cierta medida el cambio climático.
- Para el criterio social, se ha obtenido un índice de calidad de empleo, es decir, una ponderación que califica la estabilidad laboral, la precariedad y, en cierta medida, la cualificación para los puestos de trabajo. Se ha hecho a través del uso de indicadores aeroportuarios como serían la estacionalidad, la influencia de las compañías de bajo coste o el porcentaje del motivo del viaje por parte de los pasajeros. Esta ponderación permite tener una gestión más precisa para así determinar que parámetros podrán mejorar el aeropuerto y obtener una mejor calidad de vida para los trabajadores que se traducirá en un mejor ofrecimiento de los servicios del aeropuerto a los clientes.
- Finalmente, en el criterio económico, se ha obtenido una estimación de la cantidad de empleo directo e indirecto a través del índice del criterio social. Como se ha mencionado en el proyecto, poder conseguir una cifra solo con el uso de parámetros básicos como los pasajeros, operaciones y presencia de compañías aéreas puede ser útil para futuras aplicaciones en otros aeropuertos o por empresas con pocos recursos que quieran una primera estimación de estos resultados. Los resultados obtenidos son relativamente válidos si los comparamos con otros estudios más detallados. No obstante, se ha detectado que el presente proyecto se queda un poco por debajo en números frente a la estimación usada en la comparación. Esto, puede servir para tener en cuenta en futuros estudios y/o poder hacer mejoras en este proyecto presente.

- La comparación con otros escenarios para este mismo aeropuerto aporta varias conclusiones. La primera es que una ampliación favorecería a la creación de empleo directo e indirecto. Sin embargo, siguiendo la tendencia de los últimos años, este empleo sería de menor calidad y si no se potencian las mitigaciones propuestas para el proyecto, aumentarían en gran cantidad las emisiones de CO₂. Es por esto, que un cambio en el modelo de gestión podría favorecer en todos los ámbitos. Para empezar, un modelo Hub establece una alta cantidad de pasajeros en conexión, así que las emisiones de acceso al aeropuerto para el mismo número de pasajeros totales serían menores. También, habría un aumento en porcentaje de los viajes de largo alcance, posición donde el avión es el medio de transporte más efectivo. La implementación de una compañía de bandera en el aeropuerto bajaría en cierta medida la estacionalidad y en porcentaje las compañías low-cost, que ofrecen un servicio de menor calidad. En consecuencia, el índice de empleo del criterio social subiría. Este aumento se vería reflejado en más empleos directo e indirectos finales, impulsando así más economía en la región y entrando en un “ciclo virtuoso” mencionado en el estado de arte del proyecto.
- Además, en el criterio económico se ha hecho una estimación de los ingresos totales y EBIT que puede producir el aeropuerto de Barcelona-El Prat según la variable independiente de pasajeros u operaciones. Esta estimación no está proporcionada individualmente por los aeropuertos de AENA. No obstante, no es una evaluación muy detallada, pero nos puede dar un abanico de las cifras que genera el aeropuerto para la empresa.

En resumen, este método cuantitativo es ciertamente innovador, al abarcar diferentes criterios juntos en un mismo estudio. También, puede servir de base tanto para la aplicación a otros aeropuertos como para futuros escenarios para Barcelona-El Prat. Se ha podido demostrar una aplicación práctica, no solo con la formulación empírica, que el método funciona y con él se obtienen conclusiones sobre parámetros económicos, sociales y ambiental para poder así, tomar decisiones y emprender acciones.

A modo de futuras líneas de trabajo, que podrían dar continuidad al estudio expuesto, sería la unificación de los tres criterios del enfoque ESG y la aplicación de un análisis multicriterio. En el presente escrito no se entra en ellos debido a la complejidad y extensión que esto conllevaría.

BIBLIOGRAFIA

**Por orden de aparición en el documento.*

[1] Economipedia (definiciones); “Teoría del valor”.

<https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-valor.html>

[Online, accedido 20-Nov-2021]

[2] Economipedia (definiciones); “Teoría del valor-trabajo”.

<https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-valor-trabajo.html>

[Online, accedido 22-Nov-2021]

[3] Economipedia (definiciones); “Teoría del valor en la economía clásica”.

<https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-valor-en-la-economia-clasica.html>

[Online, accedido 22-Nov-2021]

[4] Economipedia (definiciones); “Teoría del valor de Karl Marx”.

<https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-valor-de-karl-marx.html>

[Online, accedido 27-Nov-2021]

[5] Economipedia (definiciones); “Teoría subjetiva del valor”.

<https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-valor-subjetivo.html>

[Online, accedido 27-Nov-2021]

[6] Traders Studio; “teoría subjetiva del valor”.

<https://traders.studio/teoria-subjetiva-del-valor/>

[Online, accedido 10-Nov-2021]

[7] Jhon Benington & Mark Moore. “Public Value: Theory & Practice”.

[Online, accedido 10-Dec-2021]

[8] BCN Regional. Agència Desenvolupament Urbà. Ajuntament de Barcelona; “Proposta Reducció de l'Impacte en clau climàtica del Transport Aeri a l'aeroport de Barcelona”.

http://www.bcnregional.com/wp-content/uploads/2021/05/20210510_PropostaReduccioImpacteTransportAeri.pdf

[Online, accedido 22-Ene-2021]

[9] Airports Council International; “The social and economic impacts of airports in Europe.

[untitled \(developpement-durable.gouv.fr\)](untitled(developpement-durable.gouv.fr))

[Online, accedido 17-Dic-2021]

[10] Entrevistas; “Economic Impact of European Airports.”

[INTERVISTAS Study - Economic Impact of European Airports.pdf \(aci-europe.org\)](INTERVISTAS%20Study%20-%20Economic%20Impact%20of%20European%20Airports.pdf(aci-europe.org))

[Online, accedido 17-Dic-2021]

[11] Government of British Columbia; “How input-output models are used”.

<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/data/statistics/economy/input-output-model/how-input-output-models-used>

[Online, accedido 13-Mar-2021]

[12] Càtedra MANGO & ESCI UPF; “Análisis del valor social integrado de una universidad pública.

[MARCO CONEPTUAL \(upf.edu\)](#)

[Online, accedido 7-Feb-2021]

[13] Capital Safi; “Resum y metodología para el análisis y evaluación del perfil ESG y climático.

<https://capitalsafi.com/wp-content/uploads/2021/07/RESUMEN-METODOLOGIA-ESG-2021.pdf>

[Online, accedido 3-Ene-2021]

[14] Ministerio de Fomento. Gobierno de España; “Plan Director del Aeropuerto de Barcleona. https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/6629BBC3-7DA1-4325-B48E-CEE5F5564182/54117/Impacto_economico.pdf

[Online, accedido 28-Ene-2021]

[15] Deloitte. Sostenibilidad;” Definición y uso de los criterios ESG”.

[“Qué son los criterios ESG y para qué sirven \(deloitte.com\)](#)

[Online, accedido 3-Ene-2021]

[16] Iberinsa; I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. “Ampliación del aeropuerto de Barcelona. Medidas de integración ambiental en la 3ª pista.”

<https://www.cideu.org/wp-content/uploads/2019/12/t2p1349.pdf>

[Online, accedido 29-Ene-2021]

[17] Aeropuerto Barcelona-El Prat; “Información y Datos Generales”.

<https://www.aeropuertobarcelona-elprat.com/cast/aeropuerto-de-barcelona.htm>

[Online, accedido 15-Feb-2021]

[18] Integrated Pollution Prevention & Control; Directive 2008/1/EC European Parliament. “Guidelines on National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual, page 1.96”.

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref7.pdf>

[Online, accedido 10-May-2021]

[19] Estadísticas del tráfico. Informes Anuales; AENA. “Datos de pasajeros y operaciones de los aeropuertos”.

<https://www.aena.es/es/estadisticas/informes-anuales.html>

[Online, accedido 25-Feb-2021]

[20] TFM_ANNEX Pol Zampaglio; UPC Commons. “Factor emission LEBL for A320 & B738”.

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117566/TFM_ANNEX_PolZampaglio.pdf?sequence=2&isAllowed=y

[Online, accedido 19-May-2021]

[21] PDF facilitado por César Trapote Barreira. “Perfil Exterior del Pasajero Barcelona-El Prat 2017”.

[Online, accedido 23-May-2021]

[22] Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte hivernacle. Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Generalitat de Catalunya; “Factors d'emissions per turismes, autobusos i ferroviari”.

https://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH

[/guia de calcul demissions de co2/190301 Guia-practica-calcul-emissions CA.pdf](#)

[Online, accedido 26-May-2021]

[23] Eldiario.es (Madrid); "Porcentaje de taxis que usan combustible diésel".

https://www.eldiario.es/madrid/taxis-madrid-utilizan-combustible-diesel_1_1931679.html

[Online, accedido 26-May-2021]

[24] Estadísticas. Mallorca Airport; "Número de rutas de compañías aéreas".

<https://mallorcaairport.com/statistics/>

[Online, accedido 4-Jun-2021]

[25] Sustainability. International Aviation Civil Organization (ICAO); "LCC list".

<https://www.icao.int/sustainability/documents/lcc-list.pdf>

[Online, accedido 4-Jun-2021]

[26] Analysis. Corporate Travel Community; "Frankfurt Airport's third terminal construction is under way and a LCC provision has been built in

<https://corporatetravelcommunity.com/analysis/frankfurt-airports-third-terminal-construction-is-under-way-and-a-lcc-provision-has-been-built-in-584961>

[Online, accedido 3-Jun-2021]

[27] Estadísticas. Statista; "Desglose turistas baleares según motivo del viaje".

<https://es.statista.com/estadisticas/538849/desglose-de-los-turistas-que-visitaron-baleares-segun-motivo-del-viaje/>

[Online, accedido 8-Jun-2021]

[28] Facts & Figures Company. Heathrow; "Type of Travellers".

<https://www.heathrow.com/company/about-heathrow/facts-and-figures>

[Online, accedido 7-Jun-2021]

[29] Oxford Economics; "The economic impact of reduced activity at Heathrow Airport".

<https://static1.squarespace.com/static/5abcb26f9772aee7f0dd7ec8/t/5f58aa3a15ceb05d526d4010/1599646280490/Oxford+Economics+HCEB+Final+Report%5B1%5D.pdf>

[Online, accedido 14-Jun-2021]

[30] Report AENA. AQR Lab, Universitat de Barcelona, Cambra de Comerç de

Barcelona; "Impacto económico del aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat".

http://www.ub.edu/aqrlab/files/Report_AENA_DEF.pdf

[31] <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10438&t=201800> valores PIB Cataluña

[Online, accedido 15-Jun-2021]

[32] Financial & Economical Information. Shareholders & Investors. AENA; "Financial & Operational publications of Airports".

<https://www.aena.es/en/shareholders-and-investors/financial-and-economical-information/financial-and-operational-publications.html?anio=2019>

[Online, accedido 15-Abr-2021]

[33] Statistics. London-Luton UK; "Publications of Passengers & Operations".

<https://www.london-luton.co.uk/corporate/lla-publications/statistics>

[Online, accedido 1-Jul-2021]



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ANEXOS

TÍTOL DEL TFG: Una propuesta metodológica para la evaluación integral del valor en aeropuertos. Aplicación a Barcelona-El Prat.

