



universidad
de león



Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

Trabajo de Fin de Máster

REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES POR
LIMITACIÓN DE VUELOS DE CORTO ALCANCE

POLLUTING EMISSIONS REDUCTION DUE TO SHORT
RANGE FLIGHTS LIMITATION

Autor: Cristina Alonso Ferreras
Tutor: Olegario Martínez Morán

(Febrero, 2022)

UNIVERSIDAD DE LEÓN
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y
Aeroespacial

MÁSTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA
Trabajo de Fin de Máster

ALUMNO: Cristina Alonso Ferreras

TUTOR: Olegario Martínez Morán

TÍTULO: Reducción de emisiones contaminantes por limitación de vuelos de corto alcance

TITLE: Polluting emissions reduction due to short range flights limitations

CONVOCATORIA: Febrero, 2022

RESUMEN:

En este trabajo se pretende conocer la eficacia, o falta de ella, de la medida planteada por el Gobierno de España acerca de la prohibición de las rutas aéreas de corto alcance en el año 2050, definidas como aquellas que tienen una conexión en tren a menos de dos horas y media. En primer lugar, se definirá el alcance de los aeropuertos objeto de estudio y se desarrollará la metodología seguida para la realización de un inventario de emisiones para los años 2018 y 2019. A continuación, se analizarán todas las conexiones entre aeropuertos y para todas ellas se determinará el tiempo de conexión ferroviaria actual, con ello se desarrollará un inventario de emisiones nuevo y se analizará la cantidad de emisiones mitigadas por la hipotética prohibición, de manera global y por aeropuertos. Para completar el análisis, se hará la suposición de una red ferroviaria mejorada en el año 2050, la cual produzca mejores conexiones en tren y mayores rutas aéreas restringidas, con estos datos se desarrollará un último inventario de emisiones y se comparará con los contaminantes actuales calculados. Por último, se estudiará la situación en Europa, en especial en Francia por haber aprobado ya una Ley similar.

ABSTRACT:

This paper aims to find out the effectiveness of the measure proposed by the Spanish Government regarding the prohibition of short-range air routes in 2050, defined as those that have a connection by train at least two and a half hours. In the first place, the scope of the airports under study will be defined and the methodology followed to carry out an emissions inventory for 2018 and 2019 years will be developed. Next, all the connections between airports will be analyzed and for all of them, current rail connection time will be determined, with this a new emissions inventory will be developed and the amount of emissions mitigated by the hypothetical ban will be analyzed, globally and by airports. To complete the analysis, the assumption of an improved railway network in 2050 will be made, which will produce better train connections and more restricted air routes, with these data a final emissions inventory will be developed and compared with the current calculated pollutants. Finally, the situation in Europe will be studied, especially in France for having already approved a similar Law.

Palabras clave: Emisiones contaminantes, 2050, calidad del aire, ciclos aterrizaje despegue, inventario.

Firma del alumno:	VºBº Tutor/es:
--------------------------	-----------------------

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción.....	10
1.1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.2 ESTADO DEL ARTE	12
1.3 OBJETIVO.....	14
Capítulo 2. Alcance.....	15
2.1 AÑOS	15
2.2 AEROPUERTOS PENINSULARES DE LA RED DE AENA	15
Capítulo 3. Metodología inventario de emisiones.	17
3.1 CICLO LTO	17
3.2 METODOLOGÍA PARA OBTENER EL INVENTARIO DE LAS EMISIONES.....	18
3.3 INVENTARIO DE EMISIONES ANALIZADAS	20
3.4 METODOLOGÍA DETALLADA.....	20
3.5 INVENTARIO DE EMISIONES. ENFOQUE SIMPLE.	21
3.6 FACTOR DE EMISIÓN POR CICLO LTO Y AERONAVE. FUENTE OACI DOC 9889	22
Capítulo 4. Cálculo de emisiones actuales.	32
4.1. ENFOQUE SIMPLE.....	32
4.2 VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	34
4.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID BARAJAS....	37
Capítulo 5. Cálculo de emisiones eliminando rutas con tren a menos de 2:30 horas	40
5.1. RUTAS ACTUALES DE LOS AEROPUERTOS.....	40
5.2 RUTAS EN TREN MENOS DE 2:30 HORAS	42
5.3 NUEVAS EMISIONES CONTAMINANTES	43
5.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	45
5.5 AEROPUERTOS CON MAYOR REPERCUSIÓN	48
Capítulo 6. Cálculo emisiones con rutas alternativas en 2050.....	56
6.1 RUTAS ALTERNATIVAS 2050.....	56
6.2 SUPOSICIONES NUEVAS RUTAS FERROVIARIAS, RUTAS MEJORADAS	56
6.3 RESULTADOS	58
6.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	60
6.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR AEROPUERTO.....	64
Capítulo 7. Situación en Europa	72
7.1 FRANCIA. LEY DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA.	73
Capítulo 8. Conclusiones	75
Capítulo 9. Referencias bibliográficas	77

Capítulo 10. Anexos.....	79
Anexo I. Ciclos LTO por aeropuerto, aeronave y año, con emisiones contaminantes asociadas.79	
A Coruña.....	79
Adolfo Suárez Madrid Barajas.....	80
Murcia. Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier.....	81
Albacete.....	81
Alicante-Elche.....	82
Almería.....	82
Asturias.....	83
Badajoz.....	83
Barcelona-El Prat.....	84
Bilbao.....	85
Burgos.....	86
Córdoba.....	86
FGL Granada-Jaén.....	87
Girona-Costa Brava.....	87
Huesca-Pirineos.....	88
Jerez de la Frontera.....	88
León.....	89
Logroño.....	90
Málaga-Costa del sol.....	90
Pamplona.....	91
Reus.....	92
Salamanca.....	93
San Sebastián.....	93
Santiago-Ro-Ca.....	94
Santander-Seve Ballesteros.....	95
Sevilla.....	95
Valencia.....	96
Valladolid.....	97
Vigo.....	98
Vitoria.....	99
Zaragoza.....	99
Anexo II. Duración rutas de trenes actuales entre ciudades.	101
A Coruña.....	101

Adolfo Suárez Madrid Barajas	101
Murcia. Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier	102
Albacete.....	102
Alicante-Elche.....	103
Almería	103
Asturias.....	104
Badajoz.....	104
Barcelona-El Prat.....	105
Bilbao.....	105
Burgos.....	106
Córdoba	106
FGL Granada-Jaén.....	107
Girona-Costa Brava	107
Huesca-Pirineos.....	108
Jerez de la Frontera	108
León	109
Logroño	109
Málaga-Costa del Sol	109
Pamplona	110
Reus	110
Salamanca	111
San Sebastián	111
Santiago-Ro.Ca	112
Santander-Seve Ballesteros.....	112
Sevilla	113
Valencia	113
Valladolid.....	114
Vigo.....	114
Vitoria.....	115
Zaragoza	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emisiones de un motor a reacción. (Fuente IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)).	11
Figura 2. Esquema de los procesos de emisiones contaminantes que afectan al cambio climático. (Fuente [5] Artículo The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018).	12
Figura 3. Ciclo de vuelo operacional. Fuente OACI DOC 9889.	17
Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología para el cálculo de emisiones. Elaboración propia.	19
Figura 5. Comparativa de emisiones de CO_2 (kt) 2018 y 2019, entre Informe de Inventario Nacional y estudio propio. Elaboración propia.	37
Figura 6. Comparativa CO_2 (kt) estudio propio vs Ayuntamiento de Madrid. Año 2019. Elaboración propia.	39
Figura 7. Comparativa CO (t) Estudio propio vs Ayuntamiento de Madrid. Año 2019. Elaboración propia.	39
Figura 8. Mapa peninsular con líneas de AVE y tren de alta velocidad. (Fuente: [15] Renfe Web)	40
Figura 9. Emisiones CO_2 año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	45
Figura 10. Emisiones HC año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	45
Figura 11. Emisiones NO_x año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	46
Figura 12. Emisiones CO año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	46
Figura 13. Emisiones SO_2 año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	46
Figura 14. Emisiones nvPMnumber año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	47
Figura 15. Emisiones tPMmass año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	47
Figura 16. Operaciones 2019 Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración propia.	49
Figura 17. Operaciones 2019 Aeropuerto Barcelona-El Prat. Elaboración propia.	51
Figura 18. Mapa peninsular con líneas de tren supuestas año 2050. (Fuente: Renfe Web y modificación propia).	58
Figura 19. Emisiones CO_2 año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas en 2050. Elaboración propia.	61
Figura 20. Emisiones HC año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	61
Figura 21. Emisiones NO_x año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	61
Figura 22. Emisiones CO año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	62
Figura 23. Emisiones SO_2 año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	62
Figura 24. Emisiones tPMmass año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	62
Figura 25. Emisiones nvPMnumber año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Base de datos de las emisiones de las diferentes aeronaves, banco de datos de la OACI. (Fuente: OACI [9] documento 9889)	22
Tabla 2. Aeronaves fuera de la base de datos de emisiones de la OACI documento 9889. Elaboración propia.	24
Tabla 3. Helicópteros eliminados del estudio de emisiones. Elaboración propia.....	25
Tabla 4. Características técnicas de aeronaves con información de emisiones en base de datos de OACI. Elaboración propia.	26
Tabla 5. Características de aeronaves fuera de la base de datos de emisiones de OACI y su Aeronave equivalente adecuada. Elaboración propia.	28
Tabla 6. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en los años 2018 y 2019. Elaboración propia.	32
Tabla 7. Emisiones contaminantes tráfico aéreo nacional, en kilotoneladas. (Fuente: Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero).....	35
Tabla 8. Ciclos LTO 2018 y 2019, inventario estado vs estudio propio. Elaboración propia.	35
Tabla 9. Consumos de combustible por ciclo de vuelo en unidades energéticas de poder calorífico inferior. Datos de Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Elaboración propia.	36
Tabla 10. Inventario de emisiones Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración Propia.	38
Tabla 11. Resultados SNAP 08 para "Otros modos de transporte y maquinarias móviles. Datos del Ayuntamiento de Madrid. Elaboración propia.	38
Tabla 12. Tiempo en tren de todos los destinos desde el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración propia.....	41
Tabla 13. Destinos a menos de 2,5 horas en tren desde los aeropuertos: Adolfo Suárez Madrid Barajas, Barcelona El Prat y Málaga. Elaboración propia.....	42
Tabla 14. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en los años 2018 y 2019 eliminando rutas cortas (en tren a menos de 2,5 horas). Elaboración propia.....	43
Tabla 15. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en el año 2050 (usando de base años 2018 y 2019 eliminando rutas cortas) Elaboración propia.	59

ACRÓNIMOS

OACI Organización de Aviación Civil Internacional

EASA *European Union Aviation Safety Agency*, Agencia Europea de Seguridad Aérea

ALA Asociación de Líneas Aéreas

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

CAEP *Committee on Aviation Environmental Protection*, Comité de Protección Ambiental de la Aviación

CAD Ciclos de aterrizaje y despegue

LTO *Landing and Taking Off*, Ciclos de aterrizaje y despegue

PM Partículas finas

tPM_{mass} Materia particulada total en masa, suma de las partículas volátiles y no volátiles

nvPM *Non-volatile solid particles*, Partículas sólidas no volátiles

nvPM_{number} Materia partícula total en número

CMNUCC Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

UNFCCC La Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

ECAC *European Civil Aviation Conference*, Conferencia Europea de Aviación Civil

ANCAT *Abatement of Nuisances Caused by Air Transport*, Reducción de las molestias causadas por el transporte aéreo

EUROCONTROL *The European Organisation for the safety of Air Navigation*, Organización europea para la seguridad en la navegación aérea

FEIS *Aviation Fuel Burn and Emissions Inventory System Procedure*, Procedimiento del sistema de inventario de emisiones y consumo de combustible de aviación

A4E Airlines for Europe, Aerolíneas por Europa

UAF Unión de Aeropuertos Franceses

REDAIR Red de Calidad del Aire del Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas

SNAP *Selected Nomenclature for Air Pollution*, Nomenclatura seleccionada para la contaminación del aire

Capítulo 1. Introducción

1.1 INTRODUCCIÓN

Dentro del programa planteado por el Gobierno de España [1] sobre “Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo, España 2050”, uno de los desafíos planteados es convertir España en “una sociedad neutra en carbono, sostenible y resiliente al cambio climático”.

En este trabajo nos centraremos en el objetivo de “transformar la movilidad, reduciendo a 2 millones de toneladas las emisiones del sector del transporte español para 2050” y, en concreto, en el objetivo de “Disminuir el impacto ambiental del transporte aéreo”, con una posible prohibición de aquellos vuelos que tengan una alternativa en tren con menos de dos horas y media entre origen y destino, unido a la mejora de la red ferroviaria actual, tanto para personas como para mercancías. Por lo tanto, aunque el trabajo se centrará en un estudio según la red ferroviaria actual, también se harán hipótesis de una posible red ferroviaria mejorada en el año 2050.

Los efectos que la aviación produce sobre el medio ambiente se pueden clasificar en efectos locales y en efectos globales. Dentro de los efectos locales encontramos, principalmente, el ruido que provocan las aeronaves en su operación en tierra y en despegue y aterrizaje; el deterioro de la calidad del aire en el entorno aeroportuario y el uso del suelo para las instalaciones, incluidas las necesarias para la navegación aérea, que modifican y cambian el hábitat donde se van a ubicar. Dentro de los efectos globales encontramos todos los procesos que contribuyen al calentamiento neto de la superficie, es decir, al cambio climático; y el uso de combustibles no renovables, queroseno de aviación.

Durante el trabajo nos centraremos en el análisis de la emisión de gases de efecto invernadero que provienen de la propia operación de una aeronave, en concreto, en el dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre y partículas finas; durante las fases de despegue y aterrizaje de las mismas, hasta una altitud de unos 1000 metros, es decir, no se tendrá en cuenta dentro de este trabajo las emisiones de la fase de crucero de la aeronave, siendo las emisiones a baja altura las principales causantes del empeoramiento de la calidad del aire, teniendo un efecto directo sobre el aire que respira el ser humano, sin embargo, sí se hará una estimación de la reducción de emisiones en la fase de crucero. En la Figura 1 se pueden ver las emisiones contaminantes principales de la combustión de un motor a reacción, en la parte de la izquierda podemos ver las emisiones tanto ideales como las que se producen de manera real en una combustión, y en la parte de la derecha se puede ver el tanto por ciento de cada contaminante en una combustión.

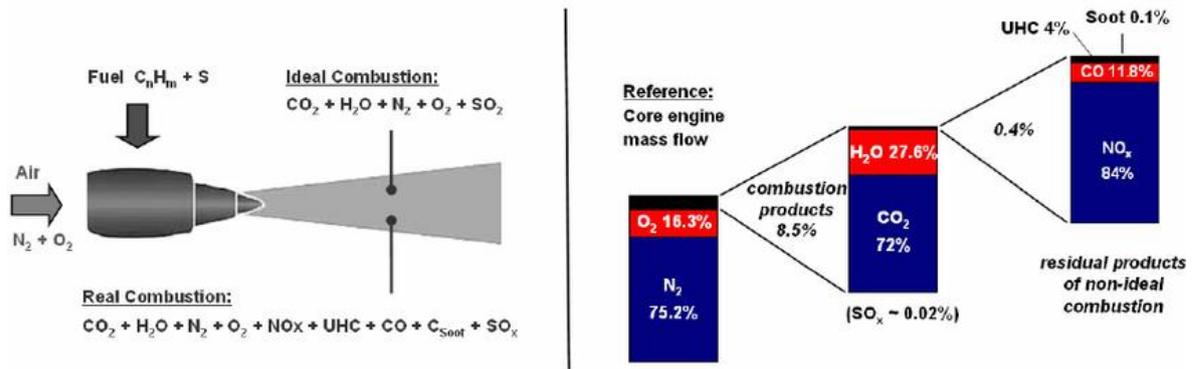


Figura 1. Emisiones de un motor a reacción. (Fuente IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)).

La Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, regula en su Anexo 16 [2] "Protección del medio ambiente" Volumen II las emisiones de los motores en aviación, indicando cuáles son los contaminantes principales y el efecto que producen en el medio ambiente, estableciendo unos límites de emisiones por contaminante para poder certificar el motor. Estos límites han ido evolucionando y en cada revisión se hacen más restrictivos.

A nivel europeo, la propia Unión Europea ha desarrollado diferentes Directivas y Reglamentos estableciendo límites con el objetivo de mejorar la calidad del aire, imprescindibles para el ser humano y el entorno, estos límites son sobre pasados por muchas grandes ciudades españolas, las cuales, además de tener un aire de peor calidad para la respiración de sus habitantes, se enfrentan a posibles sanciones por parte la Unión Europea.

Las medidas planteadas por el Gobierno de España sobre el transporte aéreo, no son medidas innovadoras, el Gobierno de Francia ya ha aprobado en su ley de lucha contra el cambio climático [3], Ley del Clima y la Resiliencia, estas mismas medidas, que fueron aprobadas a mediados del año 2021 y que entrarán en vigor a finales de marzo de este mismo año 2022, por las cuales se prohibirán los vuelos domésticos que tengan una alternativa en tren en menos de 2 horas y media, comprometiéndose a revisar y evaluar los resultados pasados los tres primeros años de su entrada en vigor. En un primer momento los vuelos afectados serán vuelos de pasajeros, comprometiéndose en la misma Ley a poder ampliarlo a ciertos vuelos de mercancías.

Del mismo modo, Austria ha concedido una ayuda a su aerolínea "Austrian Airlines" con el condicionante de dejar de operar vuelos los cuales tuvieran una alternativa ferroviaria de 3 horas o inferior, afectándose en especial la ruta entre Viena y Salzburgo.

1.2 ESTADO DEL ARTE

Desde los años sesenta la aviación ha experimentado un crecimiento muy significativo, convirtiéndose en una de las actividades económicas más importantes del mundo.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) [4] ha determinado que la principal contribución antropogénica al cambio climático, de todos los sectores económicos, proviene del aumento del dióxido de carbono (CO_2).

Debido a que en la actualidad las aeronaves utilizan combustibles fósiles en sus motores, es de vital importancia analizar el efecto que produce la operación de la aeronave en el cambio climático, no solo por la emisión del dióxido de carbono, hay que tener en cuenta el resto de emisiones contaminantes en un motor de aviación.

En la siguiente Figura 2 se muestra un esquema de los procesos por los cuales las operaciones de las aeronaves contribuyen al cambio climático.

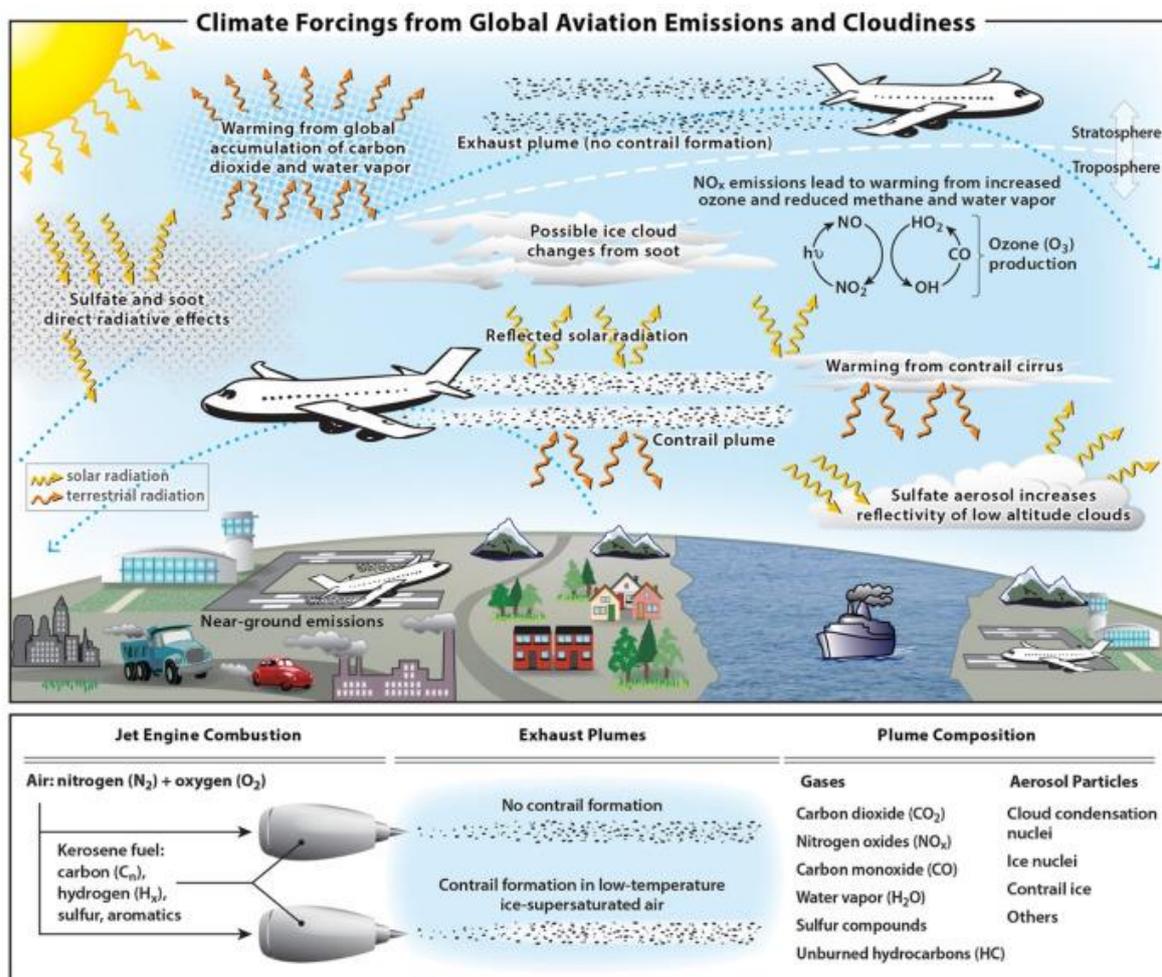


Figura 2. Esquema de los procesos de emisiones contaminantes que afectan al cambio climático. (Fuente [5] Artículo The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018).