TITULACIÓ: Grado en Ingeniería de Aeropuertos

AUTOR: Marc Esplugas Segú

DIRECTOR: César Trapote Barreira

DATA: 8 de julio de 2022

RELACIÓN DE CONTENIDOS

Documento I. Memoria

Documento II. Anexos

DOCUMENTO II. ANEXOS

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN ANEXO	1
ANEXO I: FIGURAS	2
ANEXO II: TABLAS	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2014.	2
Figura 2.2: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2015.	2
Figura 2.3: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2016.	3
Figura 2.4: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2017.	3
Figura 2.5: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2018.	4
Figura 2.6: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2019.	4
Figura 2.7: Factores de emisión predeterminados para ciclos LTO.	5
Figura 2.8: Factores de emisión según tipo de avión para ciclos LTO.	6
Figura 2.9: Factores de emisión específicos para el aeropuerto de Barcelona.	7
Figura 2.10: Cantidad evitada de CO ₂ según reducción de operaciones.	7
Figura 2.11: Representación del gasto de CO ₂ según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 0.	8
Figura 2.12: Representación del porcentaje del gasto de CO ₂ según modo de acceso al aeropuerto.	8
Figura 2.13: Representación del porcentaje del gasto de CO ₂ según modo de acceso al aeropuerto.	9
Figura 2.14: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Barcelona.	9
Figura 2.15: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Mallorca.	10
Figura 2.16: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Londres.	10
Figura 2.17: Cuentas de ingresos totales y EBIT de AENA el año 2014.	11
Figura 2.18: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2015.	11
Figura 2.19: Cuentas AENA el año 2015	12
Figura 2.20: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2016	12
Figura 2.21: Cuentas AENA el año 2016.	13
Figura 2.22: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2017.	13
Figura 2.23: Cuentas AENA el año 2017.	14
Figura 2.24: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2018.	14
Figura 2.25: Cuentas AENA el año 2018.	15
Figura 2.26: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2019.	15
Figura 2.27: Cuentas AENA el año 2019.	16
Figura 2.28: Factor de emisión para turismos.	16
Figura 2.29: Factor de emisión ferroviario.	17
Figura 2.30: Factor de emisión para autobuses.	17
Figura 3.1: Representación del gasto de CO ₂ según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 1.	17
Figura 4.1: Representación del gasto de CO ₂ según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 2.	18
Figura 3.1: Comparación del CO ₂ posible a evitar en todos los escenarios.	18
Figura 5.2: Representación de los índices del criterio social en todos los escenarios	19
Figura 5.3: Representación de los empleos directos e indirecto en todos los escenarios.	19

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 0.</i>	20
<i>Tabla 2.2. Número de pasajeros mensuales en los tres aeropuertos evaluados escenario 0.</i>	20
<i>Tabla 2.3. Compañías con más rutas en el aeropuerto de Mallorca Mayo 2022.</i>	20
<i>Tabla 2.4. Número de pasajeros y crecimiento anual en el aeropuerto de Barcelona.</i>	21
<i>Tabla 2.5. Número de operaciones y crecimiento anual en el aeropuerto de Barcelona.</i>	21
<i>Tabla 2.6. PIB de Cataluña y crecimiento anual.</i>	21
<i>Tabla 2.7. Número de pasajeros y operaciones de AENA.</i>	22
<i>Tabla 2.8. Porcentaje de pasajeros y operaciones de Barcelona respecto AENA.</i>	22
<i>Tabla 2.9. Ingresos totales y EBIT de AENA.</i>	22
<i>Tabla 2.10. Pasajeros y operaciones totales AENA sin Luton.</i>	23
<i>Tabla 2.11. Ingresos totales y EBIT de AENA sin Luton.</i>	23
<i>Tabla 2.12. Extrapolación cuentas aeropuerto Barcelona en función de las operaciones.</i>	23
<i>Tabla 2.13. Extrapolación cuentas aeropuerto Barcelona en función de los pasajeros.</i>	23
<i>Tabla 3.1. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 1.</i>	24
<i>Tabla 3.2. Número de pasajeros mensuales en los tres aeropuertos evaluados en el escenario 1.</i>	24
<i>Tabla 4.1. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 2.</i>	25
<i>Tabla 4.2. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 2.</i>	25

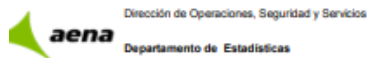
INTRODUCCIÓN ANEXO

En este documento se almacenan elementos que evitan que la memoria del Trabajo Fin de Grado sea excesivamente larga y pesada para el lector.

Esta compuesto por dos anexos, uno dedicado a figuras que requieren de gran tamaño para ser analizadas y otro anexo que está consituiudo por tablas con una extensión mayor a cinco filas.

De este modo, si se desea hacer una análisis más exhaustivo de la memoria se podría consultar el anexo. La numeración está correlacionada con los capítulos compuestos por el documento principal. La indicación de las fuentes para obtener tal información se encuentra en la bibliografía del Documento I.

ANEXO I: FIGURAS



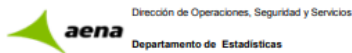
Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2014 /s 2013
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	41.833.686	5,3%
BARCELONA-EL PRAT	37.558.981	6,7%
PALMA DE MALLORCA	23.115.622	1,5%
MALAGA-COSTA DEL SOL	13.748.976	6,4%
GRAN CANARIA	10.315.740	5,6%
ALICANTE-ELCHE	10.066.067	4,4%
TENERIFE SUR	9.176.235	5,5%
IBIZA	6.212.198	8,5%
LANZAROTE	5.882.691	10,3%
FUERTEVENTURA	4.764.646	11,9%
VALENCIA	4.597.095	-0,5%
BILBAO	4.015.350	5,6%
SEVILLA	3.885.434	5,4%
TENERIFE NORTE	3.633.030	3,1%
MENORCA	2.632.616	2,6%
GIRONA	2.160.745	-21,1%
SANTIAGO	2.084.203	0,5%
MURCIA-SAN JAVIER	1.095.471	-4,0%
ASTURIAS	1.065.176	2,5%
A CORUÑA	989.153	17,8%
LA PALMA	862.836	6,6%

TRÁFICO DE PASAJEROS, OPERACIONES Y CARGA EN LOS AEROPUERTOS I

Datos Definitivos

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2014 /s 2013
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	342.604	2,9%
BARCELONA-EL PRAT	283.851	2,7%
PALMA DE MALLORCA	172.630	1,5%
MALAGA-COSTA DEL SOL	108.261	5,8%
GRAN CANARIA	102.210	7,0%
ALICANTE-ELCHE	71.571	4,8%
TENERIFE SUR	60.290	7,7%
IBIZA	60.142	6,8%
VALENCIA	56.438	-1,3%
TENERIFE NORTE	52.694	6,9%
LANZAROTE	49.576	12,0%
BILBAO	42.590	-0,2%
SEVILLA	42.379	1,9%
FUERTEVENTURA	40.066	12,9%
JEREZ DE LA FRONTERA	38.358	-9,2%
MADRID-CUATRO VIENTOS	33.217	-6,9%
SABADELL	27.089	-2,4%
MENORCA	24.716	1,2%
GIRONA	20.630	-23,7%
SANTIAGO	19.434	4,1%
REUS	15.986	-5,8%

Figura 2.1 Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2014.



Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2015 /s 2014
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	46.824.838	11,9%
BARCELONA-EL PRAT	39.711.237	5,7%
PALMA DE MALLORCA	23.745.023	2,7%
MALAGA-COSTA DEL SOL	14.404.206	4,8%
GRAN CANARIA	10.627.218	3,0%
ALICANTE-ELCHE	10.575.288	5,1%
TENERIFE SUR	9.117.514	-0,8%
IBIZA	6.477.283	4,3%
LANZAROTE	6.128.971	4,2%
VALENCIA	5.055.127	10,0%
FUERTEVENTURA	5.027.415	5,5%
SEVILLA	4.308.845	10,9%
BILBAO	4.277.725	6,5%
TENERIFE NORTE	3.815.316	5,0%
MENORCA	2.867.521	8,9%
SANTIAGO	2.296.409	10,2%
GIRONA	1.775.326	-17,8%
ASTURIAS	1.119.273	5,1%
MURCIA-SAN JAVIER	1.067.668	-2,5%
A CORUÑA	1.025.688	3,7%

TRÁFICO DE PASAJEROS, OPERACIONES Y CARGA EN LOS AEROPUERTOS I

Datos Definitivos

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2015 /s 2014
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	366.608	7,0%
BARCELONA-EL PRAT	288.879	1,8%
PALMA DE MALLORCA	178.254	3,3%
MALAGA-COSTA DEL SOL	108.909	0,6%
GRAN CANARIA	100.420	-1,8%
ALICANTE-ELCHE	74.086	3,5%
IBIZA	64.612	7,4%
VALENCIA	59.007	4,6%
TENERIFE SUR	58.462	-3,0%
TENERIFE NORTE	53.260	1,1%
LANZAROTE	50.448	1,8%
SEVILLA	46.086	8,7%
BILBAO	43.862	3,0%
JEREZ DE LA FRONTERA	43.566	13,6%
MADRID-CUATRO VIENTOS	40.258	21,2%
FUERTEVENTURA	39.307	-1,9%
SABADELL	29.975	10,7%
MENORCA	28.687	16,1%
SANTIAGO	20.541	5,7%
GIRONA	19.529	-5,3%

Figura 2.2: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2015.



Dirección de Operaciones, Seguridad y Servicios
Departamento de Estadísticas

TRÁFICO DE PASAJEROS, OPERACIONES Y CARGA EN LOS AEROPUERTOS I

DATOS DEFINITIVOS

Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2016 /s 2015
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	50.418.909	7,7%
BARCELONA-EL PRAT	44.154.722	11,2%
PALMA DE MALLORCA	26.254.110	10,6%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	16.673.151	15,8%
ALICANTE-ELCHE	12.344.945	16,7%
GRAN CANARIA	12.093.646	13,8%
TENERIFE SUR	10.472.713	14,9%
IBIZA	7.416.161	14,5%
LANZAROTE	6.684.564	9,1%
VALENCIA	5.798.853	14,7%
FUERTEVENTURA	5.676.323	12,9%
SEVILLA	4.625.314	7,3%
BILBAO	4.588.339	7,3%
TENERIFE NORTE	4.219.633	10,6%
MENORCA	3.178.284	10,8%
SANTIAGO	2.511.494	9,4%
GIRONA	1.664.856	-6,2%
ASTURIAS	1.281.979	14,5%
LA PALMA	1.116.146	14,9%
MURCIA-SAN JAVIER	1.097.048	2,8%
A CORUÑA	1.063.291	3,7%

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2016 /s 2015
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	378.151	3,1%
BARCELONA-EL PRAT	307.863	6,6%
PALMA DE MALLORCA	197.640	10,9%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	123.715	13,6%
GRAN CANARIA	112.000	11,5%
ALICANTE-ELCHE	87.116	17,6%
IBIZA	72.503	12,2%
TENERIFE SUR	65.882	12,7%
VALENCIA	62.804	6,4%
TENERIFE NORTE	55.669	4,5%
LANZAROTE	54.632	8,3%
JEREZ DE LA FRONTERA	49.266	13,1%
SEVILLA	45.840	-0,5%
FUERTEVENTURA	45.456	15,6%
BILBAO	45.105	2,8%
SABADELL	36.004	20,1%
MADRID-CUATRO VIENTOS	35.649	-11,4%
MENORCA	31.252	8,9%
SANTIAGO	21.278	3,6%
GIRONA	18.815	-3,7%
LA PALMA	17.296	9,5%

Figura 2.3: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2016.