La Agencia Europea de Seguridad Aérea [6] ha ratificado un estudio realizado por la Universidad de Manchester que establece que la aviación contribuye en casi un 6 % a la emisión total de gases de efecto invernadero globales. Además, se establece que los vuelos cortos (entendidos vuelos de menos de 500 km) son los mayores contribuyentes a las emisiones de efecto invernadero a nivel europeo. Con esta consideración parece inevitable plantearse, no solo a nivel nacional, sino también a nivel europeo, la restricción de estos vuelos, para los cuales exista otra alternativa.

Existen algunos estudios sobre esta posible prohibición de vuelos cortos en España, entre ellos, cabe destacar el Informe del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España [7], de julio de 2021, "Estudio de la efectividad medioambiental de medidas restrictivas a los vuelos domésticos en España", en este caso el informe analiza las rutas aéreas con una alternativa en tren a menos de 3 horas, centrándose en el puente aéreo entre Madrid y Barcelona, y en los efectos que tendría principalmente en los aeropuertos de Madrid Barajas, Barcelona El Prat y Málaga Costa del Sol. Por otro lado, el informe trata de las emisiones contaminantes que supone la construcción de las vías de tren, no sólo en emisiones de efecto invernadero, en especial el CO_2 , también en el propio territorio. Así como que el transporte aéreo también está concienciado con la importancia de estas emisiones, conduciéndose al uso de combustibles sostenibles de avión o el futuro de aviones eléctricos. Concluyendo este informe que esta posible prohibición solo supondría el 1,2 % de las emisiones contaminantes totales del país.

En España, la Asociación de Líneas Aéreas, ALA, también se ha mostrado reticente al plan del Gobierno para el año 2050 de prohibir las rutas aéreas que tengan una conexión ferroviaria a menos de 2,5 horas, indicando el importante impacto negativo que esta medida tendría sobre la economía nacional, sin embargo, según el plan de Gobierno las emisiones de contaminantes de efecto invernadero podrían reducirse en 2 millones de toneladas.

1.3 OBJETIVO

El objetivo fundamental de este trabajo es realizar los cálculos necesarios para conocer el impacto real que tendría sobre las emisiones contaminantes a la atmósfera de los diferentes aeropuertos españoles objeto de estudio, la posibilidad de prohibir los vuelos en los que exista una alternativa ferroviaria en menos de dos horas y media, analizando si la reducción de emisiones tendría un impacto real y eficiente.

En primer lugar, se desarrollará la metodología para establecer un inventario de emisiones de los diferentes aeropuertos ligadas a la operación de la aeronave, en sus rutas nacionales comerciales, para los años 2018 y 2019. A continuación, se desarrollarán los cálculos considerando la hipotética prohibición y se compararán con los resultados actuales.

Para completar el informe se harán hipótesis sobre una red ferroviaria mejorada, estableciendo suposiciones de posibles rutas que en la actualidad no son objeto de prohibición, pero que en 2050 sí pueden serlo. Se comparará el inventario de emisiones actuales con el escenario hipotético en 2050.

Capítulo 2. Alcance

Para establecer el inventario de emisiones actual y el de las suposiciones planteadas, en este trabajo se han analizado los años y aeropuertos que se explican a continuación.

2.1 AÑOS

En este trabajo se analizarán dos años de operaciones, considerando que con uno o dos años de análisis se cumple con el objetivo, pues se trata únicamente de comparar unos rangos de valores de emisiones actuales con unos rangos de valores hipotéticos futuros debido a la posible prohibición.

Por lo tanto, los años estudiados han sido 2018 y 2019; siendo los datos actuales más realistas, puesto que el año 2020 no es significativo en cuanto a número de operaciones debido a la crisis por la Pandemia COVID-19.

2.2 AEROPUERTOS PENINSULARES DE LA RED DE AENA

Los 46 Aeropuertos que gestiona AENA en España y de los cuáles se dispone de información de operaciones son los siguientes: A Coruña, Adolfo Suárez Madrid-Barjas, Albacete, Alicante-Elche Miguel Hernández, Almería, Asturias, Badajoz, Barcelona-El Prat J.T, Bilbao, Burgos, Córdoba, El Hierro, FGL Granada-Jaén, Fuerteventura, Girona-Costa Brava, Gran Canaria, Huesca-Pirineos, Ibiza, Jerez de la frontera, La Gomera, La Palma, Lanzarote César Manrique, León, Logroño, Madrid-Cuatro Vientos, Málaga-Costa del Sol, Melilla, Menorca, Murcia San Javier, Palma de Mallorca, Pamplona, Reus, Sabadell, Salamanca, San Sebastián, Santiago-Rosalía de Castro, Seve Ballesteros-Santander, Sevilla, Son Bonet (Mallorca), Tenerife Norte-C. La Laguna, Tenerife Sur, Valencia, Valladolid, Vigo, Vitoria y Zaragoza.

Sólo estarán dentro del alcance de este análisis los aeropuertos peninsulares que realicen vuelos comerciales, por lo tanto, en nuestro análisis se eliminarán:

- Aeropuertos insulares: El Hierro, Fuerteventura, Gran Canaria, Ibiza, La Gomera, La Palma, Lanzarote César Manrique, Menorca, Palma de Mallorca, Son Bonet, Tenerife Norte C. La Laguna, Tenerife Sur.
- Aeropuerto de Melilla por estar fuera de la península.
- Aeropuertos dedicados a la aviación general, ejecutiva ligera o como escuelas de vuelo: Madrid-Cuatro Vientos y Sabadell.

Por lo tanto, los Aeropuertos estudiados son:

1. A Coruña

2. Adolfo Suárez Madrid-Barjas
3. Intl. Región Murcia (sólo año 2019)
4. Albacete
5. Alicante-Elche Miguel Hernández
6. Almería
7. Asturias
8. Badajoz
9. Barcelona-El Prat J.T
10. Bilbao
11. Burgos
12. Córdoba
13. FGL Granada-Jaén
14. Girona-Costa Brava
15. Huesca-Pirineos
16. Jerez de la frontera
17. León
18. Logroño
19. Málaga-Costa del Sol
20. Murcia San Javier
21. Pamplona
22. Reus
23. Salamanca
24. San Sebastián
25. Santiago-Rosalía de Castro
26. Seve Ballesteros-Santander
27. Sevilla
28. Valencia
29. Valladolid
30. Vigo
31. Vitoria
32. Zaragoza

Capítulo 3. Metodología inventario de emisiones.

3.1 CICLO LTO

El análisis de las emisiones de los diferentes aeropuertos objeto de estudio de este proyecto, se hará a través de las operaciones de distintos modelos de aeronaves que operan en dichos aeropuertos, no se hará distinción entre despegues y aterrizajes, analizándolos de manera conjunta a través de los ciclos LTO (*Landing Take-Off*), ciclo de aterrizaje y despegue. Se tendrá en cuenta la definición de ciclo LTO que define la OACI en su Anexo 16 [2], Volumen II sobre Emisiones de los motores de las Aeronaves. Incluyéndose las fases que se pueden ver en la siguiente imagen: aproximación, aterrizaje, rodaje, ascenso y despegue.

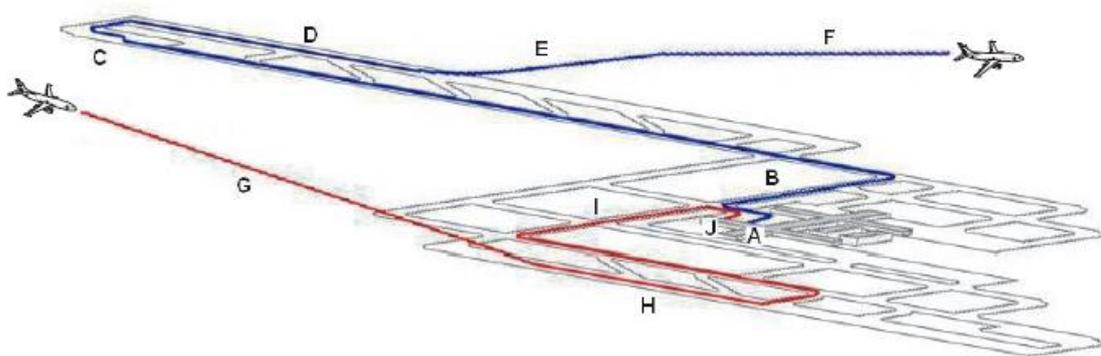


Figura 3. Ciclo de vuelo operacional. Fuente OACI DOC 9889.

Siendo:

- A: Arranque de motores
- B: Rodaje
- C: Espera
- D: Despegue y ascenso
- E: Ascenso hasta reducción de empuje
- F: Aceleración y ascenso en ruta
- G: Aproximación final
- H: Centrado con la pista y aterrizaje
- I: Rodaje

J: Apagado de motores

3.2 METODOLOGÍA PARA OBTENER EL INVENTARIO DE LAS EMISIONES

De manera resumida la metodología seguida para obtener el inventario de emisiones contaminantes de cada uno de los aeropuertos que se ha indicado anteriormente es:

1. Obtener y tabular los datos de despegues y aterrizajes de los aeropuertos mencionados. Los datos son obtenidos de la página de estadísticas de AENA [8] <https://wwwssl.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>
2. Comparar las aeronaves que operan en los aeropuertos objetos de estudio con las aeronaves que publica la OACI [9] en el Documento 9889 actualiza en 2020.
3. Las aeronaves que no se encuentren en la tabla de base de datos de la OACI se comprobará si hay alguna de ellas con el mismo código IATA.
4. En el caso de que las aeronaves no se puedan comparar mediante el código IATA, se buscará una aeronave equivalente adecuada, comparando: peso máximo al despegue, número de motores, tipo de motor, potencia o empuje de cada motor, longitud de la aeronave y autonomía.
5. Una vez que se haya definido una aeronave equivalente, se estimará que las emisiones de la aeronave original serán igual que las de la aeronave equivalente.
6. Se tabularán las emisiones de cada aeropuerto según el tipo de aeronave que opere y multiplicando por el número total de operaciones, ciclos LTO.
7. Se hará el sumatorio de las emisiones de cada contaminante separando el año 2018 del año 2019. Obteniéndose así datos de contaminantes totales de cada aeropuerto por año.
8. Se hará la suma de las emisiones totales de todos los aeropuertos, para obtener resultados totales por año y contaminante.

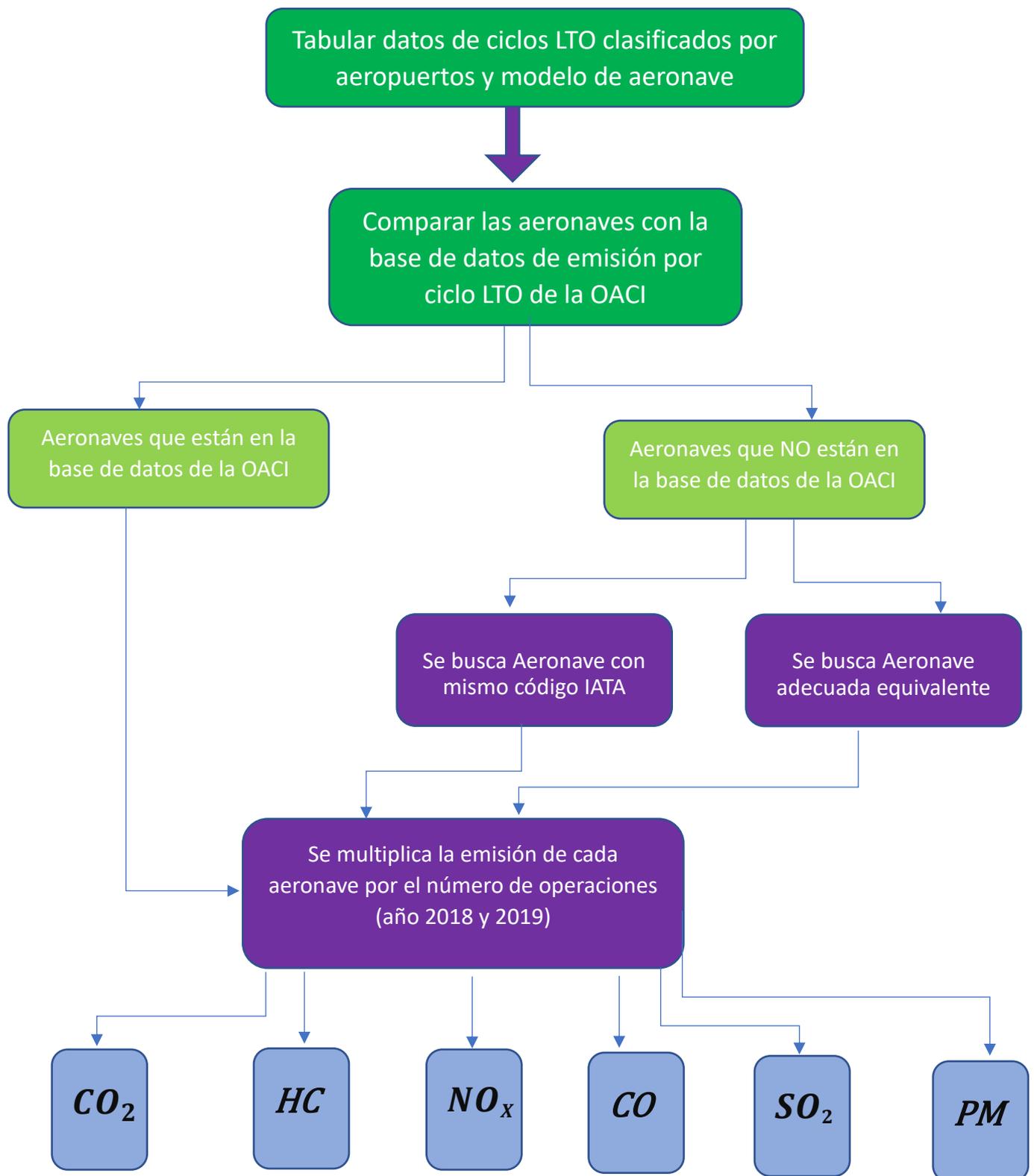


Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología para el cálculo de emisiones. Elaboración propia.

3.3 INVENTARIO DE EMISIONES ANALIZADAS

Siguiendo el documento 9889 de la OACI [9], *Manual sobre la calidad del aire en los aeropuertos* en su segunda edición de 2020, se ha realizado un inventario de emisiones de los aeropuertos de la red de AENA indicados.

En este inventario de emisiones se han tenido en cuenta las denominadas especies o contaminantes primarias, es decir, aquellas que son producidas directamente por la fuente contaminante y emitidas a la atmósfera, en nuestro caso, las emitidas por los motores de las aeronaves que operan en los aeropuertos. Hay que indicar que en el caso del dióxido de carbono la afección de las emisiones es más a nivel global que a nivel local de un aeropuerto, sin embargo, se considera fundamental conocer este contaminante y poder usar los resultados obtenidos en el inventario local a nivel global. Por lo tanto, el inventario de emisiones tenido en cuenta es:

- Dióxido de Carbono (CO_2);
- Hidrocarburos (HC);
- Óxidos de nitrógeno (NO_x), dentro de los cuales se analiza especialmente el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2);
- Monóxido de carbono (CO);
- Dióxido de azufre (SO_2);
- Partículas finas (PM); dentro de ellas se analizará tPMmass (Materia particulada total en masa, suma de las partículas volátiles y no volátiles) y nvPMnumber (Materia partícula total en número)

Cabe recordar que en este análisis de emisiones no se están teniendo en cuenta todas las emisiones de los aeropuertos, sólo se están teniendo en cuenta las emisiones que producen las aeronaves que operan en los mismos debido a su ciclo LTO (es decir, por sus motores principales y auxiliares principalmente)

3.4 METODOLOGÍA DETALLADA

La OACI dentro de su documento 9889 [9] ya mencionado, indica tres enfoques para realizar el inventario de las emisiones de una aeronave en su ciclo LTO en las inmediaciones de un aeropuerto: enfoque simple, avanzado o sofisticado. Indicando que según la información de la que dispongamos y la exactitud de los resultados que queremos lograr, se usará un enfoque u otro, no siendo estos cerrados y pudiéndose usar enfoques híbridos, los cuales utilicen diferentes modelos.

Como resumen de estos enfoques:

- Enfoque simple; como su nombre indica es el método más sencillo y por lo tanto será el método con mayor error. Este método debe usarse para un análisis inicial de

emisiones en los aeropuertos. Para llevar a cabo este método sólo se necesita el número de operaciones de cada tipo de aeronave en un determinado periodo de tiempo, por ejemplo, en un año.

Por lo general es un método conservador, que sobreestima las emisiones; sin embargo, puede darse el caso que en aeronaves más antiguas subestime algunos contaminantes, aumentando de esta manera la incertidumbre.

- Enfoque avanzado; este caso es más exacto que el anterior, utilizándose datos más concretos de cada aeropuerto, tiempo de utilización de los motores a determinada potencia, índice de emisiones, modelos de motores utilizados montados en cada aeronave por cada operación. Sin embargo, este modelo sigue considerándose conservador.
- Enfoque sofisticado; este modelo no solo se basa en los datos de certificación de los motores de las aeronaves, requiere usar datos de operaciones que no son públicos, como datos reales de la operación de una aeronave. Datos que por lo general sólo disponen las compañías o autoridades competentes.

En nuestro caso debido a que los datos de los que se dispone para elaborar el inventario es de los datos públicos que publica AENA en su web de estadísticas, es decir, se dispone del número de operaciones totales en un aeropuerto, pudiéndose identificar el número de operaciones que realiza cada una de las aeronaves y el origen y destino. Y además que lo que nos interesa no es conocer con exactitud la cantidad de un determinado contaminante en las proximidades de un aeropuerto, sino un dato que nos sirva de referencia para poder comparar la cantidad que podría eliminarse si se prohíben determinados vuelos cortos. Por todo ello en este estudio se ha llevado a cabo un enfoque simple.

3.5 INVENTARIO DE EMISIONES. ENFOQUE SIMPLE.

Como base de datos de las emisiones de las diferentes aeronaves se utilizará el banco de datos que la OACI publica en el documento 9889 [9] (Esta tabla es una elaboración de la *Committee on Aviation Environmental Protection, CAEP*).

AENA nos proporciona información únicamente de las operaciones y del modelo de aeronave, por lo tanto, no disponemos de la motorización de cada aeronave. Por este motivo no utilizaremos la base de datos de emisiones de motores de la OACI (información obligatoria en el proceso de certificación de un motor), si no la simplificación que se ha llevado a cabo por modelo de aeronave, para el cuál se ha considerado que cada modelo de aeronave se motoriza con los sistemas propulsivos más comunes que estén en funcionamiento. La base de datos de la OACI, que a continuación se muestra, solo tiene en cuenta 63 modelos de aeronaves.

Hay casos en los que la información de AENA no es completa, por ejemplo, un vuelo indicado como operado por "BOEING B767 PASSENGERS" no podemos saber si se trata de un B767-200, B767-300 o B767-400. En este caso se ha optado por coger la opción más

contaminante, es decir, B767-400. Otro caso sería el de la operación indica como “CANADAIR REGIONAL JET”, no sabemos qué modelo en concreto ha realizado la operación CRJ-100ER, CRJ-900.... En este caso se completa la información con el modelo más contaminante del que disponemos información, el CRJ-900; o la indicada como realizada por “CESSNA CITATION”, sin indicar el modelo concreto, en este caso se ha considerado una Cessna-525/560 por ser de la que se dispone de información en la tabla de las 63 aeronaves de la OACI.

3.6 FACTOR DE EMISIÓN POR CICLO LTO Y AERONAVE. FUENTE OACI DOC 9889

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de la base de datos de la OACI para diferentes aeronaves.

Tabla 1. Base de datos de las emisiones de las diferentes aeronaves, banco de datos de la OACI. (Fuente: OACI [9] documento 9889)

AERONAVES		Factores de emisión LTO/avión (kg/LTO/aeronave y #LTO/aeronave)						Consumo de combustible (kg/LTO/aeronave)	
		CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass		nvPMnumber
Grandes aeronaves comerciales	A300	5445	1,25	25,86	14,8	0,86	0,16	1,58E+18	1723
	A310	4761	6,3	19,46	28,3	0,75	0,17	9,99E+17	1507
	A318	2274	0,91	6,76	12,14	0,36	0,07	5,48E+17	719
	A319	2390	1,2	8,7	7,86	0,38	0,14	2,54E+18	756
	A320	2665	0,34	9,9	8,14	0,42	0,17	3,28E+18	843
	A320neo	1981	0,1	5,95	6,95	0,31	0,04	2,35E+17	627
	A321	3195	0,17	16,23	5,81	0,51	0,23	4,62E+18	1011
	A321neo	2373	0,09	10,76	6,94	0,38	0,06	2,86E+17	751
	A330-200/300	7052	1,28	35,57	16,2	1,12	0,21	2,42E+18	2232
	A340-200	6111	4,05	31,08	25,75	0,97	0,18	8,18E+17	1934
	A340-300	6383	3,9	34,81	25,23	1,01	0,19	8,77E+17	2020
	A340-500/600	10659	0,14	64,45	15,31	1,69	0,19	7,95E+17	3373
	A350-900	6756	0,94	39,81	20,27	1,07	0,2	2,63E+18	2138
	A350-1000	7851	0,9	56,91	20,23	1,24	0,24	2,77E+18	2484
	A380	11952	3,7	69,42	39,06	1,89	0,34	3,37E+18	3782
	707	5890	97,45	10,96	92,37	0,93	2,15	1,88E+19	1864
	717	2143	0,05	6,68	6,78	0,34	0,09	7,80E+17	678
	727-200	4610	8,14	11,97	27,16	0,73	0,52	1,11E+19	1459
	737-300/400/500	2737	1,43	6,98	6,48	0,43	0,14	2,55E+18	866
	737-600	2279	1,01	7,66	8,65	0,36	0,09	1,23E+18	721
	737-700	2462	0,86	9,12	8	0,39	0,09	1,40E+18	779
	737-800/900	2784	0,72	12,3	7,07	0,44	0,12	2,04E+18	881
	747-200	11370	18,24	49,52	79,78	1,8	0,46	3,33E+18	3598
	747-300	11074	2,73	65	17,84	1,75	0,37	4,01E+18	3504
	747-400	10245	2,25	42,88	26,72	1,62	0,24	6,28E+17	3242
	747-8	11044	0,84	44,32	27,61	1,75	0,24	2,76E+18	3495
	757-200	4317	0,22	23,43	8,08	0,68	0,11	1,20E+18	1366
	757-300	4625	0,11	17,85	11,62	0,73	0,33	5,88E+18	1464
	767-200	4622	3,32	23,76	14,8	0,73	0,18	1,04E+18	1463
	767-300	5608	1,19	28,19	14,47	0,89	0,17	1,68E+18	1775
	767-400	5522	0,98	24,8	12,37	0,87	0,13	3,74E+17	1748
777-200/300	7197	1,35	37,47	16,6	1,14	0,18	1,14E+18	2277	

AERONAVES		Factores de emisión LTO/avión (kg/LTO/aeronave y #LTO/aeronave)							Consumo de combustible (kg/LTO/aeronave)
		CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	
	787-8	5468	0,24	28,75	10,34	0,87	0,12	1,15E+18	1730
	CS-100/A220-100	1890	0,06	8,25	3,44	0,3	0,05	5,34E+17	598
	CS-300/A220-300	1890	0,06	8,25	3,44	0,3	0,05	5,34E+17	598
	EMB170	1589	0,04	4,84	4,05	0,25	0,03	1,01E+17	503
	EMB190	2059	1,14	6,43	12,13	0,33	0,06	1,87E+17	652
	DC-10	7287	2,37	35,65	20,59	1,15	0,24	1,26E+18	2306
	DC-8-50/60/70	5357	1,51	15,62	26,31	0,85	0,14	1,46E+18	1695
	DC-9	2646	4,63	6,16	16,29	0,42	0,29	6,18E+18	837
	MD-11	7287	2,37	35,65	20,59	1,15	0,24	1,26E+18	2306
	MD-80	3184	1,87	11,97	6,46	0,5	0,27	5,76E+18	1008
	MD-90	2759	0,06	10,76	5,53	0,44	0,26	5,93E+18	873
	TU-134	2931	17,98	8,68	27,98	0,46	0,66	1,24E+19	928
	TU-154-M	5959	13,17	12	82,88	0,94	1,11	2,96E+19	1886
TU-154-B	7030	119,03	14,33	143,05	1,11	1,58	1,96E+19	2225	
Reactores regionales/ reactores de negocios empuje > 26,7 kN	RJ-RJ85	1906	1,35	4,34	11,21	0,3	0,09	2,09E+18	603
	BAE-146	1801	1,41	4,07	11,18	0,29	0,07	8,26E+17	570
	CRJ-100ER	1056	0,63	2,27	6,7	0,17	0,04	5,16E+17	334
	CRJ-900	1517	0,04	4,4	4,12	0,24	0,03	7,34E+16	480
	ERJ-145	993	0,56	2,69	6,18	0,16	0,02	1,81E+17	314
	Fokker-100/70/28	2387	1,43	5,75	13,84	0,38	0,34	9,19E+18	755
	Dornier-328-Jet	868	0,57	2,99	5,35	0,14	0,04	5,56E+17	275
	Gulfstream-IV	2030	0,55	4,99	8,25	0,32	0,07	5,22E+17	642
	Gulfstream-V	1857	0,6	5,7	8,9	0,29	0,13	1,00E+18	588
	Gulfstream-VI	1925	0,8	5,13	11,82	0,3	0,09	6,21E+17	609
	Gulfstream-VII-500	1619	0,01	6,34	3,2	0,26	0,03	6,04E+16	512
	RRJ95-LR	2147	0,27	5,9	9,21	0,34	0,15	1,04E+18	679
Yak-42M	1919	1,68	7,11	6,81	0,3	0,09	1,62E+18	607	
Reactores de bajo empuje (Fn<26,7 kN)	Cessna-525/560	458	1,66	0,28	16,2	0,07	0,05	1,20E+18	145
Turbohélices	Beech-King-Air	241	0,64	0,32	2,99	0,04	0,02	6,51E+17	76
	DHC8-1009	658	0	1,55	2,27	0,1	0,07	2,23E+18	208
	ATR72-50010	641	0,29	1,88	2,35	0,1	0,07	2,36E+18	203

Después de analizar la información de aeronaves, vemos que, de las siguientes aeronaves, no figuran en la tabla anteriormente mencionada:

Tabla 2. Aeronaves fuera de la base de datos de emisiones de la OACI documento 9889. Elaboración propia.

AERONAVES	CANADAIR GLOBAL EXPRESS	DASSAULT FALCON 8X	HAWKER 750/800/800XP/800SP
AEROSPATIALE ATR-42-300/400	CANADAIR REGIONAL JET 200	DASSAULT FALCON 900/B/C/DX/EX/EASY	HAWKER 850XP / 900
AEROSPATIALE ATR-42-500	CASA 295	DASSAULT FALCON 900LX	HAWKER 900XP
AIRBUS A300-600 FREIGHTER	CASA/IPTN CN235	DIAMOND AIRCRAFT DA42 TWIN STAR	HONDA HA-420 HONDAJET
AIRBUS A300-600ST BELUGA FREIGHTER	CASA/IPTN 212 AVIOCAR	ECLIPSE 500	ILYUSHIN 76
ANTONOV AN-12	CESSNA (LIGHT AIRCRAFT)	EMBRAER 195 E2	LEARJET
ANTONOV AN-26	CESSNA 510 MUSTANG CITATION	EMBRAER EMB-120 BRASILIA	LEARJET 40 / 45
ANTONOV AN-26/30/32	CESSNA 550 / 551 / 552 CITATION	EMBRAER EMB-500 PHENOM 100	LEARJET 50 / 60
ATR 42 FREIGHTER	CESSNA 560 XL / XLS CITATION	EMBRAER EMB-505 PHENOM 300	LEARJET 70 / 75
ATR 42-300/320	CESSNA 650 CITATION	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	MITSUBISHI MU2
ATR-42-600	CESSNA 680 CITATION	EMBRAER LEGACY 450	PARTENAVIA P.68
AVRO RJ-85 AVROLINER	CESSNA 750 CITATION X	EMBRAER LEGACY 500	PIAGGIO AVANTI P180
BEECH / RAYTHEON BEECHJET 400	CESSNA LIGH AIRCRAFT-TWIN PISTON ENGINES	FAIRCHILD 728JET	PILATUS PC-12
BEECHCRAFT 1900/1900C AIRLINER	CESSNA LIGHT AIRCRAFT-SINGLE TURBOPROP	FAIRCHILD DORNIER 228	PILATUS PC-24
BEECHCRAFT 1900D AIRLINER	CESSNA SINGLE PISTON	FAIRCHILD METRO/MERLIN/EXPEDITER	PILATUS PC-6 TURBO PORTER
BEECHCRAFT SINGLE PISTON	CESSNA TWO TURBO	FAIRCHILD SWEARINGEN METRO	PIPER (LIGHT AIRCRAFT TWIN PISTON ENGIN)
BOEING 787-9	DASSAULT (B.M) FALCON 50/900	FOKKER 100	PIPER (LIGHT AIRCRAFT -TWIN TURBOPROP)
BOING BBJ 737 MAX 8 PASSENGER	DASSAULT (B.M.)FALCON 10/20/100/200/	GULFSTREAM AEROSP.G-1159 II/III/IV/V	PIPER (LIGHT AIRCRAFT)
BOMBARDIER BD-700-1A10	DASSAULT (BREGUET MYSTERE)FALCON	GULFSTREAM AEROSPACE G-1159A G-111	PIPER (LIGHT AIRCRAFT-SINGLE PISTON)
BOMBARDIER CHALLENGER 300	DASSAULT FALCON 10 / 100	GULFSTREAM AEROSPACE G-200 (GALAXY)	RAYTHEON PREMIER 1
BOMBARDIER CHALLENGER 350	DASSAULT FALCON 2000/2000DX	GULFSTREAM AEROSPACE G-280	SAAB 340 FREIGHTER
BOMBARDIER GLOBAL 7000	DASSAULT FALCON 2000EX/EASY/LX	GULFSTREAM AEROSPACE G-100 / G-150	SAAB SF 340A/340B
CANADAIR CHALLENGER	DASSAULT FALCON 50/50EX	HAWKER 200	SOCATA TBM-700
CANADAIR CL-44	DASSAULT FALCON 7X	HAWKER 4000	SUKHOI SUPERJET 100-95

En naranja se han resaltado las aeronaves que, por el número de operaciones en alguno de los aeropuertos estudiados, tienen mayor impacto que las demás.

NOTA: se han eliminado los siguientes helicópteros, estando fuera del alcance de este proyecto puesto que realizan tipos de operaciones privadas o especiales que están fuera de la posible prohibición que analiza este trabajo:

Tabla 3. Helicópteros eliminados del estudio de emisiones. Elaboración propia.

AEROSPATIALE AS350 - AS355 ECUREUIL	AGUSTA WESTLAND AW189	EUROCOPTER AS332 SUPER PUMA SA330 PUMA	HELICOPTEROS (BELL 412 HP)
AEROSPATIALE SA 365 DAUPHIN2	AGUSTAWESTLAND AW139	EUROCOPTER EC- 130	SIKORSKY S-61
AGUSTA A 109A* BAJA DIC99	BELL (HELICOPTERS)	EUROCOPTER EC145/EC145T2	SIKORSKY S-76
AGUSTA A109	EUROCOPTER (MBB) BO105	EUROCOPTER EC155	SIKORSKY S-92

Para no considerar estos helicópteros en el inventario de emisiones de los diferentes aeropuertos, en los cálculos se ha considerado que su contaminación es nula.

Aunque a priori puede parecer un número de aeronaves muy significativas las que no figuran en la tabla de la OACI y, por lo tanto, para trabajar con ellas tendremos que añadir hipótesis de semejanzas con otras aeronaves con las incertidumbres que ello conlleva, la mayoría de ellas no tienen un número de operaciones significativas en los aeropuertos. Por ejemplo, en un aeropuerto como Adolfo Suárez Madrid Barajas, que en 2018 tuvo un total de 136.328 operaciones (ciclos LTO) comerciales y nacionales; la aeronave Hawker 4000 hizo un total de 3 ciclos LTO o la aeronave Pilatus PC-12 un total de 20 ciclos; Sin embargo, hay otras aeronaves marcadas en naranja en la tabla anterior que son las más críticas porque tienen un peso más significativo en el total de operaciones, un ejemplo que visualiza esto considerando el mismo Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas en 2018, la aeronave Embraer EERJ-195 Legacy 1000 hizo un total de 10.541 ciclos.

Siguiendo las indicaciones del Doc. 9889 [9] de la OACI, en primer lugar, se intentó determinar si hubiera una aeronave genérica apropiada.

Como la mayoría de las aeronaves que se muestran en la tabla no podemos tampoco encontrarlas en la tabla de aeronaves genéricas, utilizaremos la información de peso, tamaño, número de motores y autonomía para poder compararla con una aeronave equivalente que sí podamos encontrar en las tablas de la OACI.

Nota: Hay indicadores de AENA como “DASSAULT (B.M) FALCON 50/900” o “DASSAULT (B.M.) FALCON 10/20/100/200” o “DASSAULT (BREGUET MYSTERE) FALCON” que son muy genéricos, en este caso se pondrá la información del que tenga una planta motriz más potente, y por lo tanto, se entiende que más contaminante, aunque podría no ser así en todos los casos.

A continuación se muestra, en primer lugar, un estudio de las aeronaves de las que sí disponemos datos de contaminantes para poder compararlas con las que no disponemos datos; en segundo lugar, se muestra el análisis de las aeronaves de las que no disponemos datos con la aeronave que hemos considerado equivalente en cuanto a emisiones:

Tabla 4. Características técnicas de aeronaves con información de emisiones en base de datos de OACI. Elaboración propia.

AERONAVES	MTOW (kg)	NÚMERO DE MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)
737-800/900	79016	2	CFM56-7B24/26/27; turbofan	110-120 kN	42,11	5460
787-8	227930	2	GEnx-1B-RR Trent 1000; turbofan	280 kN	56,72	13620
ATR72-50010	23000	2	P&WC PW127M; turboprop	1846 kN	27,17	1528
BAE-146	42148	4	Lycoming ALF 502R-5; turbofan	31,1 kN	28,55	3650
Beech-King-Air	5352	2	TPE-331-6-251B or -252; turboprop	533 kW	12,7	2455
Cessna-525/560	7761	2	FJ44-4A; turbofan	16,11 kN	16,26	4010
CRJ-100ER	24041	2	GE CF34-3A1; turbofan	38,84 kN	26,7	3056
CRJ-900	38330	2	GE CF34-8C5; turbofan	64,5 kN	36,2	2876
DC-10	195045	3	GE CF6-6D; turbofan	177,92 kN	55,55	6500
DC-8-50/60/70	159000	4	P&W JT3D-3B, P&W JT3D-7, CFM56-2; turbofan	80,7-84,52-110 kN	48	9600-9800
DC-9	51710	2	JT8D-9/11/15/17; turbofan	69 kN	38,28	2200
Dornier-328-Jet	15600	2	P&WC PW306B; turbofan	26,9 kN	21,11	2740
EMB170	38600	2	GE CF34-8E; turbofan	63 kN	29,9	3982
EMB190	51800	2	GE CF34-10E; turbofan	89 kN	36,25	4537
ERJ-145	24100	2	AE 3007-A1E; turbofan	39,67 kN	29,87	3700
Fokker-100/70/28	45810	2	RR Tay Mk 650-15; turbofan	67,2 kN	35,23	3170
Gulfstream-IV	33203	2	RR Tay 611-8; turbofan	61,6 kN	26,92	7815
Gulfstream-V	41050	2	RR BR710A1-10; turbofan	65,6 kN	29,4	12000
Gulfstream-VI	45178	2	RR BR725 A1-12; turbofan	75,2 kN	30,41	12964
Gulfstream-VII-500	63106	2	P&WC PW814GA; turbofan	67,36 kN	27,78	8150-9630
MD-11	273294	3	PW4460/62; turbofan	280 kN	61,6	12455
MD-80	72600	2	P&W JT8D-200; turbofan	82-93 kN	45,06	4720
MD-90	70760	2	IAE V2525-D5; turbofan	111,21 kN	46,51	3787
RJ-RJ85	42148	4	Honeywell LF 507-1F; turbofan	31,1 kN	28,55	3650
RRJ95-LR	49450	2	SaM146-1S18; turbofan	71,6 kN	29,94	4578

AERONAVES	MTOW (kg)	NÚMERO DE MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)
TU-134	47600	2	Soloviev D-30-II turbofan	66,68 kN	37,1	1900-3000
TU-154-B	98000-100000	3	Kuznetsov NK-8-2U; turbofan	90 kN	48	39000
TU-154-M	102000-104000	3	Soloviev D-30KU-154; turbofan	103 kN	48	6600
Yak-42M	57500	3	Lotarev D-36 turbofan	63,75 kN	36,38	4000

Una vez recopilada la información de las características técnicas de las aeronaves de las cuales sí disponemos de datos de emisiones en la base de datos de la OACI, mostradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, procedemos a analizar las características de las aeronaves las cuales realizan operaciones en los aeropuertos objeto de estudio, pero no disponemos de sus datos de emisiones, de esta forma se podrán comprar con las aeronaves de las que sí disponemos de datos y establecer una “Aeronave Equivalente Adecuada” como se puede ver la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Como en el caso de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** las marcadas en naranja son las aeronaves que tienen una mayor repercusión en este estudio, puesto que tienen un número de operaciones significativa y, por lo tanto, al establecer una aeronave equivalente adecuada, se aumenta la incertidumbre.

Tabla 5. Características de aeronaves fuera de la base de datos de emisiones de OACI y su Aeronave equivalente adecuada. Elaboración propia.

AERONAVES	MTOW (kg)	Nº MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)	AERONAVE EQUIVALENTE ADECUADA
AEROSPATIALE ATR-42-300/400	16900-18200	2	PW120-PW121; turboprop	1300-1400 kW	22,67	850-1470	ATR72-50010
AEROSPATIALE ATR-42-500	18600	2	PW127E/M; turboprop	1610 kW	22,67	1326	Dornier-328-Jet
AIRBUS A300-600 FREIGHTER	170500	2	CF6-80C2-PW4158; turbofan	249–270 kN	54,08	7500	A330-200/300
AIRBUS A300-600ST BELUGA FREIGHTER	155000	2	CF6-80C2A8; turbofan	257 kN	56,15	4632	A330-200/300
ANTONOV AN-12	61000	4	Ivchenko AI-20L/M; turboprop	3000 kW	33,1	3600	Gulfstream-VII-500
ANTONOV AN-26	24000	2	Progress AI-24VT; turboprop	2103 kW	23,8	2500	CRJ-100ER
ANTONOV AN-26/30/32	24000-23000-27000	2	Progress AI-24VT-Ivchenko AI-24T-ZMKB Progress AI-20DM; turboprop	2103 2090 3812 kW	23,8 24,26 23,78	2500 2630 3700	ERJ-145
ATR 42 FREIGHTER	18600	2	PW127E/M; turboprop	1610 Kw	22,67	1326	Dornier-328-Jet
ATR 42-300/320	16900	2	PW120-PW121; turboprop	1300-1400 kW	22,67	850	Dornier-328-Jet
ATR-42-600	18600	2	PW127E/M; turboprop	1610 kW	22,67	1326	Dornier-328-Jet
AVRO RJ-85 AVROLINER	42184	4	Honeywell LF 507-1F; turbofan	31,1 kN	28,55	3650	EMB170
BEECH / RAYTHEON BEECHJET 400	7394	2	WI FJ44-4A-32; turbofan	14 kN	14,76	4000	Cessna-525/560
BEECHCRAFT 1900/1900C AIRLINER	7530	2	P&W PT6A-65B; turboprop	820 kW	17,37	1040	Cessna-525/560
BEECHCRAFT 1900D AIRLINER	7764	2	P&WC PT6A-67D; turboprop	955 kW	17,62	707	Cessna-525/560
BEECHCRAFT SINGLE PISTON	1655	1	Continental IO-550-B; piston	220 kW	8,38	1326	Beech-King-Air
BOEING 787-9	254011	2	GEnx-1B- RR Trent 1000; turbofan	320 kN	62,81	14140	787-8
BOING BBJ 737 MAX 8 PASSENGER	82191	2	CFM International LEAP; turbofan	120 kN	39,52	12297	737-800/900
BOMBARDIER BD-700-1A10	44452	2	RR BR710A2-20; turbofan	65,6 kN	147,52	6700	Gulfstream-VI
BOMBARDIER CHALLENGER 300	17622	2	Honeywell HTF7000; turbofan	30,4 kN	20,92	5714	Dornier-328-Jet