Dirección de Operaciones, Seguridad y Servicios
Departamento de Estadísticas

TRÁFICO DE PASAJEROS, OPERACIONES Y CARGA EN LOS AEROPUERTOS

DATOS DEFINITIVOS

Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2017 /s 2016
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	53.400.844	5,9%
BARCELONA-EL PRAT	47.284.346	7,1%
PALMA DE MALLORCA	27.970.656	6,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	18.626.581	11,7%
ALICANTE-ELCHE	13.713.063	11,1%
GRAN CANARIA	13.092.475	8,3%
TENERIFE SUR	11.248.882	7,4%
IBIZA	7.903.928	6,6%
LANZAROTE	7.388.964	10,5%
VALENCIA	6.745.231	16,3%
FUERTEVENTURA	6.049.291	6,6%
SEVILLA	5.108.817	10,5%
BILBAO	4.973.809	8,4%
TENERIFE NORTE	4.706.827	11,5%
MENORCA	3.434.615	8,1%
SANTIAGO	2.645.362	5,3%
GIRONA	1.946.694	16,9%
ASTURIAS	1.407.217	9,8%
LA PALMA	1.302.485	16,7%
MURCIA-SAN JAVIER	1.196.587	9,1%
A CORUÑA	1.141.389	7,3%

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2017 /s 2016
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	387.568	2,5%
BARCELONA-EL PRAT	323.535	5,1%
PALMA DE MALLORCA	208.788	5,6%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	137.178	10,9%
GRAN CANARIA	118.551	5,8%
ALICANTE-ELCHE	95.323	9,4%
IBIZA	75.691	4,4%
TENERIFE SUR	69.846	6,0%
VALENCIA	68.042	8,3%
TENERIFE NORTE	61.102	9,8%
LANZAROTE	59.477	8,9%
SEVILLA	48.661	6,2%
JEREZ DE LA FRONTERA	48.627	-1,3%
FUERTEVENTURA	48.216	6,1%
BILBAO	46.990	4,2%
MADRID-CUATRO VIENTOS	46.568	30,6%
SABADELL	41.261	14,6%
MENORCA	30.293	-3,1%
SANTIAGO	21.519	1,1%
GIRONA	19.254	2,3%
LA PALMA	17.757	2,7%

Figura 2.4: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2017.

Aeropuertos	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2018 /s 2017
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	57.890.057	8,4%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	50.172.689	6,1%
PALMA DE MALLORCA	29.081.446	4,0%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	19.021.779	2,1%
ALICANTE-ELCHE	13.981.691	2,0%
GRAN CANARIA	13.573.304	3,7%
TENERIFE SUR	11.042.412	-1,8%
IBIZA	8.104.453	2,5%
VALENCIA	7.769.804	15,2%
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	7.327.129	-0,8%
SEVILLA	6.380.483	24,9%
FUERTEVENTURA	6.118.840	1,1%
TENERIFE NORTE	5.492.324	16,7%
BILBAO	5.469.406	10,0%
MENORCA	3.442.742	0,2%
SANTIAGO	2.726.457	3,1%
GIRONA	2.020.138	3,8%
LA PALMA	1.420.277	9,0%
ASTURIAS	1.400.438	-0,5%
MURCIA-SAN JAVIER	1.273.774	6,5%
A CORUÑA	1.225.754	7,4%

Aeropuertos	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2018 /s 2017
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	409.834	5,7%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	335.652	3,7%
PALMA DE MALLORCA	220.332	5,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	141.352	3,0%
GRAN CANARIA	131.027	10,5%
ALICANTE-ELCHE	96.735	1,5%
IBIZA	76.995	1,7%
VALENCIA	75.837	11,5%
TENERIFE NORTE	73.236	19,9%
TENERIFE SUR	69.910	0,1%
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	60.955	2,5%
SEVILLA	57.913	19,0%
FUERTEVENTURA	51.541	6,9%
JEREZ DE LA FRONTERA	51.195	5,3%
BILBAO	49.966	6,3%
MADRID-CUATRO VIENTOS	47.310	1,6%
SABADELL	44.093	6,9%
MENORCA	31.370	3,6%
LA PALMA	22.033	24,1%
SANTIAGO	21.841	1,5%
GIRONA	17.874	-7,2%

Figura 2.5: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2018.

AEROPUERTOS	PASAJEROS	
	Total	% Inc 2019 /s 2018
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	61.734.944	6,6%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	52.688.455	5,0%
PALMA DE MALLORCA	29.721.142	2,2%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	19.858.656	4,4%
ALICANTE-ELCHE	15.048.240	7,6%
GRAN CANARIA	13.261.228	-2,3%
TENERIFE-SUR	11.168.707	1,1%
VALENCIA	8.539.579	9,9%
IBIZA	8.155.626	0,6%
SEVILLA	7.544.357	18,2%
LANZAROTE-CESAR MANRIQUE	7.293.087	-0,5%
BILBAO	5.905.820	8,0%
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	5.839.638	6,3%
FUERTEVENTURA	5.635.417	-7,9%
MENORCA	3.495.025	1,5%
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	2.904.102	6,5%
GIRONA-COSTA BRAVA	1.933.049	-4,3%
LA PALMA	1.483.778	4,5%
ASTURIAS	1.417.912	1,2%
A CORUÑA	1.352.584	10,3%
FGL GRANADA-JAEN	1.252.019	11,2%
SEVE BALLESTEROS-SANTANDER	1.174.999	6,5%
JEREZ DE LA FRONTERA	1.121.164	-1,2%

AEROPUERTOS	OPERACIONES	
	Total	% Inc 2019 /s 2018
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	426.375	4,0%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	344.563	2,7%
PALMA DE MALLORCA	217.222	-1,4%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	144.939	2,5%
GRAN CANARIA	126.451	-3,5%
ALICANTE-ELCHE	101.410	4,8%
VALENCIA	77.702	2,5%
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	75.388	2,9%
IBIZA	75.378	-2,1%
TENERIFE-SUR	70.277	0,5%
SEVILLA	64.112	10,7%
LANZAROTE-CESAR MANRIQUE	60.524	-0,7%
JEREZ DE LA FRONTERA	54.504	6,5%
MADRID-CUATRO VIENTOS	51.949	9,8%
BILBAO	51.591	3,3%
SABADELL	50.863	14,9%
FUERTEVENTURA	47.223	-8,4%
MENORCA	31.594	0,7%
LA PALMA	22.612	2,6%
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	22.402	2,6%
GIRONA-COSTA BRAVA	18.253	2,1%
REUS	17.679	4,9%
A CORUÑA	17.199	-2,0%

Figura 2.6: Número de pasajeros y operaciones de los aeropuertos de Aena en 2019.

TABLE 1-52 DEFAULT EMISSION FACTORS AND FUEL CONSUMPTION FOR AIRCRAFT (LTO EMISSION FACTORS ARE GIVEN ON A PER AIRCRAFT BASIS)								
Domestic								
	Fuel Consumption	Emission Factors						
		CO ₂	CH ₄ (a)	N ₂ O(b)	NO _x	CO	NMVOc(a)	SO ₂ (c)
LTO average fleet (kg/LTO)	850	2680	0.3	0.1	10.2	8.1	2.6	0.8
LTO old fleet (kg/LTO)	1000	3150	0.4	0.1	9.0	17	3.7	1.0
Cruise (kg/t of fuel)		3150	0	0.1	11	7	0.7	1.0
International								
	Fuel Consumption	Emission Factors						
		CO ₂	CH ₄ (a)	N ₂ O(b)	NO _x	CO	NMVOc(a)	SO ₂ (c)
LTO average fleet (kg/LTO)	2500	7900	1.5	0.2	41	50	15	2.5
LTO old fleet (kg/LTO)	2400	7560	7	0.2	23.6	101	66	2.4
Cruise (kg/t of fuel)		3150	0	0.1	17	5	2.7	1.0

Note: The emission factors were calculated as weighted averages for a number of typical aircraft. For domestic traffic, the average fleet is represented by Airbus A320, Boeing 727, Boeing 737-400 and Mc Donald Douglas DC9 and MD80 aircraft. The old fleet is represented by Boeing B737 and McDonald Douglas DC9. For international traffic, the average fleet is represented by Airbus A300, Boeing B767, B747 and McDonald Douglas DC10, whilst the old fleet is represented by the Boeing B707, Boeing B747 and McDonald Douglas DC8. The data for LTO are shown in Table 1-50. Cruise data were taken from Wuebbles et al. (1993). The emission factors for cruise are considered as the best available default factors to date.

(a) For CH₄ and NMVOc it is assumed that the emission factors for LTO cycles be 10% and 90% of total VOC, respectively (Olivier, 1991). Studies indicate that during cruise no methane is emitted (Wiesen et al., 1994).

(b) Estimates based on Tier 1 default values.

(c) Sulphur content of the fuel is assumed to be 0.05% for both LTO and cruise activities.

Figura 2.7: Factores de emisión predeterminados para ciclos LTO.

TABLE 1-50 EXAMPLES OF AIRCRAFT TYPES AND EMISSION FACTORS FOR LTO CYCLES AS WELL AS FUEL CONSUMPTION PER AIRCRAFT TYPE								
Aircraft type(a)	Emission factors (kg/LTO)							Fuel consumption (kg/LTO)
	CO ₂	CH ₄ (b)	N ₂ O(c)	NO _x	CO	NM VOC(b)	SO ₂ (d)	
A300	5470	1.0	0.2	27.21	34.4	9.3	1.7	1730
A310	4900	0.4	0.2	22.7	19.6	3.4	1.5	1550
A320	2560	0.04	0.1	11.0	5.3	0.4	0.8	810
BAC1-11	2150	6.8	0.1	4.9	67.8	61.6	0.7	680
BAe 146	1800	0.16	0.1	4.2	11.2	1.2	0.6	570
B707*	5880	9.8	0.2	10.8	92.4	87.8	1.9	1860
B727	4455	0.3	0.1	12.6	9.1	3.0	1.4	1410
B727*	3980	0.7	0.1	9.2	24.5	6.3	1.3	1260
B737-200	2905	0.2	0.1	8.0	6.2	2.0	0.9	920
B737*	2750	0.5	0.1	6.7	16.0	4.0	0.9	870
B737-400	2625	0.08	0.1	8.2	12.2	0.6	0.8	830
B747-200	10680	3.6	0.3	53.2	91.0	32.0	3.4	3380
B747*	10145	4.8	0.3	49.2	115	43.6	3.2	3210
B747-400	10710	1.2	0.3	56.5	45.0	10.8	3.4	3390
B757	4110	0.1	0.1	21.6	10.6	0.8	1.3	1300
B767	5405	0.4	0.2	26.7	20.3	3.2	1.7	1710
Caravelle*	2655	0.5	0.1	3.2	16.3	4.1	0.8	840
DC8	5890	5.8	0.2	14.8	65.2	52.2	1.9	1860
DC9	2780	0.8	0.1	7.2	7.3	7.4	0.9	880
DC10	7460	2.1	0.2	41.0	59.3	19.2	2.4	2360
F28	2115	5.5	0.1	5.3	54.8	49.3	0.7	670
F100	2340	0.2	0.1	5.7	13.0	1.2	0.7	740
L1011*	8025	7.3	0.3	29.7	112	65.4	2.5	2540
SAAB 340	945	1.4(E)	0.03(E)	0.3(E)	22.1(E)	12.7(E)	0.3(E)	300(E)
Tupolev 154	6920	8.3	0.2	14.0	116.81	75.9	2.2	2190
Concorde	20290	10.7	0.6	35.2	385	96	6.4	6420
GAjet	2150	0.1	0.1	5.6	8.5	1.2	0.7	680

Source: ICAO (1995).