AERONAVES	MTOW (kg)	Nº MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)	AERONAVE EQUIVALENTE ADECUADA
BOMBARDIER CHALLENGER 350	18416	2	Honeywell HTF7350; turbofan	33 kN	20,92	5926	Dornier-328-Jet
BOMBARDIER GLOBAL 7000	52096	2	GE Passport; turbofan	84,2 kN	33,88	14260	EMB190
CANADAIR CHALLENGER	21863	2	GE CF34-3B; turbofans	41 kN	20,9	7408	ATR72-50010
CANADAIR CL44	95000	4	RRTyne 515/50; turboprop	4270 kW	41,73	8993	DC-8-50/60/70
CANADAIR GLOBAL EXPRESS	45132	2	BR710A2-20-RR Pearl; turbofan	65,6-67,3 kN	30,3	12223	Gulfstream-VI
CANADAIR REGIONAL JET 200	24041	2	GE CF34-3B1; turbofan	38,84 kN	26,7	3148	CRJ-100ER
CASA 295	21000	2	P&WC PW127G; turboprop	1972 kW	24,46	4587	ATR72-50010
CASA/IPTN CN235	16100	2	GE CT7-9C3; turboprop	1305 kW	21,04	4355	Dornier-328-Jet
CASA/IPTN 212 AVIOCAR	8000	2	Garrett AiResearch TPE331-10R-513C; turboprop	971 kW	16,15	2680	Cessna-525/560
CESSNA (LIGHT AIRCRAFT)	3107	2	Continental TSIO-520-VB; piston	242 kW	11,09	2358	Beech-King-Air
CESSNA 510 MUSTANG CITATION	3930	2	P&WC PW615F; turbofan	6,5 kN	12,37	2161	Beech-King-Air
CESSNA 550 / 551 / 552 CITATION	6849	2	P&WC JT15D-4B; turbofan	11 kN	14,542	3700	Cessna-525/560
CESSNA 560 XL / XLS CITATION	9163	2	P&WC PW545C; turbofan	13,32 kN	16	3441	Cessna-525/560
CESSNA 650 CITATION	10183	2	Garrett TFE731-3B; Turbofan	18,2 kN	16,09	4348	Cessna-525/560
CESSNA 680 CITATION	13959	2	P&WC PW306D; turbofan	26,28 kN	19,35	5900	Dornier-328-Jet
CESSNA 750 CITATION X	16375	2	AE3007C/C1; turbofan	30,09 kN	22,04	6410	Dornier-328-Jet
CESSNA LIGHT AIRCRAFT-TWIN PISTON ENGINES	3107	2	Continental TSIO-520-VB; turboprop	242 kW	11,09	2358	Beech-King-Air
CESSNA LIGHT AIRCRAFT-SINGLE TURBOPROP	3629	1	P&WC PT6A-114A; turboprop	503 kW	11,46	1982	Beech-King-Air
CESSNA SINGLE PISTON	1111	1	Lycoming IO-360-L2A; turboprop	120 kW	8,28	1289	Beech-King-Air
CESSNA TWO TURBO	7530	2	P&WC PT6A-65SC; turboprop	820 kW	16,71	740	Cessna-525/560
DASSAULT (B.M) FALCON 50/900	20640	3	TFE731-5BR-1C-TFE 731-40; turbofan	21,13-16,46 kN	20,21	7400	Dornier-328-Jet
DASSAULT (B.M.)FALCON 10/20/100/200/	13000	2	GE CF700-2D-2; turbofan	20 kN	17,15	3350	Dornier-328-Jet
DASSAULT (BREGUET MYSTERE)FALCON	20640	3	TFE731-5BR-1C-TFE 731-40; turbofan	21,13-16,46 kN	20,21	7400	Dornier-328-Jet
DASSAULT FALCON 10 / 100	8500	2	Garrett TFE731-2; turbofan	14,4 kN	13,85	3555	Cessna-525/560
DASSAULT FALCON 2000/2000DX	16238	2	P&WC PW308C; turbofan	31,1 kN	20,23	6020	Dornier-328-Jet
DASSAULT FALCON 2000EX/EASY/LX	16238	2	P&WC PW308C; turbofan	31,1 kN	20,23	6020	Dornier-328-Jet
DASSAULT FALCON 50/50EX	18008	3	Honeywell TFE 731-40; turbofan	16,46 kN	18,52	5695	Dornier-328-Jet
DASSAULT FALCON 7X	31751	3	P&WC PW307A; turbofan	28,48 kN	23,38	11019	Gulfstream-IV
DASSAULT FALCON 8X	33113	3	P&WC PW307D; turbofan	29,9 kN	24,46	11945	Gulfstream-IV

AERONAVES	MTOW (kg)	Nº MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)	AERONAVE EQUIVALENTE ADECUADA
DASSAULT FALCON 900/B/C/DX/EX/EASY	20640	3	TFE731-5BR-1C-TFE 731-40; turbofan	21,13-16,46 kN	20,21	7400	Dornier-328-Jet
DASSAULT FALCON 900LX	20640	3	TFE731-5BR-1C-TFE 731-40; turbofan	21,13-16,46 kN	20,21	7400	Dornier-328-Jet
DIAMOND AIRCRAFT DA42 TWIN STAR	1900	2	Austro Engine E4 turbocharged; turboprop	125 kW	8,56	1470	Beech-King-Air
ECLIPSE 500	2721	2	P&WC PW610F; turbofan	4 kN	10,1	2084	Beech-King-Air
EMBRAER 195 E2	62000	2	P&W PW1919G/21G/22G/23G; turbofan	85-102 kN	41,51	4917	Gulfstream-VII-500
EMBRAER EMB-120 BRASILIA	11500	2	P&WC PW118/A/B; turboprop	1340 kW	20	1750	Cessna-525/560
EMBRAER EMB-500 PHENOM 100	4800	2	P&WC PW617F1-E; turbofan	7,7 kN	12,82	2182	Beech-King-Air
EMBRAER EMB-505 PHENOM 300	8150	2	PW535E1; turbofan	15,471 kN	15,9	3723	Cessna-525/560
EMBRAER ERJ-195, LEGACY 1000	62000	2	PW1919G/21G/22G/23G; turbofan	85-102 kN	41,51	4917	Gulfstream-VII-500
EMBRAER LEGACY 450	16220	2	Honeywell HTF7500E; turbofan	29,09 kN	19,69	5371	Dornier-328-Jet
EMBRAER LEGACY 500	17400	2	Honeywell HTF7500E; turbofan	31,3 kN	20,74	5788	Dornier-328-Jet
FAIRCHILD 728JET	35200	2	GE CF34-8D3; turbofan	55,6 kN	27,04	3300	CRJ-900
FAIRCHILD DORNIER 228	6575	2	Honeywell TPE331-10; turboprop	579 kN	16,56	2363	Cessna-525/560
FAIRCHILD METRO/MERLIN/EXPEDITER	6577-7257	2	Garrett AiResearch TPE-331; turboprop	820 kW	18,08	1100	Cessna-525/560
FAIRCHILD SWEARINGEN METRO	6577-7257	2	Garrett AiResearch TPE-331; turboprop	820 kW	18,08	1100	Cessna-525/560
FOKKER 100	45810	2	RR Tay Mk 620-15; turbofan	61,6-67,2 kN	35,53	2450-3170	Gulfstream-VI
GULFSTREAM AEROSP.G-1159 II/III/IV/V	31615	2	RR Spey RB.163 Mk 511-8; turbofan	51 kN	25,32	6760	CRJ-100ER
GULFSTREAM AEROSPACE G-1159A G-111	31615	2	RR Spey RB.163 Mk 511-8; turbofan	51 kN	25,32	6760	Gulfstream-IV
GULFSTREAM AEROSPACE G-200 (GALAXY)	16080	2	P&WC PW306A; turbofan	26,9 kN	18,97	6300	Dornier-328-Jet
GULFSTREAM AEROSPACE G-280	17960	2	Honeywell HTF7250G; turbofan	33,91 kN	20,3	6667	Dornier-328-Jet
GULFSTREAM AEROSPACE G-100 / G-150	11181	2	Honeywell TFE731-40-R-200G; turbofan	18,9 kN	16,94	5462	Cessna-525/560
HAWKER 200	6260	2	Williams FJ44-3AP; turbofan	13,34 kN	14	1945	Cessna-525/560
HAWKER 4000	39500	2	PW308A; turbofan	31 kN	21,08	6188	CRJ-900
HAWKER 750/800/800XP/800SP	12428	2	Honeywell TFE731-5BR; turbofan	19kN	15,6	5232	Cessna-525/560
HAWKER 850XP / 900	58060	2	AlliedSignal TFE731-50R; turbofan	20,7 kN	15,6	5102	EMB190
HAWKER 900XP	58060	2	AlliedSignal TFE731-50R; turbofan	20,7 kN	15,6	5102	Yak-42M
HONDA HA-420 HONDAJET	4854	2	GE Honda HF120; turbofan	9,1 kN	12,99	2661	Beech-King-Air
ILYUSHIN 76	195000	4	Soloviev D-30KP; turbofan	117,7 kN	46,59	4000	DC-10
LEARJET	9752	2	Honeywell TFE731-40BR; turbofan	17,1 kN	17,7	37080	Cessna-525/560
LEARJET 40 / 45	9231	2	Honeywell TFE731-20AR; turbofan	16 kN	16,92	3429	Cessna-525/560
LEARJET 50 / 60	10659	2	P&WC PW305A; turbofan	20 kN	17,88	4463	Cessna-525/560
LEARJET 70 / 75	9752	2	Honeywell TFE731-40BR; turbofan	17,1 kN	17,7	37080	Cessna-525/560
MITSUBISHI MU2	5250	2	AiResearch TPE331-6-251M; turboprop	579 kW	12,01	2334	Beech-King-Air

AERONAVES	MTOW (kg)	Nº MOTORES	TIPO MOTOR	POTENCIA (kW) /EMPUJE (kN) POR MOTOR	LONGITUD (m)	AUTONOMÍA (km)	AERONAVE EQUIVALENTE ADECUADA
PARTENAVIA P.68	2084	2	Lycoming IO-360-A1B6; piston	150 kW	9,55	2043	Beech-King-Air
PIAGGIO AVANTI P180	5488	2	P&WC PT6A-66B; turboprop	630 kW	14,4	2800	Beech-King-Air
PILATUS PC-12	4740	1	P&WC PT6A-67P; turboprop	890 kW	14,4	3417	Beech-King-Air
PILATUS PC-24	8300	2	Williams FJ44-4A; turbofan	15 kN	16,85	3334	Cessna-525/560
PILATUS PC-6 TURBO PORTER	2800	1	P&WC PT6A-27; turboprop	410 kW	11	730	Beech-King-Air
PIPER (LIGHT AIRCRAFT TWIN PISTON ENGIN)	1690	2	Lycoming IO-320-B1; piston	120 kW	7,67	1900	Beech-King-Air
PIPER (LIGHT AIRCRAFT - TWIN TURBOPROP)	2864	2	Avco Lycoming TIO-540-U2A; turboprop	261 kW	10,61	1648	Beech-King-Air
PIPER (LIGHT AIRCRAFT)	1690	2	Lycoming IO-320-B1; piston	120 kW	7,67	1900	Beech-King-Air
PIPER (LIGHT AIRCRAFT-SINGLE PISTON)	975	1	Lycoming O-320-E2A; piston	110 kW	7,102	861	Beech-King-Air
RAYTHEON PREMIER 1	5670	2	Williams FJ44-2A; turbofan	20,23 kN	14,02	1530	Cessna-525/560
SAAB 340 FREIGHTER	13155	2	GE CT7-9B; turboprop	1305 kW	19,73	1732	Dornier-328-Jet
SAAB SF 340A/340B	13155	2	GE CT7-9B; turboprop	1305 kW	19,73	1732	Dornier-328-Jet
SOCATA TBM-700	3354	1	P&WC PT6A-66D; turboprop	630 kW	10,72	3304	Beech-King-Air
SUKHOI SUPERJET 100-95	49405	2	SaM146-1S18; turbofan	71,6 kN	29,94	4578	RRJ95-LR

Capítulo 4. Cálculo de emisiones actuales.

4.1. ENFOQUE SIMPLE.

En este caso se analizarán los años 2018 y 2019 de manera independiente. Analizaremos, para cada aeropuerto, cada uno de los factores de emisión indicados en la tabla anterior utilizando la siguiente sencilla ecuación:

$$E = \sum (N \times e)$$

Donde:

E: Emisiones totales de un determinado contaminante en un año, resultados en kg.

N: número de ciclos LTO de cada aeronave en ese año

e: factores de emisión por ciclo LTO y aeronave.

El consumo de combustible se ha indicado sólo como información, no siendo objeto de estudio en el presente análisis.

A continuación, se muestra el resultado obtenido para los diferentes aeropuertos agrupados por años (**resultados en kg/LTO/aeronave y #LTO/aeronave**)

*Tabla 6. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en los años 2018 y 2019.
Elaboración propia.*

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
A Coruña	2018	20028333	3706,18	75615,69	60785,58	3174,24	1063,78	1,88786E+22
	2019	21814271	3780,47	81445,49	66676,81	3453,47	1118,59	1,95705E+22
Adolfo Suárez Madrid-Barjas	2018	304596227	70005,91	1224289,32	930601,19	48291,19	16043,73	2,97021E+23
	2019	303943308	69213,18	1217953,25	933761,27	48175,15	15895,3	2,96802E+23
Intl. Región Murcia	2018	0	0	0	0	0	0	0
	2019	860839	672,32	2828,24	7080,35	135,84	44,91	7,69594E+20
Albacete	2018	95465	100,46	333,87	981,29	15,07	5	8,9866E+19
	2019	76617	104,32	223,01	981,73	12,1	4,51	8,6379E+19
Alicante-Elche Miguel Hernández	2018	29348818	8074,2	99778,64	108474,23	4639	1700,31	3,37657E+22
	2019	31190644	8015,51	109722,97	110004	4927,74	1836,34	3,67028E+22
Almería	2018	7491585	3182,55	21636,59	37159,83	1195,4	339,73	5,5792E+21
	2019	6526911	2842,97	19311,01	31900,17	1039,34	336,38	6,58548E+21
Asturias	2018	22664788	3641,95	85252,99	70627,69	3584,8	1346,5	2,42292E+22

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
	2019	24163820	4258,48	88676,3	76555,11	3816,4	1480,21	2,90109E+22
Badajoz	2018	1354581	854,17	3223,71	9088,28	217,4	52,44	7,10012E+20
	2019	1872589	956,65	4613,64	10865,14	299,73	70,27	9,96993E+20
Barcelona-El Prat J.T:	2018	258142000	45391,65	1069316,43	743253,71	40826,52	15147,08	2,85644E+23
	2019	254926603	42422,21	1033443,96	748753,5	40283,86	14127,28	2,60689E+23
Bilbao	2018	60123526	10153,83	227508,37	184054,38	9520,4	3390,36	6,17555E+22
	2019	62213284	9574,43	233724,15	189774,57	9846,79	3322,6	5,87269E+22
Burgos	2018	3411444	743,56	16603,87	9027,28	542,14	104,17	1,22965E+21
	2019	3734839	744,63	17786,39	9698,9	593,31	110,89	1,25664E+21
Córdoba	2018	28591	53,9	80,86	517,15	4,47	1,97	4,2895E+19
	2019	28485	73,43	42,97	712,54	4,44	2,46	5,4687E+19
FGL Granada-Jaén	2018	16857338	3259,81	62807,93	55158,98	2675,96	941,67	1,70693E+22
	2019	16093262	3120,1	60378,38	54109,14	2555,65	885,81	1,63272E+22
Girona-Costa Brava	2018	686903	731,88	2234,35	7289,67	108,51	36,41	6,63241E+20
	2019	724776	649,5	2504,69	6402,13	114,71	36,55	6,58341E+20
Huesca-Pirineos	2018	56653	36,9	168,59	273,19	8,96	2,85	5,0581E+19
	2019	23873	19,34	60,58	204,09	3,82	1	1,53966E+19
Jerez de la frontera	2018	10722839	3649,22	39677,04	37356,32	1697,97	615,8	1,13217E+22
	2019	10522006	3612,78	38599,83	37619,91	1666,28	579,41	1,04732E+22
León	2018	903066	631,32	1965,74	6608,5	145,01	36,92	5,23229E+20
	2019	1100735	363,99	2956,79	5344,02	174,97	35	3,89069E+20
Logroño	2018	589752	375,09	1338,3	3929,8	94,72	24,44	3,67535E+20
	2019	568292	364,81	1318,78	3815,19	91,27	23,31	3,36788E+20
Málaga-Costa del Sol	2018	47220740	11778,52	178960,69	159504,16	7459,14	2875,63	6,00518E+22
	2019	48181543	12337,38	181368,73	167747,4	7607,39	2838,84	5,89758E+22
Murcia San Javier	2018	196913	342,24	467,81	3322,55	30,87	13,73	2,94276E+20
	2019	5298	14,13	6,81	138,13	0,82	0,49	1,2141E+19
Pamplona	2018	3079614	1653,05	7271,57	18517,22	493,13	119,24	1,75269E+21
	2019	2851161	1765,91	6564,18	18304,76	457,12	128,95	2,26594E+21
Reus	2018	280582	155,12	948,5	1698,14	44,38	15,61	2,83524E+20
	2019	299418	170,57	979,9	1863,86	47,46	14,56	2,57194E+20
Salamanca	2018	163374	73,65	598,5	838,03	25,73	9,29	1,77583E+20
	2019	241919	70,99	957,35	928,13	38,18	12,09	2,04641E+20
San Sebastián	2018	4732808	2441,13	15396,16	18407,38	745,37	394,77	1,10818E+22
	2019	5011802	2669,07	16500,44	20802,63	791,51	384,52	1,01613E+22
Santiago-Rosalía de Castro	2018	38450309	9048,15	152814,23	116825,35	6075,27	2011,2	3,64077E+22
	2019	40176829	9135,06	159124,25	120339,44	6345,47	2096,53	3,78748E+22
Seve Ballesteros- Santander	2018	12074535	4440,48	44466,09	43654,69	1915,06	627,93	1,09598E+22
	2019	13259587	4435,86	50594,13	43923,66	2099,56	696,23	1,22889E+22
Sevilla	2018	61645914	12442,11	238178,26	192019,55	9740,36	3358,5	6,10664E+22
	2019	66928198	13445,41	257494,8	208867,06	10567,54	3628,01	6,81122E+22
Valencia	2018	40320160	13847,47	137887,31	156083,89	6390,63	2029,89	3,96567E+22
	2019	42091618	13807,35	146306,27	159960,38	6670,08	2087,6	3,99888E+22

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
Valladolid	2018	4132691	1159,42	17008,97	13539,86	652,8	202,94	3,62299E+21
	2019	3962118	1060,22	16279,5	12406,39	625,7	187,93	3,29799E+21
Vigo	2018	18891544	4645,66	71995,84	57246,55	2999,22	917,04	1,5652E+22
	2019	17389105	4202,81	63903,61	56024,77	2763,85	800,33	1,31689E+22
Vitoria	2018	11182808	4477,08	42521,48	30257,79	1765,39	467,67	7,36581E+21
	2019	9734502	4492,44	35006,14	28519,78	1534,94	435,46	7,00241E+21
Zaragoza	2018	3889985	962,62	14991,99	13023,22	616,03	185,64	3,1011E+21
	2019	2692264	735,06	10008,8	10074,28	426,25	122,77	2,035E+21
TOTAL	2018	983363886	222059,28	3855339,69	3090125,45	155695,14	54082,24	1,01042E+24
	2019	993210516	219131,38	3860685,34	3144159,24	157170,74	53345,13	9,95099E+23

4.2 VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para conocer la exactitud en los resultados obtenidos, se ha analizado el “Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” [10] que publicó el Gobierno de España, en concreto el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico” en marzo de 2021.

Este Inventario de Emisiones es una obligación de España para cumplir lo que establece el [11] “Reglamento nº 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a un mecanismo para el seguimiento y la notificación, a nivel nacional o de la Unión, de otra información relevante para el cambio climático, y por el que se deroga la Decisión 280/2004/CE”; por lo tanto, este Inventario es comunicado a la Comisión Europea en virtud de dicho Reglamento. Por otro lado, el Inventario es enviado también a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, como compromiso de España en el Convenio Marco sobre el Cambio Climático.

Este informe analiza siete grupos de emisiones de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Y otros gases que ha considerado de efecto invernadero indirecto, que también se han considerado en este trabajo: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM), óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x). Estas emisiones son analizadas por grupos: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Agricultura, Usos de la Tierra, Cambios de uso de la tierra y Silvicultura y Residuos. Dentro del grupo Energía existe un apartado específico para el Transporte, y dentro de este último apartado, uno para el transporte aéreo, y en concreto al tráfico aéreo nacional, que es el que nos interesa en este trabajo.

Este Inventario hace distinción entre dos tipos de operaciones:

- Lo que el Inventario denomina como CAD, es decir, ciclos de aterrizaje y despegue. A lo cual en este trabajo se ha denominado LTO, de sus siglas en inglés, más comúnmente utilizadas.
- Navegación en crucero.

A continuación, se muestra la tabla de resultados obtenidos en este Inventario, para tres de los gases contaminantes, en diferentes años:

Tabla 7. Emisiones contaminantes tráfico aéreo nacional, en kilotoneladas. (Fuente: Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero)

	2019	2005	2015	2018	2019
CO₂	1.655	3.998	2.487	3.025	3.127
CH₄	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05
N₂O	0,04	0,11	0,07	0,08	0,08

En esta Tabla 7, se muestran las emisiones tanto de los ciclos CAD (LTO) como del vuelo en crucero. Para poder comparar estos datos con los resultados de este trabajo, centraremos la comparativa en las emisiones de CO₂.

Para poder utilizar estos datos, tenemos que hacer varias consideraciones:

- En primer lugar, el número de CAD considerado en este trabajo difiere del que hemos considerado en nuestro estudio:

Tabla 8. Ciclos LTO 2018 y 2019, inventario estado vs estudio propio. Elaboración propia.

	2018-Inventario Estado	2018-Estudio propio	2019- Inventario Estado	2019- Estudio propio
CAD/LTO	472.996	438.826	497.533	481.686

En este trabajo se han considerado como media el 94,8 % de los ciclos LTO que establece el Inventario del Estado, esto es debido a las hipótesis que se han considerado, sólo se han tenido en cuenta aeropuertos peninsulares con tráfico comercial. Por lo tanto, podemos considerar que los datos son equivalentes.

- Por otro lado, en la Tabla 12 se tienen en cuenta las emisiones tanto por ciclo CAD/LTO como de la parte del vuelo crucero, sin embargo, en el alcance de este trabajo sólo se han considerado las emisiones del ciclo CAD/LTO.
El Inventario de Emisiones del Estado se basa en la metodología desarrollada por EUROCONTROL denominada FEIS "Aviation Fuel Burn and Emissions Inventory System Procedure". Este modelo está basado en la cantidad de combustible (gasolina o queroseno de aviación), que emplean las aeronaves que aterrizan o despegan en el

territorio objeto de estudio, siendo este modelo, más preciso que el que se ha considerado en este trabajo, al desarrollarse en este trabajo de un enfoque simple planteado por la OACI, el cual introduce importantes incertidumbres.

El propio [10] “Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” de marzo 2021 nos indica que un desarrollo más detallado sobre las emisiones CAD/LTO y en crucero, así como la metodología seguida, puede verse en la [12] “Ficha técnica de transporte aéreo, Sistema Español de Inventario de Emisiones, Metodologías de estimación de emisiones”, actualizada en mayo de 2019, sin embargo, los datos que se presentan en esta ficha técnica sólo están actualizados hasta 2017. Por lo que utilizaremos la siguiente tabla del [10] Inventario de Emisiones del Estado, para conocer los consumos de combustibles en cada fase de vuelo (CAD/LTO y crucero) y se hará una estimación de emisiones con los resultados obtenidos:

Tabla 9. Consumos de combustible por ciclo de vuelo en unidades energéticas de poder calorífico inferior. Datos de Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Elaboración propia.

	2018	2019
TOTAL (gasolina + queroseno de aviación)	41.485	42.890
TOTAL CAD (TJ_{CPI})	9.166	9.335
% del total	(22,1 %)	(21,8 %)
TOTAL Crucero	32.319	33.555
% del total	(77,9)	(78,2 %)

Considerando el consumo de combustible en cada fase del vuelo, obtendríamos lo que, según el Informe de Inventario Nacional, se emitiría en cada fase del vuelo. En la siguiente figura se muestra la comparativa entre el estudio propio de este trabajo y el Inventario Nacional para ciclos CAD/LTO.

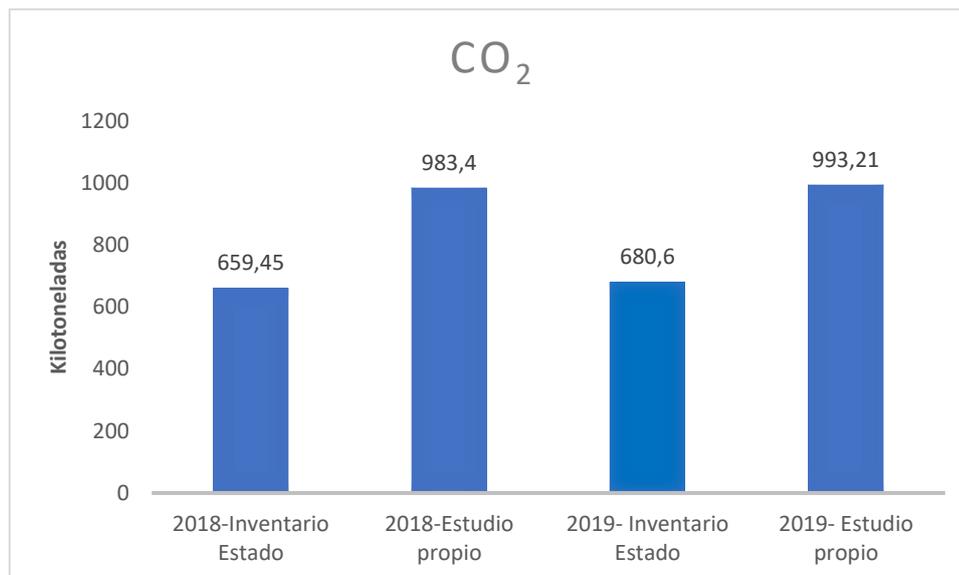


Figura 5. Comparativa de emisiones de CO₂ (kt) 2018 y 2019, entre Informe de Inventario Nacional y estudio propio. Elaboración propia.

Analizando estos resultados, en este estudio se han supuesto unas 320 toneladas de CO₂ más al año para los ciclos CAD/LTO que en el Informe de Inventario Nacional lo que supone en torno al 32 % del total de CO₂ emitido en estas operaciones.

Aunque este valor puede parecer una gran desviación, el objetivo de este trabajo es establecer una estimación de emisiones actuales y compararlas con unas supuestas aplicando la prohibición de vuelos cortos. En este estudio hemos realizado una gran cantidad de hipótesis, considerando siempre y en todos los casos la opción más contaminante, es decir, cuando hemos analizado las aeronaves de las que no tenemos datos, siempre se ha ido buscando una aeronave equivalente, pero con características ligeramente superiores, es decir igual o mayor peso máximo al despegue, igual o mayor longitud o igual o mayor empuje. Por lo tanto, era de esperar que las emisiones obtenidas fueran mayores que las que se obtendrían con otros modelos más detallados y preciosos. Por otro lado, hay que tener en cuenta que la metodología seguida consiste en el Enfoque Simple de la OACI, el cual ya indica en su definición que es el más impreciso sobre dimensionando las emisiones contaminantes.

4.2.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID BARAJAS

Adicionalmente al estudio que se ha realizado basándose en el [10] “Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero”. Se va a tomar el Aeropuerto Adolfo Suárez

Madrid Barajas, por el ser el que ha obtenido unos resultados de emisiones más altos, para comprobar los resultados obtenidos.

En la siguiente tabla se pueden ver las emisiones calculadas para el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas, para los años 2018 y 2019.

Tabla 10. Inventario de emisiones Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración Propia.

AÑO	CO ₂ (kilotoneladas)	HC (toneladas)	NO _x (toneladas)	CO (toneladas)	SO ₂ (kilogramos)	tPMmass (kilogramos)	nvPMnumber (kilogramos)
2018	304,6	70	1224	930,601	48291,19	16043,73	2,97021E+23
2019	303,9	69	1217	933,761	48175,15	15895,3	2,96802E+23

Mencionar que, aunque AENA publica informes mensuales sobre la calidad del aire en el Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas, [13] Red de Calidad del Aire del Aeropuerto Adolfo Suarez Madrid-Barajas (REDAIR), sería difícil hacer una comparativa entre estos datos del aeropuerto y los resultados obtenidos en este trabajo, puesto que en estas estaciones en las que se mide la calidad del aire, no se hace distinción entre la procedencia de las emisiones contaminantes. Por ejemplo, la estación número 3 se considera que está grandemente influenciada por la contaminación del tráfico rodado.

Por lo que se va a utilizar el [14] “Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera en el municipio de Madrid, años 1999-2019” del Ayuntamiento de Madrid. Este inventario de emisiones representa los resultados agrupados según la nomenclatura SNAP (“Selected Nomenclature for Air Pollution), los resultados que estamos buscando son los del grupo SNAP-08, que representa, “Otros modos de transporte y maquinaria móvil”, dentro de este grupo se contabilizan las emisiones de los aeropuertos.

En la siguiente tabla se pueden ver las emisiones del grupo SNAP-8 del año 2019 para dos contaminantes, en la última fila se indica el tanto por ciento el cual es provocado por los aeropuertos del Ayuntamiento, según el propio informe.

Tabla 11. Resultados SNAP 08 para "Otros modos de transporte y maquinarias móviles. Datos del Ayuntamiento de Madrid. Elaboración propia.

	CO ₂ (kt)	CO (t)
TOTAL 2019	855	2.484
% procedente de aeropuertos	(83 %) 709,65	(83 %) 2.061,72

Según AENA, en su web de estadísticas, los vuelos nacionales en este aeropuerto supusieron en 2019 un 32,5 % sobre el total de las operaciones. Si utilizamos esta

simplificación, y el dato obtenido en el apartado anterior, Tabla 9, en el que se indicaba que 21,8 % de las emisiones de las aeronaves en 2019 se producían durante la operación CAD/LTO, se obtienen los siguientes resultados de emisiones contaminantes según Inventario de Ayuntamiento de Madrid y según el estudio de este trabajo para dos contaminantes:

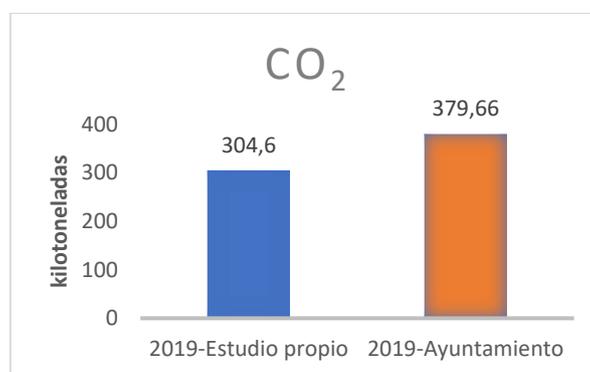


Figura 6. Comparativa CO₂ (kt) estudio propio vs Ayuntamiento de Madrid. Año 2019. Elaboración propia.

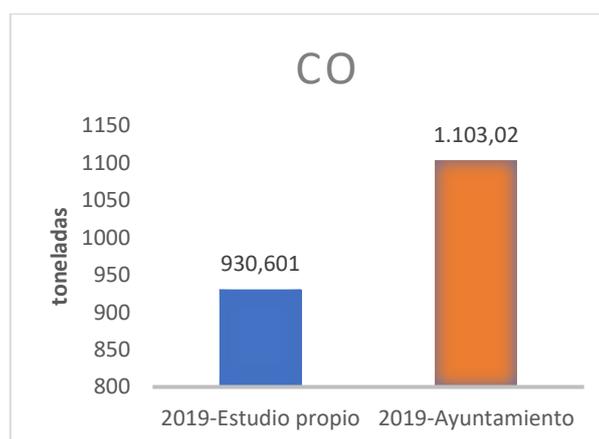


Figura 7. Comparativa CO (t) Estudio propio vs Ayuntamiento de Madrid. Año 2019. Elaboración propia.

En este caso los resultados muestran en torno al 22 % más de emisiones según la base de datos del Ayuntamiento de Madrid comparado con el resultado obtenido en este estudio. En este caso el Ayuntamiento de Madrid no hace distinción entre aeropuertos, es decir, cuanta con las emisiones del Aeropuerto de Cuatro Vientos. En términos cuantitativos las desviaciones también se pueden considerar aceptables.

Capítulo 5. Cálculo de emisiones eliminando rutas con tren a menos de 2:30 horas

5.1. RUTAS ACTUALES DE LOS AEROPUERTOS

Para que podamos hacernos una idea visual de la situación actual de trenes en la península, la [15] web de Renfe muestra la siguiente imagen sobre las líneas de Ave y Larga Distancia, en la cual las líneas moradas representan las líneas de Ave y las grises, los trenes de alta distancia.

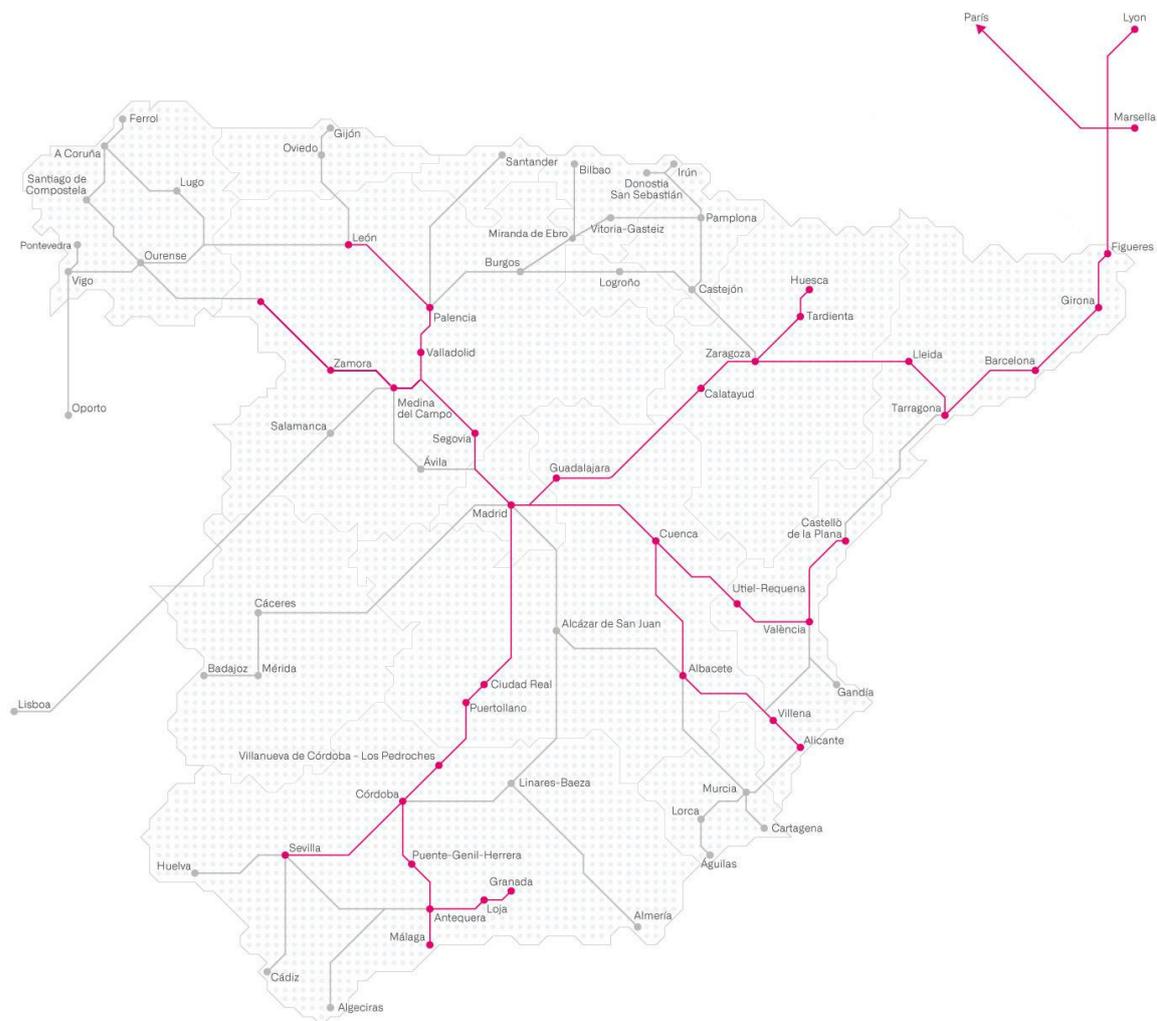


Figura 8 Mapa peninsular con líneas de AVE y tren de alta velocidad. (Fuente: [15] Renfe Web)

En este proyecto se han analizado todos los aeropuertos objeto de estudio con sus destinos y comprobado los tiempos que, según la página web [15] de Renfe, se tardaría en hacer la ruta en tren, las tablas de todos los aeropuertos se pueden ver en el Anexo II, a modo de ejemplo se muestra a continuación la tabla del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas, con todos sus destinos de los años 2018 y 2019 y el tiempo de la ruta en tren:

Tabla 12. Tiempo en tren de todos los destinos desde el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración propia.

ORIGEN: MADRID-BARAJAS, DESTINOS:	TIEMPO RUTA EN TREN
PALMA DE MALLORCA	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	2:30
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
SAN SEBASTIAN	5:23
GRAN CANARIA	N/A
VALENCIA	1:40
BILBAO	5:07
A CORUÑA	3:30
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	2:16
IBIZA	N/A
VIGO	4:12
MALAGA-COSTA DEL SOL	2:28
F.G.L. GRANADA - JAEN	3:17
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	3
MELILLA	N/A
JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	3:30
SEVILLA	2:34
ALMERIA	6:08
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	4:04
PAMPLONA	3:05
MENORCA	N/A
ASTURIAS	4:37
FUERTEVENTURA	N/A
TENERIFE SUR	N/A
BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	5:08
LOGROÑO-LA RIOJA	3:27
LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
VITORIA	3:49
EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	0:50
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	N/A
MURCIA/ SAN JAVIER	3:07
ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	2:34
ZARAGOZA	1:15
GIRONA	3:33
VALLADOLID	0:58
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	N/A

CORDOBA	1:42
LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	0:50
LEON	2:00
CASTELLÓN	3:05
ALBACETE / LOS LLANOS	1:30
REUS	7:38
SALAMANCA/ MATACAN	1:41
OTROS	N/A
HUESCA - PIRINEOS	2:13
BURGOS / VILLAFRIA	2:26
MADRID/TORREJON	N/A
LLEIDA - ALGUAIRE	1:59
MADRID/GETAFE	N/A
TERUEL	4:29
CADIZ / ROTA (BASE AERO-NAVAL)	4:09
SANTA CILIA DE JACA (HUESCA)	5:28
FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	0:27
COSTA NORTE-PUERTO DE VIVEIRO	4
SABADELL	2:30
AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	3:07
CIUDAD REAL	0:50
MORON (SEVILLA)	2:34
AERODROMO LA CAMINERA	N/A
LA GOMERA	N/A
CEUTA / HELIPUERTO	N/A
LA CERDAÑA (GIRONA)	2:54
GARRAY (SORIA)	2:54
CENTRE DE GESTIÓ D'EMERGÈNCIES	N/A
AFTN MESSAGES DISTRIBUTION	N/A

5.2 RUTAS EN TREN MENOS DE 2:30 HORAS

Analizando estos resultados podemos ver los viajes que en tren supondrían menos de 2 horas y media, a continuación, se muestran, como ejemplo, los aeropuertos de Adolfo Suárez Madrid Barajas, Barcelona El Prat y Málaga, por ser, entre los analizados, los que tienen mayor número de operaciones, el resto se pueden ver en el Anexo II:

Tabla 13. Destinos a menos de 2,5 horas en tren desde los aeropuertos: Adolfo Suárez Madrid Barajas, Barcelona El Prat y Málaga. Elaboración propia.

ORIGEN	DESTINO	RUTAS EN TREN MENOS DE 2:30 H
MADRID-BARAJAS	BARCELONA-EL PRAT J.T.	2:30
	VALENCIA	1:40
	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	2:16
	MALAGA-COSTA DEL SOL	2:28
	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	0:50
	ZARAGOZA	1:15
	VALLADOLID	0:58

ORIGEN	DESTINO	RUTAS EN TREN MENOS DE 2:30 H
	CORDOBA	1:42
	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	0:50
	LEON	2:00
	ALBACETE / LOS LLANOS	1:30
	SALAMANCA/ MATACAN	1:41
	HUESCA - PIRINEOS	2:13
	BURGOS / VILLAFRIA	2:26
	LLEIDA - ALGUAIRE	1:59
	FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	0:27
	SABADELL	2:30
	CIUDAD REAL	0:50
BARCELONA-EL PRAT	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:30
	GIRONA	0:38
	REUS	1:21
	ZARAGOZA	1:23
	CASTELLÓN	1:55
	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	2:30
	MADRID/TORREJON	2:30
	MADRID/GETAFE	2:30
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	SEVILLA	1:55
	F.G.L. GRANADA - JAEN	1:39
	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	1:53
	CORDOBA	0:49
	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	1:53
	CIUDAD REAL	1:53

5.3 NUEVAS EMISIONES CONTAMINANTES

A continuación, se muestran los resultados de las emisiones contaminantes supuestas del año 2018 y 2019 eliminando las rutas de las cuales existe una alternativa ferroviaria en menos de 2,5 horas.

En este caso, del total de emisiones de 2018 y 2019 se ha hecho una media aritmética para obtener un único resultado que pueda ser comparado con las emisiones reales de contaminantes de los años 2018 y 2019.

Tabla 14. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en los años 2018 y 2019 eliminando rutas cortas (en tren a menos de 2,5 horas). Elaboración propia.