(a) Except where indicated, values are for world fleet weighted LTO fuel and emissions performance. The average age of aircraft in service is 10-20 years old. Values for aircraft types marked with a * are specific to older types with poorer emissions performance. Aircraft can be equipped with different engines.

(b) Assuming 10% of total VOC emissions in LTO cycles are methane emission (Olivier, 1991).

(c) Estimates based on Tier 1 default values.

(d) The sulphur content of the fuel is assumed to be 0.05%.

(E) indicates that the figure is based on estimations.

Figura 2.8: Factores de emisión según tipo de avión para ciclos LTO.

A320	Duration (m)	Fuel burn (kg)	CO2 (kg)	NOx (kg)	SOx (kg)	H2O (kg)	CO (kg)	HC (kg)	PM non volatile (kg)	PM volatile (organic + sulphurous) (kg)	PM TOTAL (kg) (2)
LELB	27	742,536	2338,9684	10,9652093	0,62373076	913,319311	6,523008	1,29716496	0,00655302	0,05362854	0,06018156
ICAO default	32,9	816,168	2570,9292	11,281828	0,6855817	1003,8868	8,24628	1,6358716	0,00673363	0,0593237	0,06605733

B738	Duration (hh:mm:ss)	Fuel burn (kg)	CO2 (kg)	NOx (kg)	SOx (kg)	H2O (kg)	CO (kg)	HC (kg)	PM non volatile (kg)	PM volatile (organic + sulphurous) (kg)	PM TOTAL (kg) (2)
LELB	27	801,096	2523,4524	11,9211746	0,67292073	985,348302	5,5614268	0,5707104	0,02275486	0,04651296	0,06926782
ICAO default	32,9	881,1	2775,465	12,297194	0,7401242	1083,7532	7,0652188	0,722718	0,02275486	0,05136773	0,07412259

Figura 2.9: Factores de emisión específicos para el aeropuerto de Barcelona.

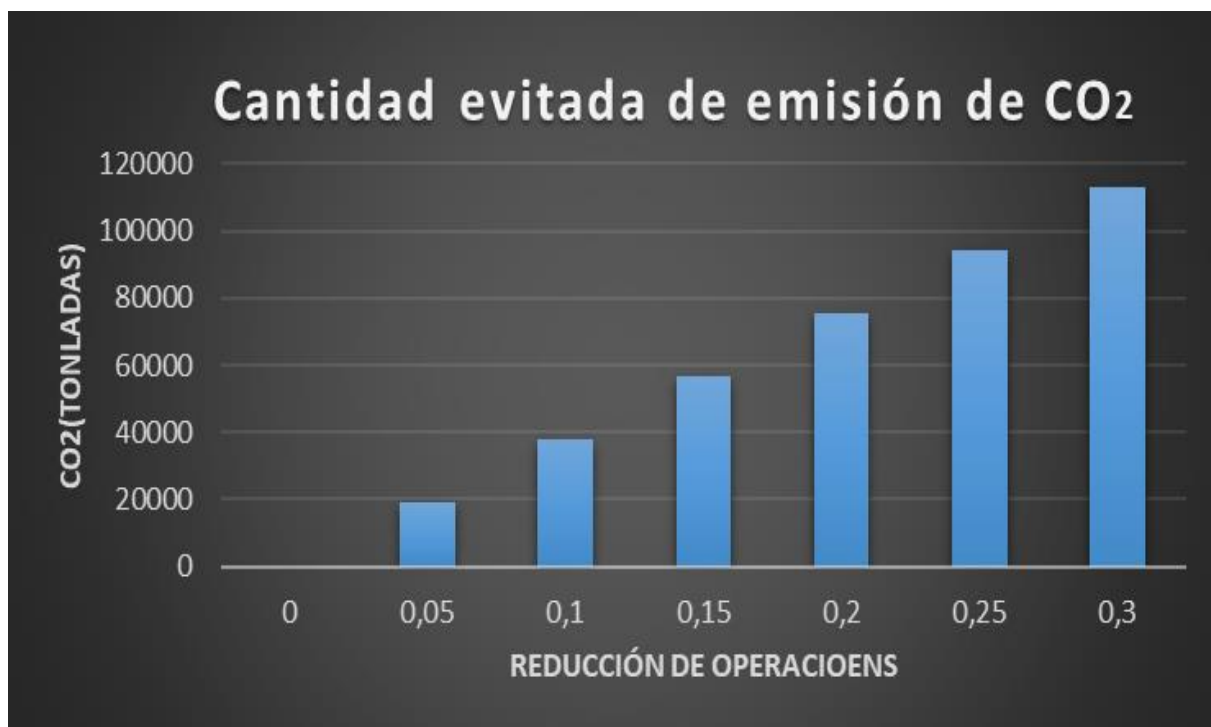


Figura 2.10: Cantidad evitada de CO2 según reducción de operaciones.

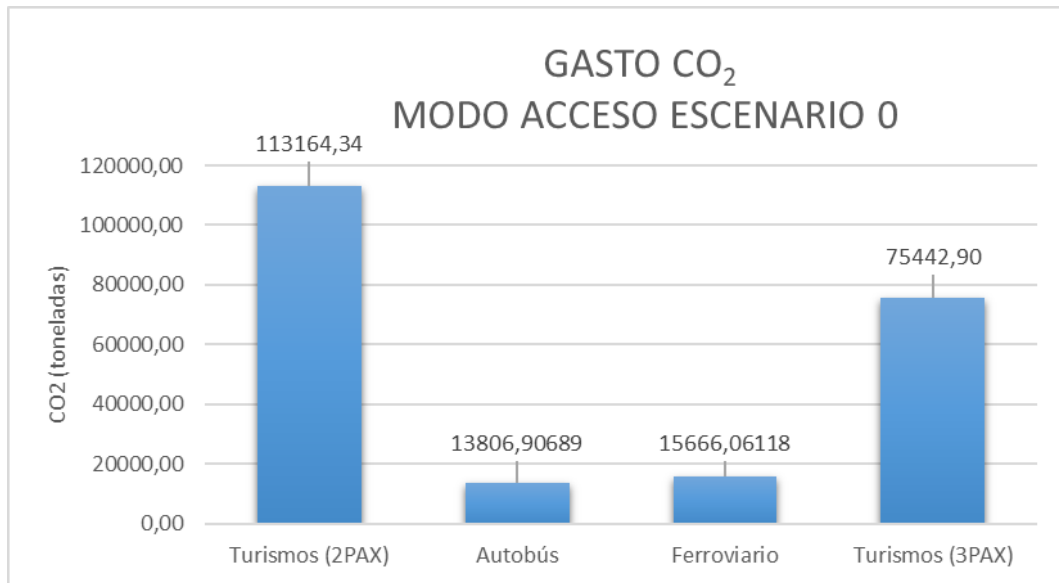


Figura 2.11: Representación del gasto de CO2 según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 0.

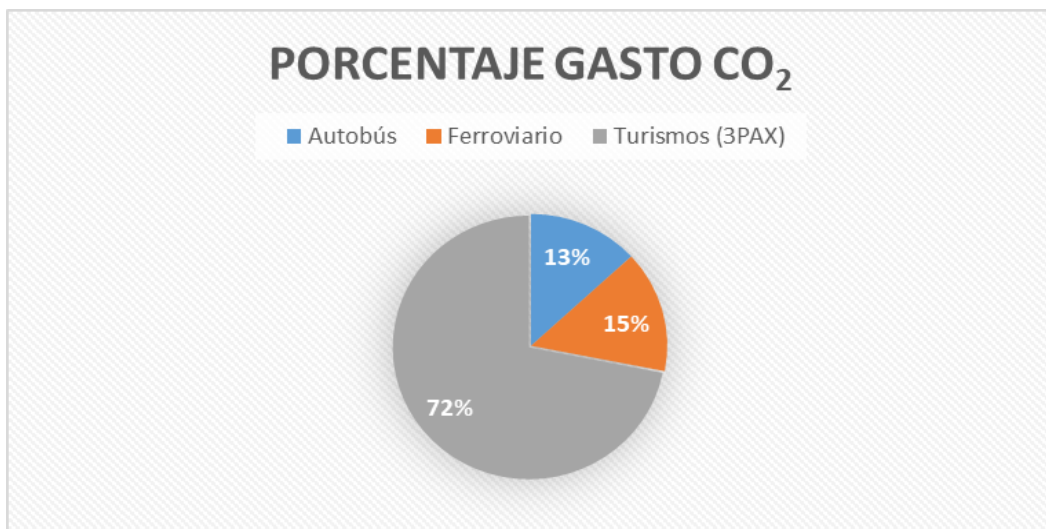


Figura 2.12: Representación del porcentaje del gasto de CO2 según modo de acceso al aeropuerto.

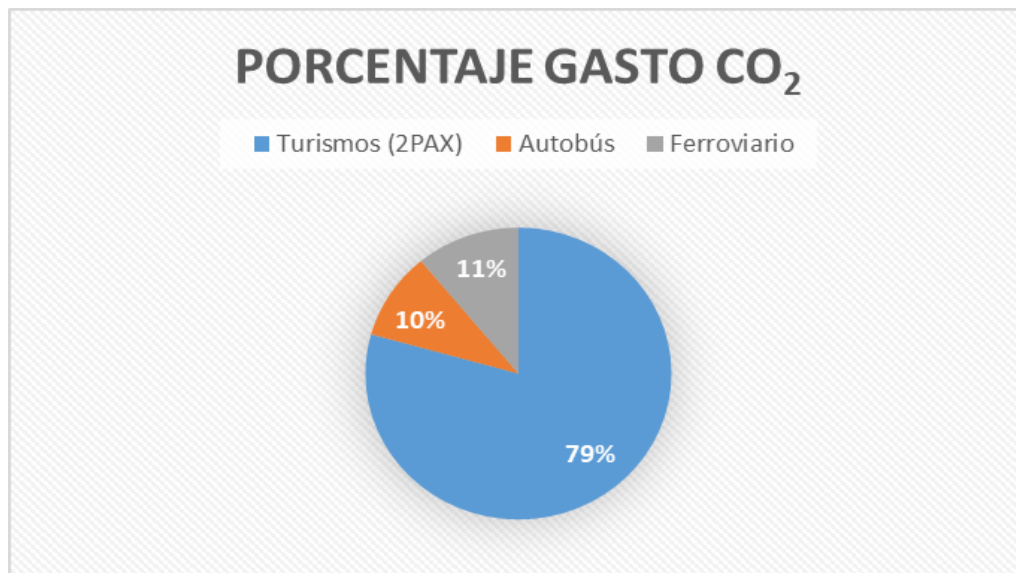


Figura 2.13: Representación del porcentaje del gasto de CO₂ según modo de acceso al aeropuerto.