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
A Coruña	2018	19931610	3556,5	75359,3	59262,3	3159,15	1057,33	1,87582E+22
	2019	21762673	3645,56	81372,24	65336,47	3445,52	1113,87	1,94676E+22
Adolfo Suárez Madrid-Barjas	2018	235656999	54090,76	951332,49	701233,42	37356,74	12093,89	2,20008E+23
	2019	238395255	53876,61	962086,23	709323,65	37784,2	12320,79	2,28533E+23
Intl. Región Murcia	2018	0	0	0	0	0	0	0
	2019	812382	647,95	2631,89	6835,52	128,19	42,63	7,29964E+20
Albacete	2018	70399	66,4	276,49	644,91	11,13	3,34	6,0855E+19
	2019	55871	74,33	161,87	692,92	8,84	3,14	6,0887E+19
Alicante-Elche Miguel Hernández	2018	24937084	5694,89	89079,65	83395,36	3935,37	1468,24	2,86281E+22
	2019	27260800	5711,67	100271,77	86739,89	4300,64	1616,19	3,1652E+22
Almería	2018	7488343	3180,17	21624,01	37136,56	1194,89	339,56	5,57596E+21

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
	2019	6524852	2841,83	19304,58	31888,04	1039,01	336,32	6,58529E+21
Asturias	2018	22663872	3638,63	85252,43	70595,29	3584,66	1346,4	2,42268E+22
	2019	24163820	4258,48	88676,3	76555,11	3816,4	1480,21	2,90109E+22
Badajoz	2018	1354581	854,17	3223,71	9088,28	217,4	52,44	7,10012E+20
	2019	1865537	955,37	4578,07	10848,94	298,61	70,06	9,94573E+20
Barcelona-El Prat J.T:	2018	205557525	37695,83	839503,88	602364,23	32493,56	12107,41	2,29073E+23
	2019	203840859	35186,5	814897,86	608506,03	32195,99	11388,33	2,11185E+23
Bilbao	2018	60123526	10153,83	227508,37	184054,38	9520,4	3390,36	6,17555E+22
	2019	62213284	9574,43	233724,15	189774,57	9846,79	3322,6	5,87269E+22
Burgos	2018	3410745	741,26	16603,27	9008,09	542,03	104,1	1,2278E+21
	2019	3733971	744,06	17783,4	9693,55	593,17	110,85	1,25609E+21
Córdoba	2018	15103	29,76	41,01	284,37	2,36	1,07	2,3573E+19
	2019	13977	39,5	17,72	382,14	2,17	1,28	2,9235E+19
FGL Granada-Jaén	2018	16751694	3202,08	62412,59	54596,4	2659,24	936,21	1,69693E+22
	2019	16032965	3055,43	60190,27	53525,81	2546,1	882,42	1,62593E+22
Girona-Costa Brava	2018	606653	626,67	2005,14	6239,01	95,92	31,44	5,64453E+20
	2019	591588	544,98	2027,87	5348,97	93,74	29,31	5,26868E+20
Huesca-Pirineos	2018	38967	24,78	113,29	185,69	6,16	1,83	3,1809E+19
	2019	16450	10,78	41,92	116,5	2,64	0,64	8,7928E+18
Jerez de la frontera	2018	10682682	3622,53	39530,71	37082,38	1691,62	613,6	1,12801E+22
	2019	10471782	3570,51	38432,05	37213,93	1658,35	576,71	1,04263E+22
León	2018	876160	595,96	1883,94	6251,18	140,79	35,32	4,93472E+20
	2019	1069691	336,65	2868,28	5055,98	170,09	33,02	3,57441E+20
Logroño	2018	586968	374,37	1326	3922,73	94,28	24,32	3,65495E+20
	2019	565499	363,44	1310,66	3798,02	90,83	23,18	3,35611E+20
Málaga-Costa del Sol	2018	47048478	11654,45	178354,51	158305,74	7431,91	2866,11	5,98688E+22
	2019	48022802	12191,22	180841,72	166367,65	7582,36	2829,45	5,87854E+22
Murcia San Javier	2018	170606	324,25	372,49	3152,19	26,72	12,45	2,71912E+20
	2019	4840	12,47	6,53	121,93	0,75	0,44	1,0941E+19
Pamplona	2018	3054499	1634,14	7174,21	18315,35	489,17	118,04	1,72898E+21
	2019	2818439	1719,68	6485,43	17859,71	451,99	126,55	2,20825E+21
Reus	2018	159162	104,19	516,55	1044,42	25,26	7,73	1,27275E+20
	2019	136806	114,27	432,91	1061,07	21,81	6,64	1,2163E+20
Salamanca	2018	134690	56,08	504,72	631,91	21,24	7,91	1,60128E+20
	2019	189902	45,77	754,45	645,35	29,96	9,98	1,78744E+20
San Sebastián	2018	4728808	2438,59	15383,9	18380,93	744,74	394,48	1,10734E+22
	2019	4998603	2651,49	16470,31	20632,93	789,45	383,34	1,01288E+22
Santiago-Rosalía de Castro	2018	38357134	8885	152596,86	115179,36	6060,78	2004,37	3,6274E+22
	2019	40111992	8998,54	158984,58	118976,92	6335,41	2091,41	3,77667E+22
Seve Ballesteros- Santander	2018	12074535	4440,48	44466,09	43654,69	1915,06	627,93	1,09598E+22
	2019	13259587	4435,86	50594,13	43923,66	2099,56	696,23	1,22889E+22
Sevilla	2018	61404917	12251,36	237355,5	190096,4	9702,37	3344,21	6,07871E+22
	2019	66661640	13239,15	256577,05	206771,03	10525,55	3612,69	6,7819E+22

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
Valencia	2018	33836014	10433,35	121591,19	120343,28	5358,53	1675,46	3,14618E+22
	2019	36617225	10628,72	132258,55	128065,95	5796,73	1787,05	3,3294E+22
Valladolid	2018	4042238	1107,81	16632,32	12995,84	638,47	199,19	3,56064E+21
	2019	3871371	1011,97	15946,15	11916,54	611,32	183,79	3,22969E+21
Vigo	2018	18862170	4621,04	71914,27	56983,77	2994,61	915,45	1,56287E+22
	2019	17372264	4180,03	63847,51	55799,4	2761,21	799,29	1,31471E+22
Vitoria	2018	11169862	4461,11	42481,92	30094,34	1763,35	467,01	7,35308E+21
	2019	9711024	4438,1	34967,82	27983,26	1531,29	433,57	6,96146E+21
Zaragoza	2018	3620684	763,95	13971,5	11110,17	573,5	173,03	2,88042E+21
	2019	2397293	491,91	9001,02	7889,22	379,78	107,91	1,76264E+21
TOTAL	2018	849416708	191324,39	3320392,31	2645632,97	134451,41	46420,23	8,61888E+23
	2019	865565044	189597,26	3357545,29	2709650,66	136938,45	46419,89	8,63849E+23
TOTAL, MEDIA	Media	857490876	190460,83	3338968,8	2677641,81	135694,93	46420,06	8,62869E+23

5.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para poder ver el impacto en estas emisiones de una manera más visual, podemos ver los siguientes gráficos, en los que se comparan las emisiones reales de los años 2018 y 2019, con la media supuesta-hipotética eliminando las rutas que tengan opción en tren en menos de 2:30 horas.

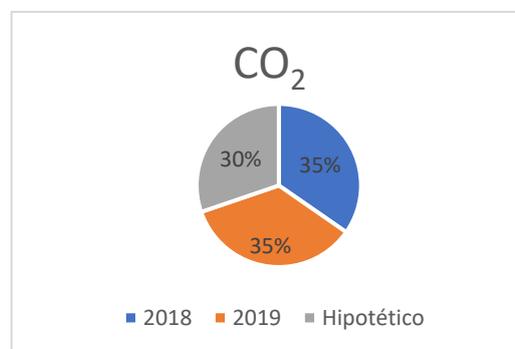
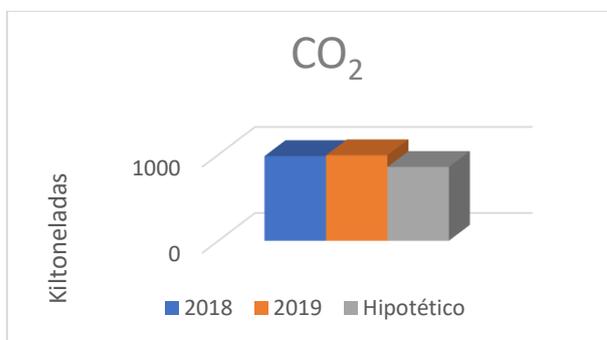


Figura 9. Emisiones CO₂ año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

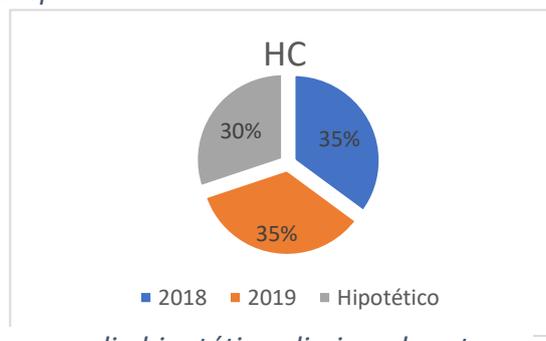
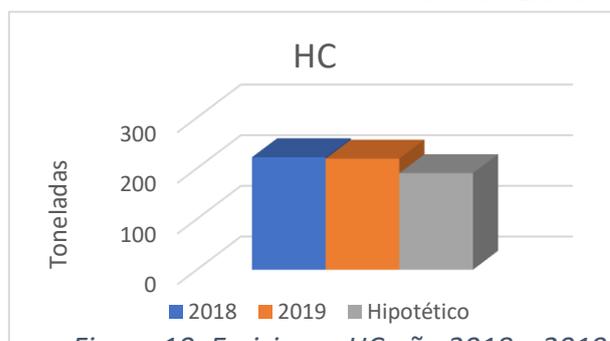


Figura 10. Emisiones HC año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

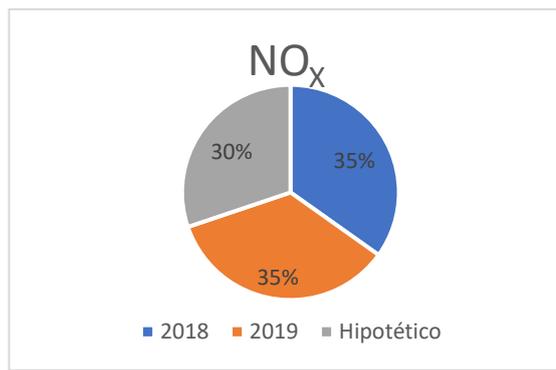
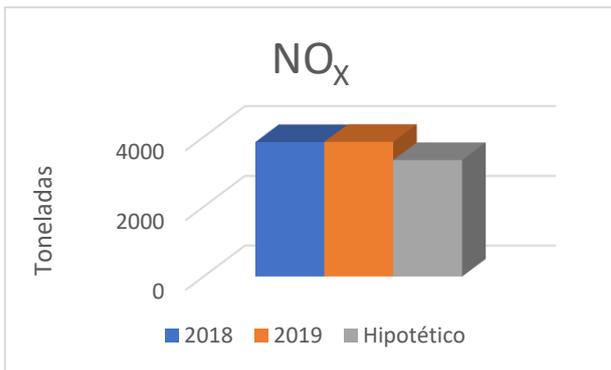


Figura 9. Emisiones NO_x año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

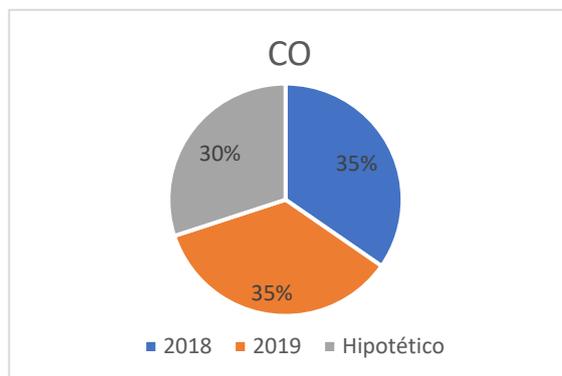
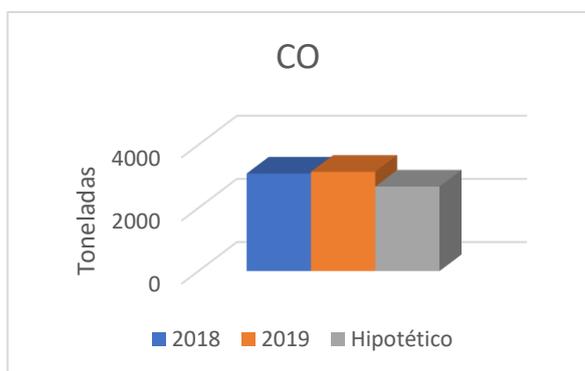


Figura 10. Emisiones CO año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia

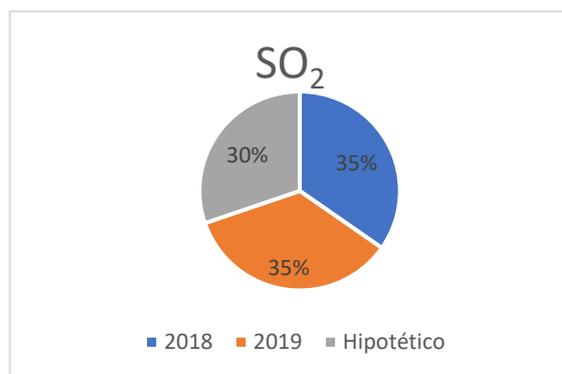
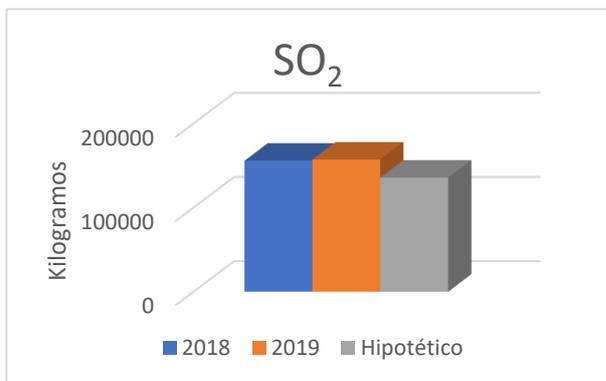


Figura 11. Emisiones SO₂ año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

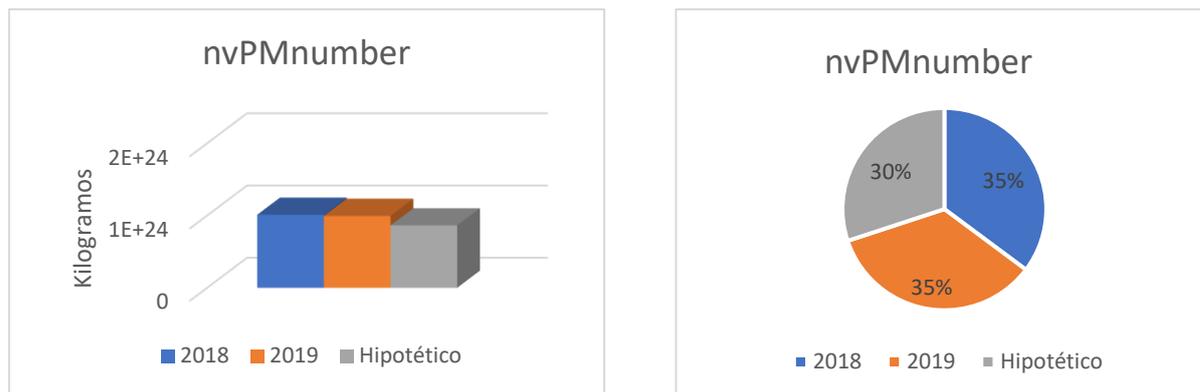


Figura 12. Emisiones nvPMnumber año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

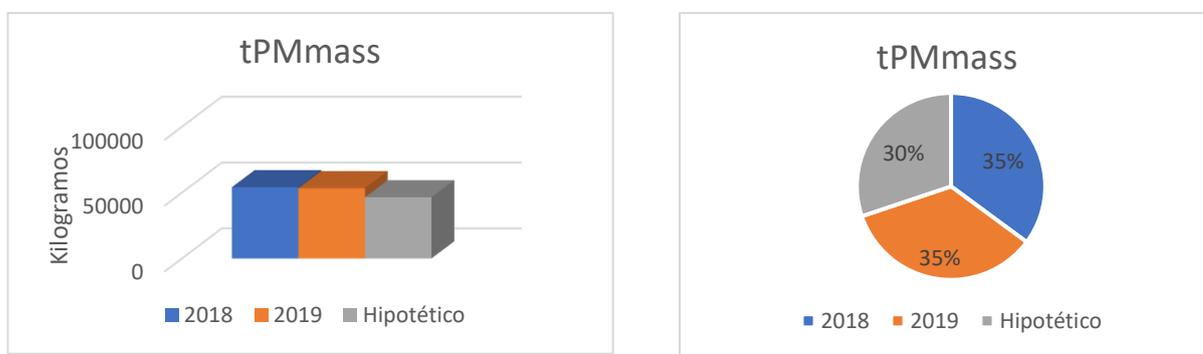


Figura 13. Emisiones tPMmass año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

Si analizamos los resultados numéricos, observaremos la siguiente reducción en cada contaminante:

- $CO_2 \rightarrow 131$ kt, que suponen un 13,23 %
- HC $\rightarrow 30$ t, que suponen un 13,66 %
- $NO_x \rightarrow 519$ t, que supone un 13,45 %
- CO $\rightarrow 439$ t, que supone un 14,1 %
- $SO_2 \rightarrow 21$ t, que supone un 13,25 %
- tPMmass $\rightarrow 7$ t, que supone un 13,58 %
- nvPMnumber $\rightarrow 1,39E+23$ kg, que supone un 13,95 %

Es decir, la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera debido a esta restricción supondría aproximadamente una reducción del 13% de cada contaminante, teniendo en cuenta únicamente los vuelos peninsulares comerciales, y que estamos analizando ciclos LTO (Despegue y aterrizaje).

Como se indicó en el Capítulo anterior, en la Tabla 9. Consumos de combustible por ciclo de vuelo en unidades energéticas de poder calorífico inferior. Datos de Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Elaboración propia.; se establece que

las emisiones contaminantes, asociadas en este caso únicamente al consumo de combustible (tanto gasolina como queroseno de aviación), durante los ciclos LTO suponen aproximadamente el 22 % de las emisiones contaminantes, siendo el otro 78 % asociado al vuelo en crucero. Teniendo en cuenta esta simplificación, podríamos establecer la hipótesis de que el total de emisiones mitigadas de la prohibición de vuelos cortos supondría una reducción de emisiones de:

- $CO_2 \rightarrow 595$ kt
- HC $\rightarrow 136,36$ t
- $NO_x \rightarrow 2.359$ t
- CO $\rightarrow 1.995$ t
- $SO_2 \rightarrow 95,45$ t
- tPMmass $\rightarrow 31,81$ t
- nvPMnumber $\rightarrow 6,32E+23$ kg

5.5 AEROPUERTOS CON MAYOR REPERCUSIÓN

Aunque en este trabajo se ha hecho un estudio global de todos los aeropuertos para poder obtener idea cuantitativa de reducción de emisiones contaminantes, no tendrá el mismo impacto en todos los aeropuertos, si analizamos aeropuerto por aeropuerto:

- **A coruña**; en este aeropuerto se prohibirían un total de unas 96 operaciones anuales (según el análisis del año 2018 se prohibirían 106 operaciones, y en el año 2019 se prohibirían 86 operaciones), como se puede ver en el Anexo II, correspondientes a rutas entre Santiago, Vigo y Ourense. Este aeropuerto ha tenido de media entre los años 2018 y 2019 un total de 9.303 operaciones comerciales nacionales. Por lo que podríamos decir que no tendría un impacto significativo en la operativa del aeropuerto, puesto que la prohibición supondría un 1 % sobre el total.
- **Adolfo Suárez Madrid Barajas**; en este aeropuerto se restringirían cerca de 33.000 operaciones anuales (según el análisis de este trabajo, se hubieran prohibido en 2018 un total de 33.348, y en 2019 un total de 32.066), en el Anexo II se puede ver cuáles serían las rutas afectadas, en este caso cabe destacar la prohibición del puente aéreo entre Madrid y Barcelona y las rutas hacia Málaga y Valencia. Entre el año 2018 y 2019 se produjeron 275.620 operaciones nacionales comerciales, es decir, una media por año de 137.810 operaciones. Por lo tanto, está hipotética prohibición de vuelos supondría casi un 24 % con respecto a este tipo de operación (nacional, comercial). En este caso podríamos considerar que sí tendría un efecto significativo sobre las operaciones de este aeropuerto, sin embargo, Adolfo Suárez Madrid Barajas es un Aeropuerto con un gran número de operaciones internacionales, por lo tanto, como podemos ver en la Figura 14, esta reducción del 24 % supondría un 7,7 % del total de las operaciones anuales comerciales del

aeropuerto. Aun así, podemos considerar que esta prohibición sí tendría repercusiones en el funcionamiento del aeropuerto.



Figura 14. Operaciones 2019 Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas. Elaboración propia.

Concretamente la reducción de emisiones por contaminante supondría, sobre este tipo de operación:

$CO_2 \rightarrow 67,24$ kt, que suponen un 22,1 %
 $HC \rightarrow 15,6$ t que suponen un 22,44 %
 $NO_x \rightarrow 264,4$ t, que supone un 21,65 %
 $CO \rightarrow 226,9$ t, que supone un 24,34 %
 $SO_2 \rightarrow 10,66$ t, que supone un 22,1 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 3,76$ t, que supone un 23,56 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 7,26E+22$ kg, que supone un 24,46 %

- **Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier;** en este caso analizaremos los dos aeropuertos como un único aeropuerto, puesto que el Aeropuerto Internacional de la Región de Murcia empezó a operar el 15 de enero de 2019, y hasta esa fecha era el Aeropuerto San Javier el que operaba los vuelos civiles. En este caso en el año 2019 se prohibirían 26 operaciones de un total de 659, y en el año 2018 un total de 16 operaciones de 275. Supone menos del 5 % de las operaciones anuales, por lo tanto, consideramos que no tiene un impacto significativo sobre el aeropuerto, y solo afectaría a sus conexiones con Alicante.
- **Albacete;** en este aeropuerto en el año 2018 se prohibirían 31 operaciones de un total de 82 operaciones, y el año 2019 se prohibirían 24 operaciones de 92, por lo tanto, se prohibirían una media de casi un 32 % de las operaciones al año. Este valor sí pudiera tener un impacto significativo en la viabilidad del aeropuerto con vuelos comerciales nacionales, puesto que, aunque el número de operaciones internacionales multiplica por dos las operaciones nacionales, sigue siendo en torno a un valor de 190 operaciones internacionales al año, un valor bajo en el que

suspender unos 30 movimientos anuales puede tener un impacto importante en el aeropuerto. Las cantidades de emisiones que se reducirían serían:

$CO_2 \rightarrow 22,9$ t, que suponen un 26,62 %
 HC $\rightarrow 32$ kg que suponen un 31,27 %
 $NO_x \rightarrow 59,26$ kg, que supone un 21,28 %
 CO $\rightarrow 312,6$ kg, que supone un 31,84 %
 $SO_2 \rightarrow 3,6$ kg, que supone un 26,5 %
 tPMmass $\rightarrow 1,52$ kg, que supone un 31,86 %
 nvPMnumber $\rightarrow 2,73E+19$ kg, que supone un 30,92 %

- **Alicante-Elche;** en este aeropuerto se prohibirían un total de 4.647 operaciones en 2018 de las 16.507, y un total de 4.280 en 2019 de las 16.588. Estas prohibiciones supondrían casi un 27 % menos de operaciones comerciales nacionales en este aeropuerto, afectada especialmente la ruta hacia Madrid. En este caso la hipotética prohibición sí tendría un impacto significativo en el funcionamiento de este aeropuerto. Aunque este aeropuerto tiene un importante número de operaciones internacionales, en 2019 fueron 84.572. Las cantidades que se mitigarían son:

$CO_2 \rightarrow 4,17$ kt, que suponen un 13,78 %
 HC $\rightarrow 2,3$ t, que suponen un 29,1 %
 $NO_x \rightarrow 10,1$ t, que supone un 9,62 %
 CO $\rightarrow 24,17$ t, que supone un 22,13%
 $SO_2 \rightarrow 665$ kg, que supone un 13,9 %
 tPMmass $\rightarrow 226$ kg, que supone un 12,78 %
 nvPMnumber $\rightarrow 5,09E+21$ kg, que supone un 14,46 %

- **Almería;** en este caso la prohibición de los vuelos es insignificante, afectado únicamente en las conexiones con el aeropuerto de Granada-Jaén, con el cual no suele operar y sólo ha habido 3 operaciones entre el año 2018 y 2019.
- **Asturias;** igual que en el caso anterior, la hipotética prohibición no tendría ningún impacto sobre este aeropuerto. Podemos ver en los datos analizados que las únicas operaciones que se prohibirían serían 2 conexiones con León, que son aisladas.
- **Badajoz;** la prohibición no tendría ninguna repercusión sobre este aeropuerto, puesto que simplemente afectaría a los vuelos con Mérida, y no es una ruta habitual, encontramos una única conexión con este aeropuerto en 2019.
- **Barcelona-El Prat;** en este caso, en el año 2018 se hubieran prohibido 17.144 operaciones de las 94.942 totales, y el año 2019, 17.287 de un total de 96.645. En este caso supone un total de casi un 18 %, siendo la ruta más afectada el puente aéreo con Madrid, como ya se ha indicado en el Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid Barajas. En este caso, debido al volumen de rutas nacionales e internacionales del aeropuerto, como se puede ver en la Figura 15, esta prohibición supondría un 5 % del total de operaciones comerciales, que podemos considerar que sí son significantes.



Figura 15. Operaciones 2019 Aeropuerto Barcelona-El Prat. Elaboración propia.

La mitigación de cada contaminante sería:

$CO_2 \rightarrow 51,83$ kt, que suponen un 20,21 %

HC $\rightarrow 7,46$ t que suponen un 17 %

$NO_x \rightarrow 224,18$ t, que supone un 21,32 %

CO $\rightarrow 140,57$ t, que supone un 18,84 %

$SO_2 \rightarrow 8,21$ t, que supone un 20,25 %

tPMmass $\rightarrow 2,89$ t, que supone un 19,74 %

nvPMnumber $\rightarrow 5,3E+22$ kg, que supone un 19,42 %

- **Bilbao;** este aeropuerto no tuvo ninguna conexión en los años 2018 y 2019 que tuvieran alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas, por lo tanto, no se vería afectado por la hipotética prohibición.
- **Burgos;** en este caso la prohibición no tendría ningún impacto sobre el aeropuerto, solo habiendo 5 operaciones entre los dos años estudiados con una alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas.
- **Córdoba;** este aeropuerto es un aeropuerto con muy pocas operaciones anuales, en el caso de las operaciones estudiadas en 2018 tuvo 36 y en el año 2019 un total de 58, de las cuales se prohibirían 16 y 26 respectivamente. Siendo un número importante, entorno al 23 % de las operaciones. Además, este aeropuerto no tiene prácticamente operaciones internacionales, 21 operaciones en el año 2019. Por lo cual está prohibición si afectaría a este aeropuerto, aunque su número actual de operaciones ya es muy bajo. La mitigación de cada contaminante sería:

$CO_2 \rightarrow 14$ t, que suponen un 49 %

HC $\rightarrow 29$ kg, que suponen un 45,61 %

$NO_x \rightarrow 32,55$ kg, que supone un 52,57 %

CO $\rightarrow 281,6$ kg, que supone un 45,8 %

$SO_2 \rightarrow 2,19$ kg, que supone un 49,16 %

tPMmass $\rightarrow 1,04$ kg, que supone un 49,95 %

nvPMnumber \rightarrow 2,24E+19 kg, que supone un 45,88 %

- **FGL Granda-Jaen;** en este aeropuerto hubo un total de 8.146 operaciones nacionales comerciales en el año 2018, de las cuales existe una alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas en 68 operaciones. En el caso de 2019 fueron 66 del total de 8.328 operaciones. Por lo tanto, podemos considerar que en este aeropuerto no tendría gran repercusión la hipotética prohibición en su funcionamiento.
- **Girona-Costa Brava;** de las 641 operaciones en 2018 se hubieran prohibido 85 de ellas, en el 2019 de los 638 totales, se hubieran prohibido 103. Esto supone casi un 15 % de reducción en las operaciones nacionales comerciales. En cuanto a cantidades de emisiones, se mitigarían las siguientes:

$CO_2 \rightarrow$ 106,72 t, que suponen un 15,12 %
 HC \rightarrow 104,86 kg, que suponen un 15,18 %
 $NO_x \rightarrow$ 353 kg, que supone un 14,9 %
 CO \rightarrow 1,1 t, que supone un 15,37 %
 $SO_2 \rightarrow$ 16,78 kg, que supone un 15,03 %
 tPMmass \rightarrow 6,12 kg, que supone un 16,74 %
 nvPMnumber \rightarrow 1,15E+20 kg, que supone un 17,42 %

- **Huesca-Pirineos;** este aeropuerto tiene muy pocas operaciones anuales, por lo que, aunque el impacto no parece muy significativo (19 operaciones entre los años 2018 y 2019, debidas, principalmente, a conexiones con Madrid y Zaragoza), este aeropuerto ha tenido 57 operaciones nacionales comerciales, objeto de estudio, por lo que podemos suponer que el impacto sería significativo en cuanto operaciones. Sin embargo, en cantidad de emisiones no es tan significativo, como se puede ver a continuación:

$CO_2 \rightarrow$ 12,5 t, que suponen un 31,18 %
 HC \rightarrow 10,34 kg, que suponen un 36,77 %
 $NO_x \rightarrow$ 36,98 kg, que supone un 32,27%
 CO \rightarrow 87,55 kg, que supone un 36,68 %
 $SO_2 \rightarrow$ 1,99 kg, que supone un 31,14 %
 tPMmass \rightarrow 0,69 kg, que supone un 35,84 %
 nvPMnumber \rightarrow 1,27E+19 kg, que supone un 38,46 %

- **Jerez de la Frontera;** la hipotética prohibición no tendría un impacto importante sobre este aeropuerto, prohibiéndose 76 operaciones entre el año 2018 y 2019 de las 9.775 totales.
- **León;** en este aeropuerto tampoco habría una repercusión significativa, afectando principalmente a conexiones con Valladolid y con Madrid; de las 1.742 operaciones totales de los años 2018 y 2019 sólo se verían afectas 59 de ellas, es decir, en torno al 3 %.

- **Logroño;** en este caso tampoco existiría ninguna repercusión sobre la operativa del mismo puesto que entre los años 2018 y 2019 sólo se hubieran restringido 3 operaciones al aeropuerto de Zaragoza.
- **Málaga-Costa del Sol;** en este aeropuerto se produjeron entre 2018 y 2019 un total de 56.650 operaciones nacionales comerciales, de las cuales solo 273 operaciones tienen una alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas, que no supone ni un 0,5 % del total, por lo cual esta hipotética prohibición no tendría ningún impacto sobre el aeropuerto.
- **Pamplona;** en este caso la prohibición tampoco tendría ninguna repercusión, de las 5.702 operaciones entre los años 2018 y 2019, sólo 63 operaciones estarían restringidas, es decir, un 1,1 %.
- **Reus;** de las 1.140 operaciones comerciales nacionales del aeropuerto entre los años 2018 y 2019, 160 fueron a Barcelona y Lleida, con alternativas ferroviarias a menos de 2,5 horas. Esto supone un 14,5 % de la operación, teniendo en cuenta que el aeropuerto de Reus en 2019 tuvo 1.582 operaciones internacionales, la prohibición afectaría al 7 % de sus vuelos, por lo tanto, se puede considerar que sí tendría impacto en el aeropuerto. A continuación se muestran las emisiones mitigadas:

$CO_2 \rightarrow 142$ t, que suponen un 48,97 %
 $HC \rightarrow 53,61$ kg, que suponen un 32,92 %
 $NO_x \rightarrow 489,47$ kg, que supone un 50,76 %
 $CO \rightarrow 728$ kg, que supone un 40,89 %
 $SO_2 \rightarrow 22,38$ kg, que supone un 48,75 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 7,9$ kg, que supone un 52,37 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,46E+20$ kg, que supone un 53,97 %

- **Salamanca;** se trata de un aeropuerto con un bajo número de operaciones, de las operaciones nacionales comerciales en 2018 solo tuvieron lugar 100 movimientos y el 2019 un total de 105; En estos años se efectuaron 44 operaciones con alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas, todas ellas con Madrid y Valladolid. Por lo tanto, una reducción del 21 % de las operaciones nacionales sí tendría impacto en el aeropuerto. Además, este aeropuerto tiene un escaso volumen de vuelos internacionales, en el año 2019 sólo se produjeron 51 operaciones. Las emisiones mitigadas se pueden ver a continuación:

$CO_2 \rightarrow 40,35$ t, que suponen un 19,91 %
 $HC \rightarrow 21,4$ kg, que suponen un 29,58 %
 $NO_x \rightarrow 148,34$ kg, que supone un 19,1 %
 $CO \rightarrow 244,45$ kg, que supone un 27,68 %
 $SO_2 \rightarrow 6,35$ kg, que supone un 19,89 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 1,75$ kg, que supone un 16,32 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 2,17E+19$ kg, que supone un 11,34 %

- **San Sebastián;** del total de las 9.503 operaciones nacionales comerciales de entre 2018 y 2019, solo 25 de ellas se produjeron entre aeropuertos con alternativa en tren a menos de 2,5 horas. Por lo tanto, esta hipotética prohibición no tendría impacto en este aeropuerto.
- **Santiago Rosalía de Castro;** en este aeropuerto la posible restricción de operaciones no tendría un impacto significativo, puesto que del total de las 31.403 operaciones nacionales comerciales entre los años 2018 y 2019, sólo 203 de ellas tenían alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas.
- **Santander Seve Ballesteros;** en este caso tampoco habría ninguna repercusión en este aeropuerto. Entre los años 2018 y 2019 no tuvo lugar ningún vuelo que tuviera alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas.
- **Sevilla;** de las 53.694 operaciones comerciales nacionales entre los años 2018 y 2019, sólo 372 estarían sujetas a la restricción. Por lo tanto, no habría impacto significativo en el aeropuerto.
- **Valencia;** en 2018 se produjeron 26.151 operaciones nacionales comerciales en el aeropuerto, y en 2019 un total de 26.277, de las cuales 6.909 y 5.778 respectivamente serían conexiones objeto de prohibición, destacando las conexiones con Madrid. Esto supone un 24 % en este tipo de operación, lo cual supone un impacto significativo en el aeropuerto. Las cantidades de emisiones mitigadas son:

$CO_2 \rightarrow 6 \text{ kt}$, que suponen un 14,51 %

$HC \rightarrow 3,3 \text{ t}$, que suponen un 23,84 %

$NO_x \rightarrow 15,17 \text{ t}$, que supone un 10,68 %

$CO \rightarrow 33,82 \text{ t}$, que supone un 21,4 %

$SO_2 \rightarrow 952 \text{ kg}$, que supone un 14,6 %

$tPM_{mass} \rightarrow 327 \text{ kg}$, que supone un 15,91 %

$nvPM_{number} \rightarrow 7,44E+21 \text{ kg}$, que supone un 18,7 %

- **Valladolid;** en este aeropuerto se produjeron 3.318 operaciones comerciales nacionales entre los años 2018 y 2019, de las cuales 106 serían objeto de prohibición. En este caso supondría un 3 % en este tipo de operaciones, por lo cual, no se considera que tuviera repercusión significativa en el aeropuerto.
- **Vigo;** en este caso la restricción no tendrá un impacto significativo, habiéndose producido 17.568 operaciones de esta categoría en los años 2018 y 2019 de las cuales solo 39 tuvieron una ruta alternativa a menos de 2,5 horas.
- **Vitoria;** este aeropuerto tuvo un total de 6.628 operaciones comerciales nacionales entre los años 2018 y 2019, solo 51 podrían ser objeto de prohibición, por lo tanto, no se considera un impacto importante en este aeropuerto.
- **Zaragoza;** de las 3.086 operaciones entre los años 2018 y 2019, 386 tienen una alternativa en tren en menos de 2,5 horas, principalmente con conexiones entre Madrid y Barcelona. Esto supone un 12,5 % del total, por lo cual se puede considerar que sí tendría repercusión en este aeropuerto. Aunque considerando sus vuelos

internacionales, 5.778 operaciones en 2019, la prohibición solo supondría una reducción del 3 % en las operaciones del aeropuerto. Las cantidades de emisiones mitigadas son:

$CO_2 \rightarrow 282,2$ t, que suponen un 8,57 %
 $HC \rightarrow 221$ kg, que suponen un 26,02 %
 $NO_x \rightarrow 1,1$ t, que supone un 8,11 %
 $CO \rightarrow 2,1$ t, que supone un 17,71 %
 $SO_2 \rightarrow 44,5$ kg, que supone un 8,54 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 13,74$ kg, que supone un 8,9 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 2,47E+20$ kg, que supone un 9,6 %

Como podemos ver en el análisis de los resultados, podemos decir que hay dos tipos de aeropuertos que se verían afectados por la hipotética prohibición:

- **Grandes aeropuertos:** dentro de este grupo estarían los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid Barajas y Barcelona-El Prat, estos dos aeropuertos cancelarían el puente aéreo. Además, desde Madrid se verían afectadas las rutas hacia Málaga y Valencia.
- **Medianos y pequeños aeropuertos:** AENA hace una clasificación de sus aeropuertos según el número de pasajeros anuales (siete categorías: Adolfo Suárez Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat, Palma de Mallorca, Grupo Canarias, Grupo I, Grupo II y Grupo III), siguiendo esta clasificación los aeropuertos medianos y pequeños que se verían afectados por la prohibición serían:
 - Grupo I, con más de 2 millones de pasajeros al año, **Alicante-Elche** y **Valencia**, ambos aeropuertos se ven afectados especialmente por su prohibición de rutas a Madrid; y **Girona** por sus rutas a Barcelona, en menor medida.
 - Grupo II, entre 0,5 y 2 millones de pasajeros anuales, **Reus** y **Zaragoza**.
 - Grupo III, menos de 0,5 millones de pasajeros al año, **Albacete**, **Córdoba**, **Huesca-Pirineos**, **Salamanca**

Podemos concluir que los aeropuertos que tendrían un impacto importante en sus operaciones serían los aeropuertos de Adolfo Suárez Madrid Barajas y Barcelona-El Prat, puesto que los pequeños y medianos aeropuertos, aunque tuvieran repercusión según su número de operaciones, las prohibiciones de operaciones serían mucho menores. Por otro lado, los grandes aeropuertos tienen un número muy significativo de operaciones internacionales que harían que el impacto fuera más sostenible.

Si observamos los aeropuertos de las Comunidades Autónomas más al norte de la península, Galicia, Asturias, Cantabria o el País Vasco, vemos que en sus aeropuertos no tendría ninguna repercusión la hipotética prohibición debido en buena parte a la falta de infraestructura ferroviaria en esa zona de España. En el siguiente capítulo se analizará qué rutas podrían verse afectadas en el año 2050 debido a una mejora en las rutas de trenes.

Capítulo 6. Cálculo emisiones con rutas alternativas en 2050

6.1 RUTAS ALTERNATIVAS 2050

En el capítulo anterior hemos analizado qué impacto tendría la hipotética prohibición de operaciones en las que exista una ruta alternativa en tren a menos de 2,5 horas, teniendo en cuenta la infraestructura y tecnología de trenes actuales. Sin embargo, esta posible prohibición no tendría lugar a día de hoy, si no dentro de casi 30 años, por lo es fácil entender que en ese momento existirán rutas de trenes mejoradas y nuevas infraestructuras que conecten ciudades mediante trenes de alta velocidad que en la actualidad no existen. En esta parte del trabajo se van a hacer estas suposiciones sobre rutas actuales de trenes mejoradas y nuevas infraestructuras, que podrían suponer un impacto mayor en la prohibición de operaciones aéreas que las supuestas en el capítulo anterior. Sin embargo, no se va a hacer una prognosis del tráfico, no sé va a analizar cómo podría subir o bajar el tráfico aéreo en los aeropuertos dentro de 30 años, buscando únicamente como objetivo poder evaluar, hacer una comparación de reducción de emisiones.

6.2 SUPOSICIONES NUEVAS RUTAS FERROVIARIAS, RUTAS MEJORADAS

A continuación, se hará una suposición de rutas mejoradas y algunas nuevas que conectarían ciudades en menos de 2,5 horas, todas ellas con su justificación:

- Madrid-Sevilla; según [15] la página oficial de Renfe en la actualidad la ruta en tren más corta entre estas ciudades es de 2 horas y 34 minutos, para ser exactos con la hipotética prohibición de las 2,5 horas, no se ha eliminado esta ruta en el capítulo anterior, sin embargo, en esta parte del trabajo se ha de eliminar, entendiendo que el tiempo de diferencia es mínimo y podemos suponer que en un futuro cercano puede ser una conexión de 2,5 horas.
- Vitoria-Bilbao; en la actualidad no hay opción de ruta en tren directa entre estas ciudades, pero existe un proyecto que indica que en 2027 podrían estar conectadas por tren, por lo tanto, se trata de ciudades muy cercanas que el tiempo de conexión sería mucho menor a 2,5 horas.
- Murcia-Almería; en la actualidad no hay opción en tren directo entre estas dos ciudades del sur de España. Ya existe un proyecto de conectar estas ciudades mediante tren de alta velocidad que podría estar operativo en 2026, ciudades que por su proximidad estarían conectadas en menos de 2,5 horas.

- León-A Coruña; en la actualidad estas ciudades están conectadas por tren a más de 5 horas, existía basado en el [16] Plan Estratégico de Infraestructuras Y transportes de 2005, que pretendía conectar estas dos ciudades por tren de alta velocidad, aunque en la actualidad este proyecto no se ha llevado a cabo, en esta parte del trabajo supondremos que este proyecto se desarrollará y, las ciudades que se encuentran a algo más de 300 km, se conectarán en tren en menos de 2,5 horas.
- León-Santiago; basándonos en la misma suposición que en el caso anterior, se va a suponer la conexión de estas dos ciudades en tren a menos de 2,5 horas.
- Sevilla-Salamanca; aunque nunca se llevó a cabo ni el proyecto está abierto, en ocasiones se ha planteado la apertura de la ruta de la plata, si se conectaran estas dos ciudades en tren de alta velocidad el recorrido tendría una duración de menos de 2,5 horas, pues ambas ciudades se encuentran a menos de 500 km.
- Madrid-Murcia; ciudades conectadas actualmente por tren a 3:07 horas. La línea de alta velocidad que une Madrid-Alicante, podría prolongarse hasta Murcia en los próximos años, conectando estas ciudades en menos de 2,5 horas.

A parte de estos proyectos, que ya han sido planteados en algún momento por los diferentes Gobiernos, si tomamos un mapa de España hay ciudades que o bien por su proximidad o porque ya hay líneas de alta velocidad que llegan a ciudades cercanas, podrían estar conectadas en tren a menos de 2,5 horas en el año 2050, por esto, las conexiones que se van a eliminar en este trabajo son las siguientes (el orden de los aeropuertos o la ciudad indicada como origen no es significativo, entendiendo que las conexiones van a afectar a origen/destino de manera equivalente, el estudio se ha comenzado según el orden que ofrece AENA en la descarga de datos de su web estadística):

- A Coruña-Madrid
- Madrid-Santiago
- Murcia-Valencia
- Murcia-Granada
- Murcia-Málaga
- Alicante-Barcelona
- Alicante-Almería
- Asturias-Vitoria
- Asturias-San Sebastián
- Asturias-Santander
- Asturias-Bilbao
- Badajoz-Madrid
- Barcelona-Valencia
- Bilbao-San Sebastián
- Bilbao-Santander
- Bilbao-Burgos
- Bilbao-Logroño
- Bilbao-Pamplona
- Burgos-Santander
- Burgos-San Sebastián

En la tabla indica año 2018 y 2019, puesto que se han usado los datos de operaciones de estos años y según las operaciones de estos años se han eliminado las rutas de la hipotética prohibición, en la última línea se ha hecho una media del total de los dos años analizados, suponiendo que serían las emisiones en 2050.

Tabla 15. Resultado del cálculo de emisiones contaminantes en el año 2050 (usando de base años 2018 y 2019 eliminando rutas cortas) Elaboración propia.