Perfil del pasajero: Total Aeropuerto

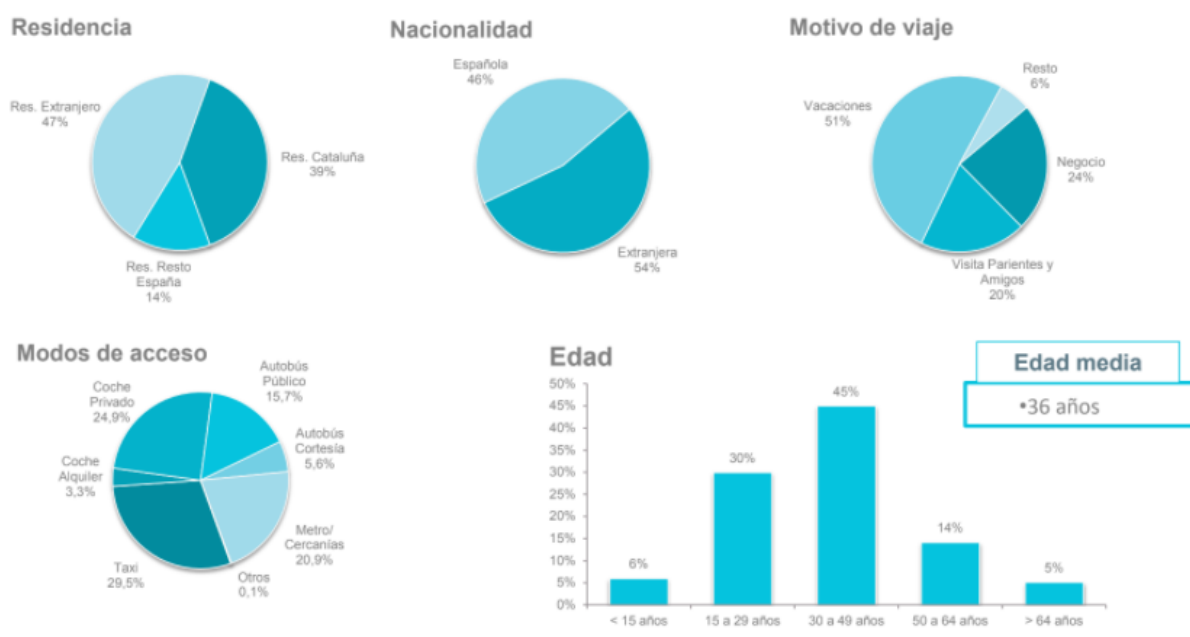
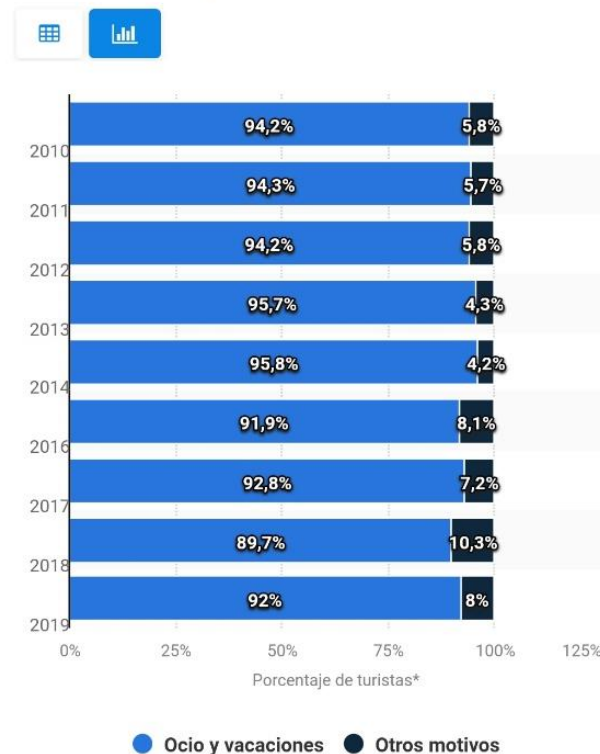


Figura 2.14: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Barcelona.

Evolución anual de la distribución porcentual de los turistas que visitaron las Islas Baleares de 2010 a 2019, según motivo del viaje



© Statista 2022

Figura 2.15: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Mallorca.

Passenger numbers 2018

- Annual passengers: 80.1 million
- Daily average total number: 219,458 (50.5% arrivals / 49.5% departures)
- Busiest day ever recorded (passenger numbers): 29 July 2018 with 261,909
- Busiest year ever recorded (passenger numbers): 2018 with 80.1 million
- Percentage of international passengers: 94% (75.3 million)
- Percentage of domestic passengers: 6% (4.8 million)
- Percentage of business travellers: 33% (26.5 million)
- Percentage of leisure travellers: 67% (52.1 million)
- Percentage of transfer passengers: 30% (24 million)

Figura 2.16: Representación del perfil de pasajero en el aeropuerto de Londres.



Figura 2.17: Cuentas de ingresos totales y EBIT de AENA el año 2014.

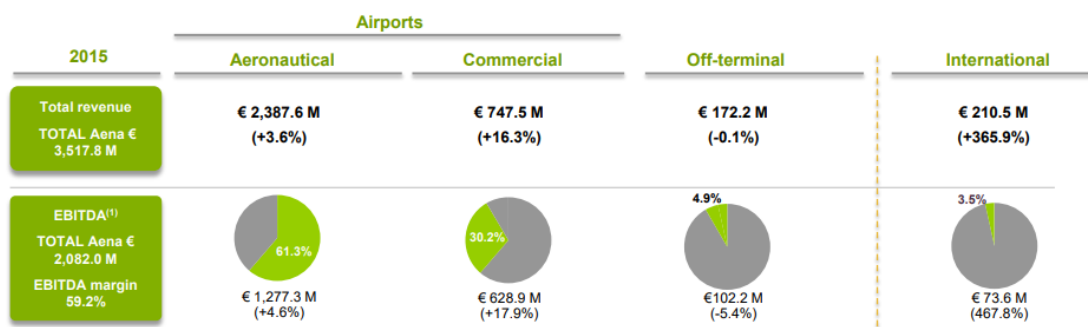


Figura 2.18: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2015.

€M	2015	2014	Variation	
			€m	%
Ordinary revenue	3,450.7	3,076.0	374.7	12.2%
Airports: Aeronautical	2,333.0	2,241.5	91.4	4.1%
Airports: Commercial	739.9	629.4	110.5	17.6%
Off-terminal services	168.0	160.5	7.4	4.6%
International	211.8	46.0	165.7	360.1%
Adjustments ⁽¹⁾	-1.9	-1.5	0.4	30.6%
Other operating income	67.1	88.9	-21.9	-24.6%
Total revenue	3,517.8	3,165.0	352.8	11.1%
Supplies	-181.0	-180.4	0.5	0.3%
Personnel expenses	-363.9	-348.5	15.4	4.4%
Other operating expenses	-872.2	-761.0	111.2	14.6%
Impairment and profit/(loss) on fixed asset disposals	-7.8	-9.9	-2.1	-21.0%
Other results	5.5	1.5	4.0	261.0%
Fixed asset amortisation	-846.2	-814.8	31.4	3.8%
Total operating expenses	-2,265.6	-2,113.2	152.4	7.2%
Reported EBITDA	2,098.4	1,866.7	231.7	12.4%
<i>% of Margin (over Total Revenue)</i>	<i>60%</i>	<i>59%</i>	-	-
EBIT	1,252.2	1,051.8	200.3	19.0%
<i>% of Margin (over Total Revenue)</i>	<i>36%</i>	<i>33%</i>	-	-
Net financial expenses	-215.7	-200.0	15.7	7.8%
Interest expenses on expropriations	-9.9	-191.1	-181.2	-94.8%
Shareholding in profits of associates	14.0	11.7	2.3	19.6%
Profit/loss before tax	1,040.6	672.4	368.1	54.7%
Corporate Income Tax	-209.8	-196.7	13.1	6.7%
Consolidated profit/loss for the year	830.8	475.7	355.1	74.8%
Profit/loss for the year attributable to minority interests	-2.8	-2.9	0.1	5.1%
Profit/loss for the year attributable to the parent company shareholders	833.5	478.6	354.9	74.2%

Figura 2.19: Cuentas AENA el año 2015

2015

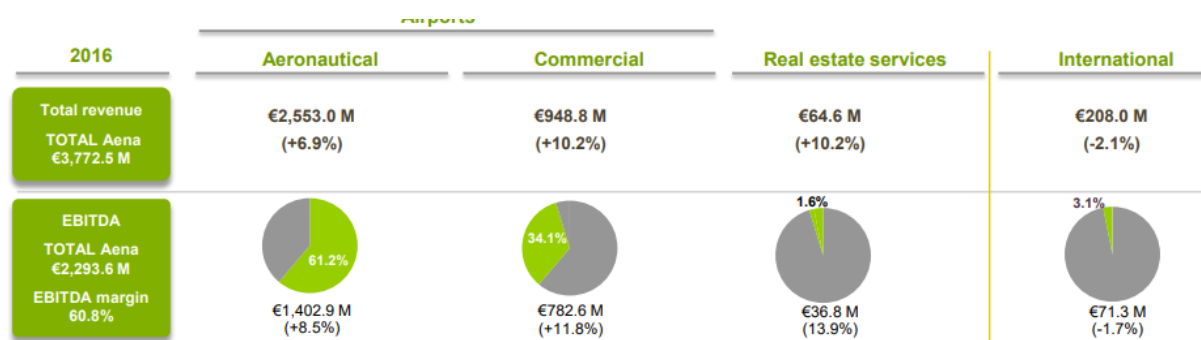


Figura 2.20: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2016

€M	2016	2015	Variation	
			€M	%
Ordinary revenue	3,709.6	3,450.7	258.9	7.5%
Airports: Aeronautics	2,502.1	2,333.0	169.1	7.2%
Airports: Commercial	939.8	850.7	89.1	10.5%
Real estate services	62.2	57.2	5.0	8.7%
International	207.7	211.8	-4.0	-1.9%
Adjustments ⁽¹⁾	-2.2	-1.9	0.3	16.2%
Other operating revenue	62.9	67.1	-4.2	-6.2%
Total revenue	3,772.5	3,517.8	254.7	7.2%
Supplies	-180.4	-181.0	-0.6	-0.3%
Personnel expenses	-390.7	-363.9	26.8	7.4%
Other operating expenses	-901.8	-872.2	29.6	3.4%
Impairment and profit/(loss) on fixed assets disposals	-6.4	-7.8	-1.4	-17.9%
Other results	0.4	5.5	-5.1	-92.7%
Fixed asset depreciation	-825.8	-846.2	-20.4	-2.4%
Total operating expenses	-2,304.7	-2,265.6	39.1	1.7%
Reported EBITDA	2,293.6	2,098.4	195.2	9.3%
<i>% Margin (of Total Revenue)</i>	<i>60.8%</i>	<i>59.7%</i>	-	-
EBIT	1,467.8	1,252.2	215.6	17.2%
<i>% Margin (of Total Revenue)</i>	<i>38.9%</i>	<i>35.6%</i>	-	-
Financial expenses and Other financial results	-169.2	-215.7	-46.5	-21.5%
Interest expenses/income on expropriations	201.4	-9.9	-211.3	-2,143.4%
Share in profits obtained by associates	16.1	14.0	2.1	15.2%
Profit/loss before tax	1,516.1	1,040.6	475.5	45.7%
Income tax	-351.7	-209.8	141.9	67.7%
Consolidated profit/loss for period	1,164.4	830.8	333.6	40.2%
Profit/loss for period attributable to minority interests	0.2	-2.8	3.0	108.5%
Profit/loss for year attributable to the shareholders of the Parent Company	1,164.1	833.5	330.6	39.7%

Figura 2.21: Cuentas AENA el año 2016.

2016

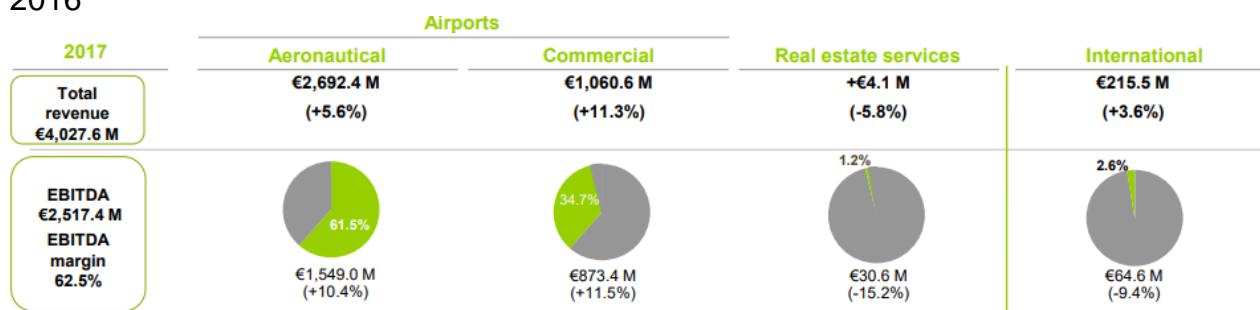


Figura 2.22: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2017.

€M	2017	2016	Variation	
			€M	%
Ordinary revenue	3,960.6	3,709.6	251.0	6.8%
Airports: Aeronautical	2,638.5	2,498.0	140.5	5.6%
Airports: Commercial	1,049.3	943.6	105.6	11.2%
Real estate services	59.7	62.4	-2.7	-4.4%
International	215.3	207.7	7.6	3.7%
Adjustments ⁽¹⁾	-2.2	-2.2	0.0	-0.9%
Other operating revenue	67.0	62.9	4.1	6.5%
Total revenue	4,027.6	3,772.5	255.1	6.8%
Supplies	-174.2	-180.4	-6.2	-3.4%
Staff costs	-417.2	-390.7	26.4	6.8%
Other operating expenses	-910.9	-901.8	9.1	1.0%
Impairment and profit/loss on disposal of fixed assets	-10.9	-6.4	4.5	70.5%
Other results	3.0	0.4	2.6	644.1%
Depreciation and amortisation	-800.0	-825.8	-25.8	-3.1%
Total operating expenses	-2,310.2	-2,304.7	5.5	0.2%
Reported EBITDA	2,517.4	2,293.6	223.8	9.8%
% of margin (of Total revenue)	62.5%	60.8%	-	-
EBIT	1,717.4	1,467.8	249.6	17.0%
% of margin (of Total revenue)	42.6%	38.9%	-	-
Finance expenses and Other financial results	-144.2	-169.2	-25.0	-14.8%
Interest expenses on expropriations	4.6	201.4	-196.8	-97.7%
Share in profits obtained by associates	18.9	16.1	2.8	17.4%
Profit/loss before tax	1,596.7	1,516.1	80.6	5.3%
Corporate Income tax	-374.7	-351.7	23.0	6.5%
Consolidated profit (/loss) for period	1,222.0	1,164.4	57.6	4.9%
Profit/loss for the period attributable to minority interests	-10.0	0.2	10.3	4,334.6%
Profit/loss for the period attributable to the shareholders of the parent company	1,232.0	1,164.1	67.9	5.8%

(1) Inter-segment adjustments.

Figura 2.23: Cuentas AENA el año 2017.

2017

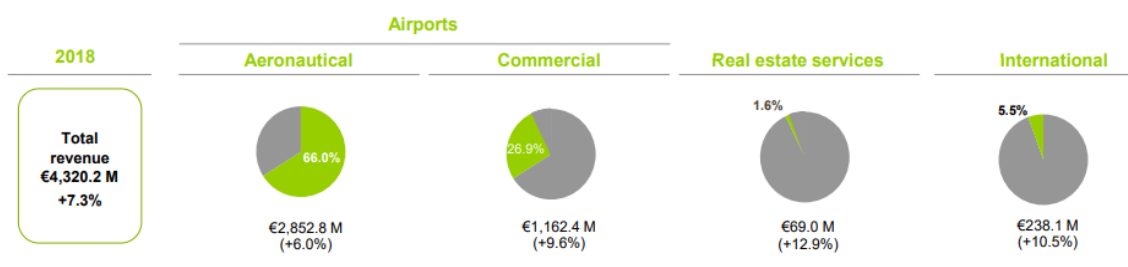


Figura 2.24: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2018.

€M	2018	2017	Variation	
			€M	%
Ordinary revenue	4,201.4	€3,960.6	240.8	6.1%
Airports: Aeronautical	2,754.2	2,638.5	115.7	4.4%
Airports: Commercial	1,144.2	1,049.3	94.9	9.0%
Real Estate Services	67.2	59.7	7.5	12.6%
International	237.9	215.3	22.5	10.5%
Adjustments ⁽¹⁾	-2.1	-2.2	0.1	-6.4%
Other operating revenue	118.8	67.0	51.8	77.3%
Total Revenue	4,320.2	4,027.6	292.7	7.3%
Supplies	-172.9	-174.2	-1.2	-0.7%
Staff costs	-423.7	-417.2	6.6	1.6%
Other operating expenses	-1,008.3	-910.9	97.4	10.7%
Losses, impairments and change in trading provisions	1.8	0	1.8	-
Impairment and net gain or loss on disposals of fixed assets	-62.4	-10.9	51.4	471.3%
Other results	1.8	3.0	-1.1	-38.4%
Depreciation and amortization	-806.4	-800.0	6.3	0.8%
Total operating expenses	-2,470.0	-2,310.2	159.8	6.9%
Reported EBITDA	2,656.6	2,517.4	139.2	5.5%
% Margin (on Total Revenue)	61.5%	62.5%	-	-
EBIT	1,850.2	1,717.4	132.8	7.7%
% Margin (on Total Revenue)	42.8%	42.6%	-	-
Finance expenses and Other financial results	-132.7	-144.2	-11.5	-8.0%
Interest expense on expropriations	-0.3	4.6	4.9	106.8%
Share in profit from affiliates	20.2	18.9	1.2	6.5%
Profit/ (loss) before tax	1,737.4	1,596.7	140.6	8.8%
Corporate Income tax	-409.6	-374.7	34.9	9.3%
Consolidated profit/(loss) for the period	1,327.8	1,222.0	105.8	8.7%
Profit / (loss) for the period attributable to minority interest	-0.1	-10.0	9.9	98.7%
Profit/loss for the period attributable to shareholders of the parent company	1,327.9	1,232.0	95.9	7.8%

Figura 2.25: Cuentas AENA el año 2018.

2018

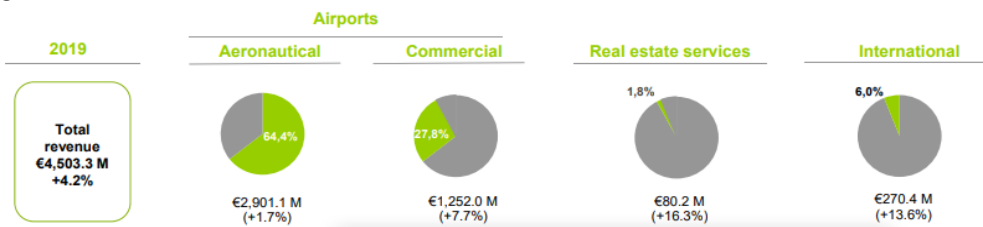


Figura 2.26: Cuentas de ingresos totales de AENA el año 2019.

III. Income statement

€M	2019	2018	Variation	
			M€	%
Ordinary revenue	4,436.6	4,201.4	242.2	5.8%
Airports: Aeronautical	2,843.9	2,754.2	89.7	3.3%
Airports: Commercial	1,236.9	1,144.2	92.8	8.1%
Real Estate Services	78.7	67.2	11.4	17.0%
Región de Murcia International Airport	15.2	0.0	15.2	N/A
International	270.2	237.9	32.4	13.6%
Adjustments ⁽¹⁾	-1.4	-2.1	0.7	-32.1%
Other operating revenue	59.7	118.8	-59.2	-49.8%
Total revenue	4,503.3	4,320.2	183.0	4.2%
Supplies	-170.5	-172.9	-2.4	-1.4%
Staff costs	-456.2	-423.7	32.4	7.7%
Other operating expenses	-1,075.3	-1,008.3	67.0	6.6%
Losses, impairment and change in trading provisions	-13.8	1.8	15.6	-861.7%
Net gain or loss on disposals of fixed assets	-9.4	-16.1	-6.7	-41.7%
Impairment of fixed assets	0.0	-46.2	-46.2	-100.0%
Other results	-11.8	1.8	-13.6	-743.2%
Depreciation and amortisation	-789.0	-806.4	-17.4	-2.2%
Total operating expenses	-2,526.0	-2,470.0	55.9	2.3%
Reported EBITDA	2,766.2	2,656.6	109.7	4.1%
% Margin (on Total Revenue)	61.4%	61.5%	-	-
EBIT	1,977.3	1,850.2	127.1	6.9%
% Margin (on Total Revenue)	43.9%	42.8%	-	-
Finance income	4.6	3.0	1.6	53.1%
Finance costs	-124.85	-135.2	-10.5	-7.7%
Other net finance income/(costs)	3.3	-0.7	4.1	550.3%
Share in profit of equity-accounted associates	22.4	20.2	2.3	11.4%
Profit before tax	1,882.8	1,737.4	145.5	8.4%
Corporate Income tax	-437.2	-409.6	27.6	6.7%
Consolidated profit (loss) for the period	1,445.7	1,327.8	117.9	8.9%
Profit/(loss) for the period attributable to minority interest	3.7	-0.1	3.8	2,888.5%
Profit for the period attributable to shareholders of the parent Company	1,442.0	1,327.9	114.1	8.6%

13 (1) Adjustments among segments.

Figura 2.27: Cuentas AENA el año 2019.

COMBUSTIBLE	CILINDRADA	EMISSIONS EN FUNCIÓ DE LA VELOCITAT (gCO ₂ /km)		
		URBANA (21 km/h)	MITJA (69 km/h)	ALTA (102 km/h)
Gasolina	Mini < 0,8 l (Euro 4 i posteriors)	153,52	105,54	125,53
	Petit 0,8 - 1,4 l	188,82	121,26	133,44
	Mitjà 1,4 - 2,0 l	227,53	142,02	150,02
	Gran-SUV-Executiu > 2,0 l	307,46	177,07	186,82
Dièsel	Mini < 0,8 l (Euro 4 i posteriors)	118,18	97,24	112,36
	Petit 0,8 - 1,4 l	203,29	129,55	145,68
	Mitjà 1,4 - 2,0 l	203,29	129,55	145,68
	Gran-SUV-Executiu > 2,0 l	255,84	165,33	188,00
Híbrid	Qualsevol	94,45	90,91	111,26
GLP	Qualsevol	173,35	132,22	162,95
GNC (100%CH ₄)	1,4 - 2,0 l	196,36	130,49	137,56

Figura 2.28: Factor de emisión para turismos.

MODE	FACTOR D'EMISSIÓ (g de CO ₂ /passatger *km)
RENFE AVE	31,28
RENFE AVANT	37,25
RENFE LLARGA DISTÀNCIA	32,77
RENFE MITJANA DISTÀNCIA (REGIONALS)	34,66
RENFE RODALIES	46,88
FGC	35,77
TRAMVIA	80,12
METRO	50,13

Figura 2.29: Factor de emisión ferroviario.

VEHICLE	CLASSIFICACIÓ	EMISSIIONS EN FUNCIÓ DE LA VELOCITAT (gCO ₂ /km)		
		URBANA (12 km/h)	MITJA (59 km/h) Resta de vies	ALTA (87 km/h) Autopistes i autovies
Autocar dièsel	Estàndard <= 18 t	1792,57	661,32	566,28
	3 eixos > 18 t	2088,99	754,85	642,11

Figura 1.30: Factor de emisión para autobuses.

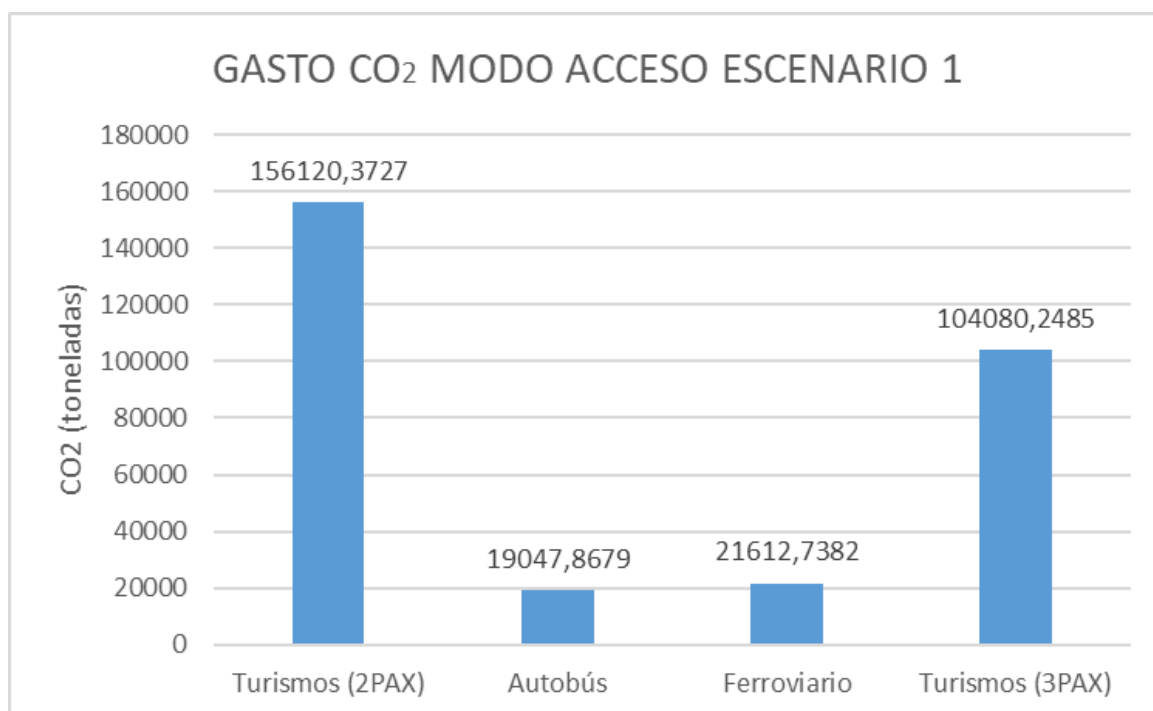


Figura 3.1: Representación del gasto de CO₂ según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 1.

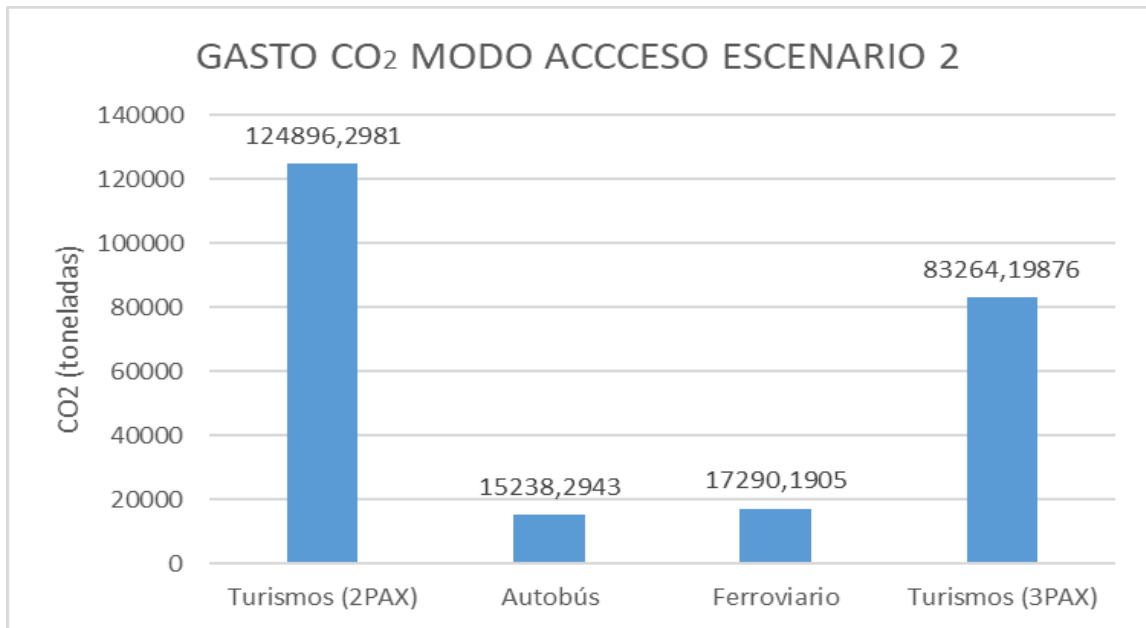


Figura 4.1: Representación del gasto de CO₂ según modo de acceso al aeropuerto en el escenario 2.

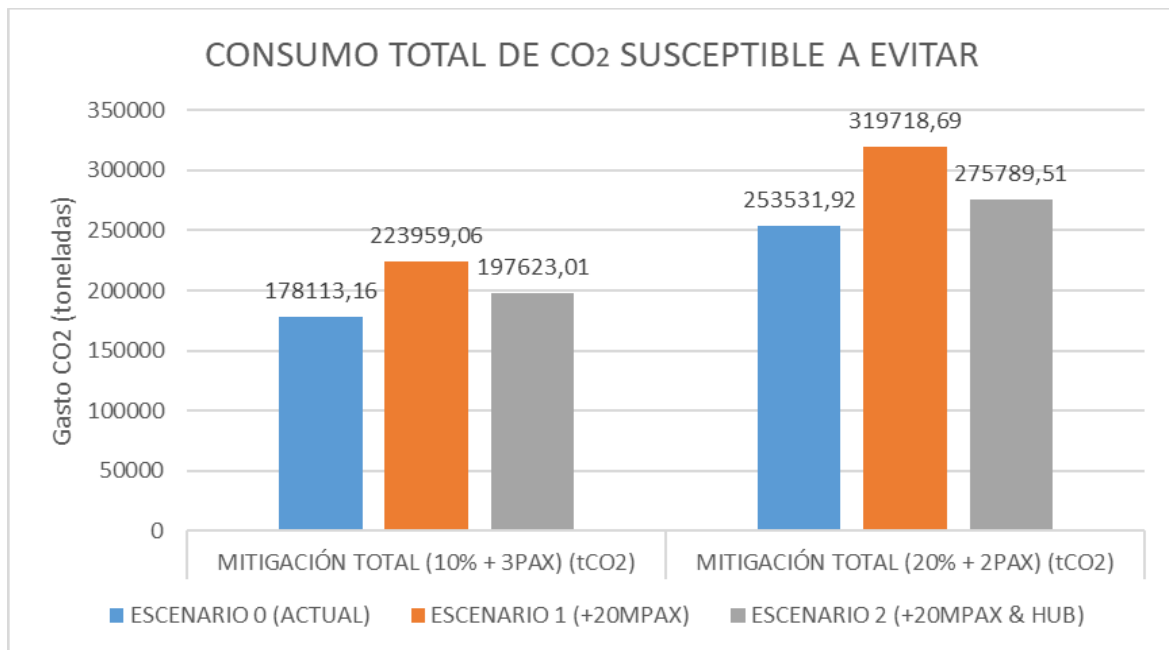


Figura 2.1: Comparación del CO₂ posible a evitar en todos los escenarios.

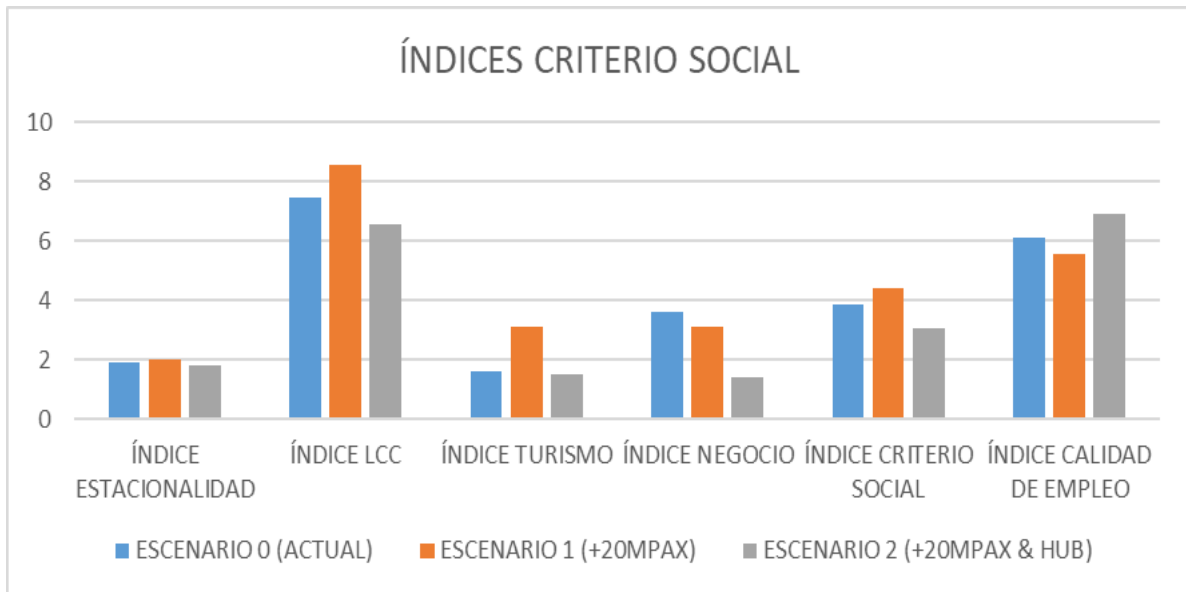


Figura 5.2: Representación de los índices del criterio social en todos los escenarios

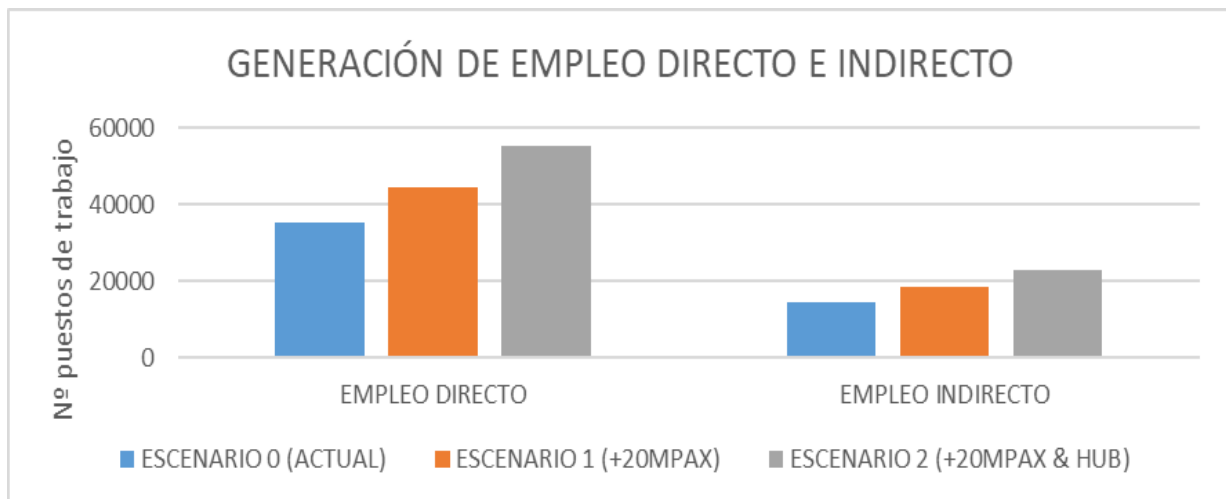


Figura 5.3: Representación de los empleos directos e indirecto en todos los escenarios.

ANEXO II: TABLAS

Tabla 2.2. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 0.

Modo acceso		Porcentaje(%)		PAX Modo acceso		PAX Tipo modo acceso
Vehículo privado	Turismos	24,90%	57,70%	13119425,3	14858144,31	30401238,5
Coche de alquiler		3,30%		1738719,0		
Taxi		29,50%		15543094,2		
Autobús público	Autobús	15,70%	21,30%	8272087,4		11222640,9
Autobús cortesía		5,60%		2950553,5		
Metro/Rodalies	Ferroviario	20,90%	20,90%	11011887,1		11011887,1
Otros	Otros	0,10%	0,10%	52688,5		52688,5

Tabla 3.2. Número de pasajeros mensuales en los tres aeropuertos evaluados escenario 0.

MES/AEROPUERTO	PALMA DE MALLORCA (PMI) PAX	BARCELONA-EL PRAT (BCN) PAX	LONDRES-HEATHROW (LHR) PAX
ENERO '19	839130	3274938	5927543
FEBRERO '19	896042	3267695	5482288
MARZO '19	1301515	3967540	6527489
ABRIL '19	2514286	4522810	6798212
MAYO '19	3181577	4681994	6768903
JUNIO '19	3853877	5106242	7246563
JULIO '19	4207218	5361321	7754139
AGOSTO '19	4281185	5410994	7680327
SEPTIEMBRE '19	3767033	5106950	6777115
OCTUBRE '19	2924054	4645979	6994212
NOVIEMBRE '19	1002869	3674584	6233801
DICIEMBRE '19	952356	3667408	6696079
TOTAL	29721142	52688455	80886671

Tabla 2.3. Compañías con más rutas en el aeropuerto de Mallorca Mayo 2022.

COMPAÑÍA AÉREA	Nº RUTAS	CLASIFICACIÓN
Ryanair	82	LCC
TUI fly Germany	37	LCC & CHARTER
EasyJet	29	LCC
Vueling	28	LCC
Eurowings	25	LCC

Tabla 2.4. Número de pasajeros y crecimiento anual en el aeropuerto de Barcelona.

AÑO	PASAJEROS BCN (MPAX)	CRECIMIENTO ANUAL PAX BCN (%)
2014	37,558981	-
2015	39,711237	5,419765695
2016	44,154722	10,06344237
2017	47,284346	6,618731705
2018	50,172689	5,756803268
2019	52,688455	4,774795541

Tabla 2.5. Número de operaciones y crecimiento anual en el aeropuerto de Barcelona.

AÑO	OPS BCN (MOPS)	CRECIMIENTO ANUAL OPS BCN (%)
2014	0,283851	-
2015	0,288879	1,740521118
2016	0,307863	6,166379201
2017	0,323535	4,843989058
2018	0,335652	3,609988917
2019	0,344563	2,586174372

Tabla 2.6. PIB de Cataluña y crecimiento anual.

AÑO	PIB CATALUÑA (M€)	CRECIMIENTO ANUAL PIB BCN (%)
2014	204,896	-
2015	213,746	4,140428359
2016	222,514	3,94042622
2017	232,187	4,166038581
2018	242,434	4,226717375
2019	251,417*	3,572948528*

*(2019) dadas provisionales

Tabla 2.7. Número de pasajeros y operaciones de AENA.

AÑO	PASAJEROS AENA (MPAX)	OPERACIONES AENA (MOPS)
2014	195,861278	1,832911
2015	207,414141	1,902694
2016	230,229523	2,045034
2017	249,223044	2,174263
2018	263,753406	2,300189
2019	275,237801	2,360957

Tabla 2.8. Porcentaje de pasajeros y operaciones de Barcelona respecto AENA.

AÑO	PORCENTAJE BCN PAX VS AENA PAX (%)	PORCENTAJE BCN OPS VS AENA OPS (%)
2014	19,17631774	15,48634931
2015	19,14586769	15,18263052
2016	19,17856643	15,05417514
2017	18,97270222	14,88021458
2018	19,02257482	14,59236611
2019	19,14288474	14,59420904

Tabla 2.9. Ingresos totales y EBIT de AENA.

AÑO	INGRESOS TOTALES AENA (M€)	EBIT AENA (M€)
2014	3165,00	1051,8
2015	3517,80	1252,2
2016	3772,50	1467,8
2017	4027,60	1717,4
2018	4320,60	1850,2
2019	4503,30	1977,3

Tabla 2.10. Pasajeros y operaciones totales AENA sin Luton.

AÑO	PASAJEROS AENA (MPAX) SIN LUTON	OPERACIONES AENA (MOPS) SIN LUTON
2014	185,361146	1,728983
2015	195,134965	1,786282
2016	215,677749	1,913498
2017	233,423825	2,038725
2018	247,171556	2,163429
2019	257,237832	2,219476

Tabla 2.11. Ingresos totales y EBIT de AENA sin Luton.

AÑO	INGRESOS TOTALES AENA (M€) SIN LUTON	EBIT AENA (M€) SIN LUTON
2014	3118,00	1044,509075
2015	3316,30	1208,279909
2016	3564,50	1422,171233
2017	3812,10	1673,329117
2018	4082,50	1684,374275
2019	4232,90	1784,016102

Tabla 2.12. Extrapolación cuentas aeropuerto Barcelona en función de las operaciones.

AÑO	EXTRAPOLACIÓN INGRESOS TOTALES BCN A PARTIR DE % OPS(M€)	EXTRAPOLACIÓN EBIT BCN A PARTIR DE % OPS (M€)
2014	511,8890226	171,4793873
2015	536,3147743	195,4040245
2016	573,4929765	228,8133577
2017	604,9603421	265,5485835
2018	633,3923092	261,3275473
2019	657,1374156	276,9599401

Tabla 2.13. Extrapolación cuentas aeropuerto Barcelona en función de los pasajeros.

AÑO	EXTRAPOLACIÓN INGRESOS TOTALES BCN A PARTIR DE % PAX(M€)	EXTRAPOLACIÓN EBIT BCN A PARTIR DE % PAX (M€)
2014	631,7877575	211,6446589
2015	674,8886611	245,8928353
2016	729,7438299	291,154631
2017	772,2118999	338,963998
2018	828,6956888	341,9066014
2019	866,9990702	365,4091288

Tabla 3.1. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 1.

ESCENARIO 1 (72688455 PAX)						
Modo acceso		Porcent. (%)		PAX Modo acceso		PAX Tipo modo acceso
Vehículo privado	Turismos	24,9%	57,7%	18099425,3	20498144,3	41941238,5
Coche de alquiler		3,3%		2398719,0		
Taxi		29,5%		21443094,2		
Autobús público	Autobús	15,7%	21,3%	11412087,4		15482640,9
Autobús cortesía		5,6%		4070553,5		
Metro/Rodalies	Ferrovionario	20,9%	20,9%	15191887,1		15191887,1
Otros	Otros	0,1%	0,1%	79957,3		79957,3

Tabla 3.2. Número de pasajeros mensuales en los tres aeropuertos evaluados en el escenario 1.

	PALMA DE MALLORCA (PMI) PAX	BARCELONA-EL PRAT (BCN) PAX (+20MPAX)	LONDRES-HEATHROW (LHR) PAX
ENERO '19	839130	4518071	5927543
FEBRERO '19	896042	4508079	5482288
MARZO '19	1301515	5473578	6527489
ABRIL '19	2514286	6239623	6798212
MAYO '19	3181577	6459231	6768903
JUNIO '19	3853877	7044519	7246563
JULIO '19	4207218	7396424	7754139
AGOSTO '19	4281185	7464952	7680327
SEPTIEMBRE '19	3767033	7045496	6777115
OCTUBRE '19	2924054	6409545	6994212
NOVIEMBRE '19	1002869	5069419	6233801
DICIEMBRE '19	952356	5059519	6696079
TOTAL	29721142	72688455	80886671

Tabla 4.1. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 2.

ESCENARIO 2 (58150764 PAX)						
Modo acceso		Porcentaje(%)		PAX Modo acceso		PAX Tipo modo acceso
Vehículo privado	Turismos	24,9%	57,7%	14479540,2	16398515,4	33552990,8
Coche de alquiler		3,3%		1918975,2		
Taxi		29,5%		17154475,4		
Autobús público	Autobús	15,7%	21,3%	9129669,9		12386112,7
Autobús cortesía		5,6%		3256442,8		
Metro/Rodiales	Ferrovionario	20,9%	20,9%	12153509,7		12153509,7
Otros	Otros	0,1%	0,1%	63965,8		63965,8

Tabla 4.2. Porcentaje y número de pasajeros según modo de acceso escenario 2.

	PALMA DE MALLORCA (PMI) PAX	BARCELONA-EL PRAT (BCN) PAX	LONDRES-HEATHROW (LHR) PAX
ENERO '19	839130	4518071	5927543
FEBRERO '19	896042	4508079	5482288
MARZO '19	1301515	5473578	6527489
ABRIL '19	2514286	6239623	6798212
MAYO '19	3181577	6459231	6768903
JUNIO '19	3853877	7044519	7246563
JULIO '19	4207218	7396424	7754139
AGOSTO '19	4281185	7464952	7680327
SEPTIEMBRE '19	3767033	7045496	6777115
OCTUBRE '19	2924054	6409545	6994212
NOVIEMBRE '19	1002869	5069419	6233801
DICIEMBRE '19	952356	5059519	6696079
TOTAL	29721142	72688455	80886671