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
A Coruña	2018	8087444	1309,16	29888,87	26918,66	1274,51	513,7	9,89303E+21
	2019	9680918	1367,24	35163	31726,69	1525,24	581,32	1,08964E+22
Adolfo Suárez Madrid-Barajas	2018	204430494	48052,63	831100,33	606323,37	32410,11	10416,6	1,90011E+23
	2019	205007703	47109,03	835303,62	606303,9	32501,95	10465,04	1,92874E+23
Intl. Región Murcia	2018	0	0	0	0	0	0	0
	2019	663276	393,46	2246,77	4384,81	104,85	32,37	5,28362E+20
Albacete	2018	70399	66,4	276,49	644,91	11,13	3,34	6,0855E+19
	2019	55871	74,33	161,87	692,92	8,84	3,14	6,0887E+19
Alicante-Elche Miguel Hernández	2018	16724311	4518,19	58387,97	57610,72	2640,77	946,29	1,85544E+22
	2019	18769290	4580,53	68639,59	60328,17	2962,27	1086,98	2,1509E+22
Almería	2018	7481063	3156,36	21617,1	36904,41	1193,77	338,82	5,55861E+21
	2019	6518440	2818,59	19300,66	31661,24	1038,03	335,62	6,56849E+21
Asturias	2018	22614131	3568,89	85133,87	69861,03	3576,88	1342,99	2,41639E+22
	2019	24131008	4211,42	88599,55	76065,57	3811,25	1477,98	2,89677E+22
Badajoz	2018	659196	387,99	1727,26	4125,38	105,75	25,03	3,34976E+20
	2019	717611	235,53	2004,67	3351,6	114,25	21,17	2,15207E+20
Barcelona-El Prat J.T:	2018	192358213	35099,81	787518,3	560124,14	30407,84	11373,48	2,15833E+23
	2019	190329125	32770,77	761785,74	566126,9	30061,68	10656,41	1,98119E+23
Bilbao	2018	60027813	10092,35	227176,15	183387,32	9505,28	3385,67	6,1682E+22
	2019	62110686	9517,82	233384,16	189154,3	9830,57	3317,66	5,86495E+22
Burgos	2018	3398486	726,96	16559,08	8875,02	540,09	103,45	1,21511E+21
	2019	3711079	739,08	17670,71	9634,25	589,53	110,14	1,24771E+21
Córdoba	2018	13729	24,78	40,17	235,77	2,15	0,92	1,9973E+19
	2019	12603	34,52	16,88	333,54	1,96	1,13	2,5635E+19
FGL Granada-Jaén	2018	16749833	3200,95	62406,91	54584,87	2658,94	936,15	1,69685E+22
	2019	16031591	3050,45	60189,43	53477,21	2545,89	882,27	1,62557E+22
Girona-Costa Brava	2018	555577	561,77	1879,57	5605,39	87,83	28,52	5,08628E+20
	2019	521849	480,77	1841,89	4706,25	82,67	25,91	4,71014E+20
Huesca-Pirineos	2018	38967	24,78	113,29	185,69	6,16	1,83	3,1809E+19
	2019	16450	10,78	41,92	116,5	2,64	0,64	8,7928E+18
Jerez de la frontera	2018	10682682	3622,53	39530,71	37082,38	1691,62	613,6	1,12801E+22
	2019	10471782	3570,51	38432,05	37213,93	1658,35	576,71	1,04263E+22
León	2018	869748	572,72	1880,02	6024,38	139,81	34,62	4,76672E+20

AEROPUERTO	AÑO	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber
	2019	1056400	303,57	2847,8	4727,99	168,03	31,82	3,30289E+20
Logroño	2018	579458	371,43	1290,15	3890,33	93,09	24,06	3,61875E+20
	2019	562341	361,04	1302,39	3776,8	90,32	23,06	3,33707E+20
Málaga-Costa del Sol	2018	41472559	9153,2	162431,8	129874,49	6546,71	2537,33	5,26709E+22
	2019	42712415	9639,24	165642,79	137943,43	6739,57	2505,72	5,15886E+22
Murcia San Javier	2018	97580	182,94	216,57	1768,48	15,27	7,26	1,58924E+20
	2019	641	0,29	1,88	2,35	0,1	0,07	2,36E+18
Pamplona	2018	3052344	1631,56	7169,78	18290,1	488,83	117,88	1,7249E+21
	2019	2801177	1711,18	6432,69	17797,16	449,25	125,71	2,19397E+21
Reus	2018	159162	104,19	516,55	1044,42	25,26	7,73	1,27275E+20
	2019	136806	114,27	432,91	1061,07	21,81	6,64	1,2163E+20
Salamanca	2018	134232	54,42	504,44	615,71	21,17	7,86	1,58928E+20
	2019	189902	45,77	754,45	645,35	29,96	9,98	1,78744E+20
San Sebastián	2018	4709923	2412,18	15343,66	18108,02	741,78	393,3	1,10534E+22
	2019	4986415	2638,96	16438,53	20502,93	787,53	382,65	1,01187E+22
Santiago-Rosalía de Castro	2018	26072288	6738,18	102693,91	79798,02	4120,01	1294,3	2,30237E+22
	2019	27419767	6804,43	107998,79	82008,17	4331,4	1355,94	2,40328E+22
Seve Ballesteros-Santander	2018	12013198	4382,21	44259,84	43048,82	1905,41	624,55	1,09001E+22
	2019	13205295	4393,12	50385,45	43481,21	2091	693,6	1,2242E+22
Sevilla	2018	54421463	10745,81	212685,36	164397,13	8598,93	2927,73	5,30049E+22
	2019	58378229	11140,52	228042,84	176549,91	9219,58	3041,18	5,47163E+22
Valencia	2018	31540865	9531,17	113882,38	110322,22	4994,54	1544,24	2,90732E+22
	2019	34347956	9873,59	124596,45	118769,01	5437,32	1668,89	3,1221E+22
Valladolid	2018	4042238	1107,81	16632,32	12995,84	638,47	199,19	3,56064E+21
	2019	3871371	1011,97	15946,15	11916,54	611,32	183,79	3,22969E+21
Vigo	2018	18862170	4621,04	71914,27	56983,77	2994,61	915,45	1,56287E+22
	2019	17372264	4180,03	63847,51	55799,4	2761,21	799,29	1,31471E+22
Vitoria	2018	11154796	4409,08	42470,25	29586,79	1761,04	465,42	7,31533E+21
	2019	9697431	4396,55	34954,14	27571,48	1529,2	432,23	6,93068E+21
Zaragoza	2018	3620684	763,95	13971,5	11110,17	573,5	173,03	2,88042E+21
	2019	2397293	491,91	9001,02	7889,22	379,78	107,91	1,76264E+21
TOTAL	2018	756695046	171195,44	2971218,87	2340327,75	119771,26	41304,34	7,68235E+23
	2019	767884985	168071,27	2993408,3	2385719,8	121487,35	40942,97	7,58975E+23
TOTAL MEDIA	2050	762290015,5	169633,36	2982313,59	2363023,77	120629,31	41123,655	7,63605E+23

6.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Igual que en el capítulo anterior, se muestra el impacto en estas emisiones mediante las siguientes gráficas, en los que se comparan las emisiones reales de los años 2018 y 2019,

con la media supuesta-hipotética eliminando las rutas que tengan opción en tren en menos de 2:30 horas en 2050.

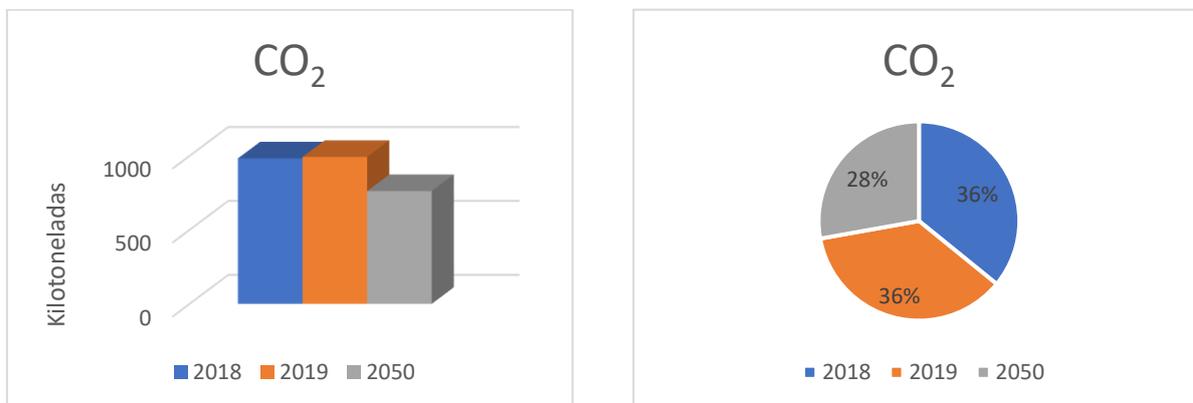


Figura 17. Emisiones CO₂ año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas en 2050. Elaboración propia.

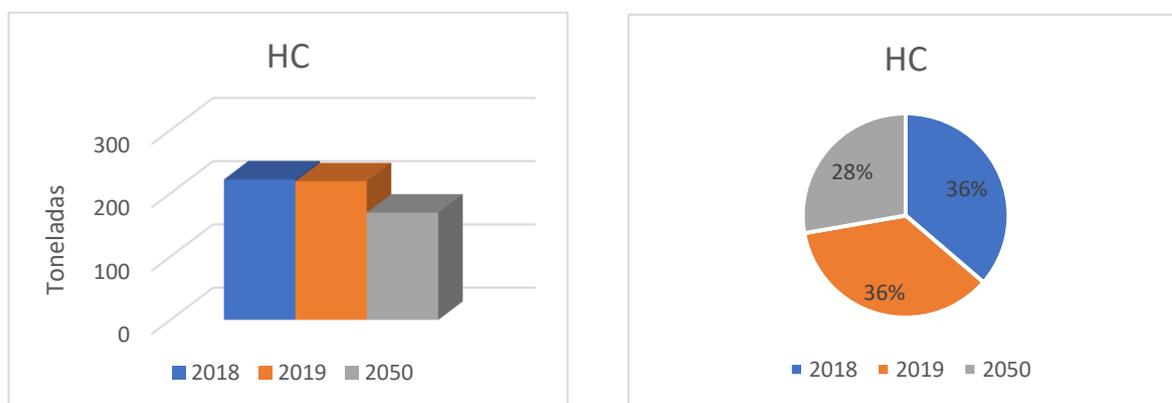


Figura 18. Emisiones HC año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

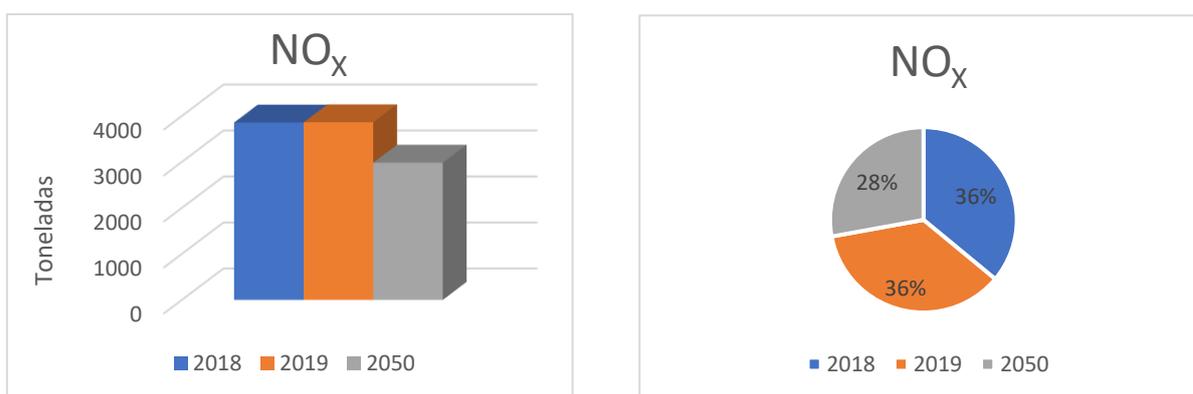


Figura 19. Emisiones NO_x año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

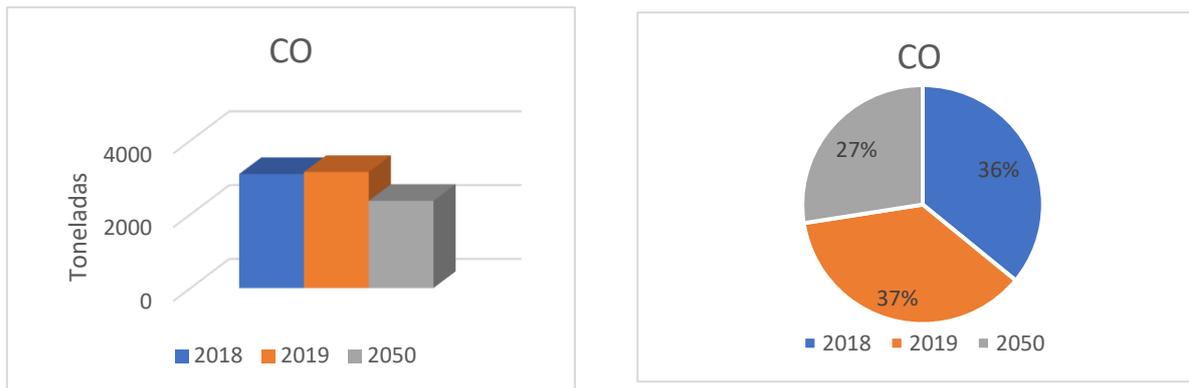


Figura 20. Emisiones CO año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

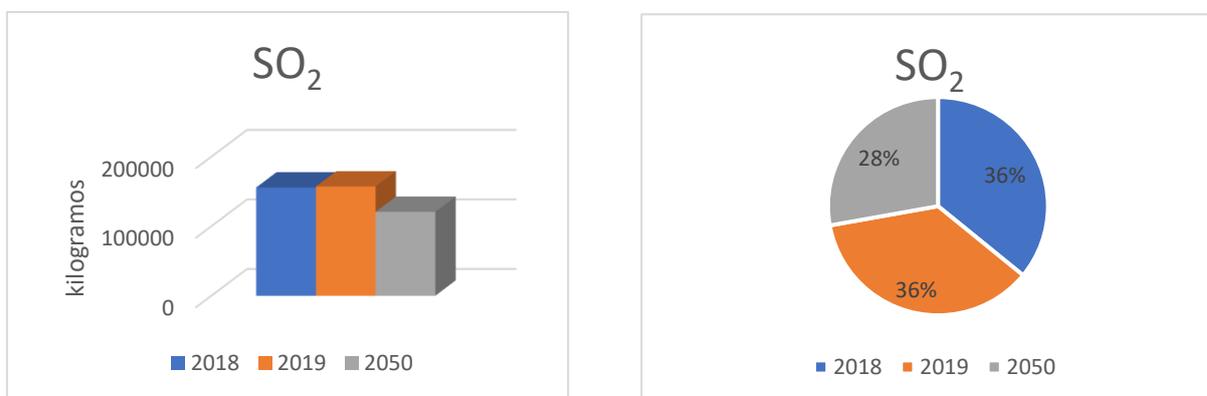


Figura 21. Emisiones SO₂ año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

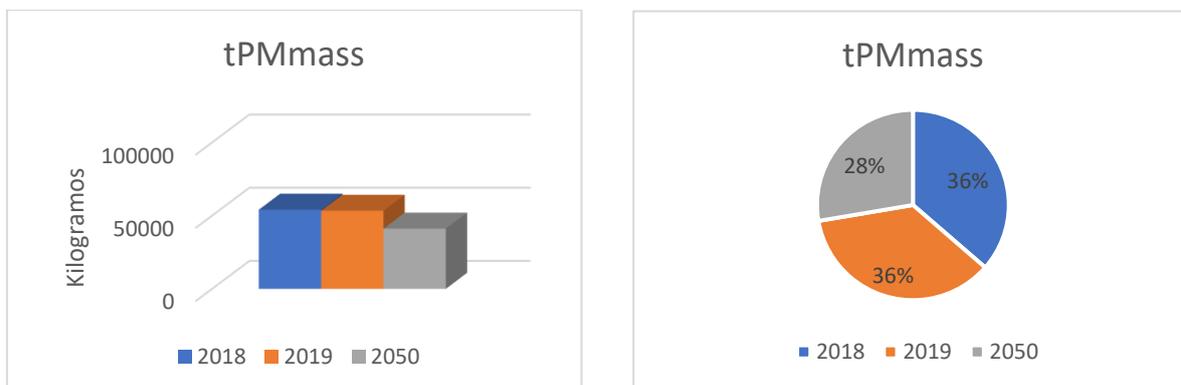


Figura 22. Emisiones tPMmass año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

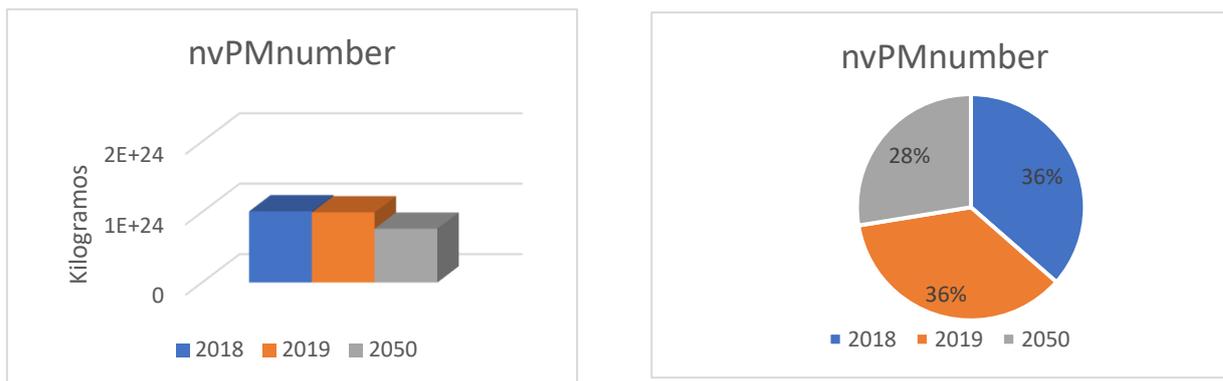


Figura 23. Emisiones nvPMnumber año 2018 y 2019 reales vs media hipotética eliminando rutas cortas. Elaboración propia.

Si analizamos los resultados numéricos, observaremos la siguiente reducción en cada contaminante, respecto a la media de años 2018 y 2019

- $CO_2 \rightarrow 226$ kt, que suponen un 22,86 %
- HC $\rightarrow 50$ t, que suponen un 23,1 %
- $NO_x \rightarrow 875$ t, que supone un 22,69 %
- CO $\rightarrow 754$ t, que supone un 24,19 %
- $SO_2 \rightarrow 36$ t, que supone un 22,89 %
- tPMmass $\rightarrow 12$ t, que supone un 23,43 %
- nvPMnumber $\rightarrow 2,39E+23$ kg, que supone un 23,84 %

Por lo tanto, la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera debido a una hipotética prohibición de vuelos con alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas, suponiendo una red de infraestructura de tren mejorada en el año 2050 sería aproximadamente del **23 %** de todos los contaminantes, teniendo en cuenta que se trata de ciclos LTO y operaciones nacionales comerciales

Como se indicó en el Capítulo anterior, en la Tabla 9. Consumos de combustible por ciclo de vuelo en unidades energéticas de poder calorífico inferior. Datos de Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Elaboración propia.; se establece que las emisiones contaminantes, asociadas en este caso únicamente al consumo de combustible (tanto gasolina como queroseno de aviación), durante los ciclos LTO suponen aproximadamente el 22 % de las emisiones contaminantes, siendo el otro 78 % asociado al vuelo en crucero. Teniendo en cuenta esta simplificación, podríamos establecer la hipótesis de que el total de emisiones mitigadas de la prohibición de vuelos cortos en 2050, supondría una reducción de emisiones de:

- $CO_2 \rightarrow 1.027$ kt
- HC $\rightarrow 227,27$ t
- $NO_x \rightarrow 3.977,27$ t
- CO $\rightarrow 3.427$ t
- $SO_2 \rightarrow 163,64$ t
- tPMmass $\rightarrow 54,54$ t
- nvPMnumber $\rightarrow 1,086E+24$ kg

6.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR AEROPUERTO

De la misma forma que hicimos en el capítulo anterior, una vez que tenemos una visión global de los aeropuertos, vamos a analizar aeropuerto por aeropuerto para ver cuáles serían los aeropuertos más afectados operativamente y, en este caso, se analizará como mejoraría la calidad del aire en el entorno aeroportuario:

- **A Coruña;** en este aeropuerto cabe destacar la nueva prohibición de sus rutas a Madrid, mientras que, teniendo en cuenta las infraestructuras de trenes actuales, la hipotética prohibición sólo supone 1 % del total de las operaciones nacionales comerciales, con la nueva infraestructura supuesta en el año 2050 se restringirían casi el 62 % de las operaciones nacionales comerciales (unas 9300 operaciones anuales actuales frente a las 5300 del año 2050). Como ya se ha indicado, este gran impacto es debido a la cancelación de la ruta con Madrid.

Esta importante reducción supondría una importante mejora en la calidad del aire, reducción todas las emisiones en cantidades importantes:

$CO_2 \rightarrow 12$ kt, que suponen un 57,53 %
 $HC \rightarrow 2$ t que suponen un 64,25 %
 $NO_x \rightarrow 46$ t, que supone un 58,58 %
 $CO \rightarrow 34$ t, que supone un 54 %
 $SO_2 \rightarrow 1,9$ t, que supone un 57,75 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 543$ kg, que supone un 49,82 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 8,8E+21$ kg, que supone un 45,93 %

- **Adolfo Suárez Madrid Barajas;** mientras que con la red de infraestructuras actuales estas restricciones supondrían una reducción de un 24 % de las operaciones nacionales comerciales, con las infraestructuras planteadas en el año 2050 supondrían un 34 % menos de este tipo de operaciones. Afectando a esta reducción, en especial, la cancelación de las conexiones con algunas ciudades gallegas, como A Coruña y Santiago, y ciudades del sur como Sevilla.

En cuanto a las emisiones, estas se reducirían en las siguientes cantidades:

$CO_2 \rightarrow 99$ kt, que suponen un 32,71 %
 $HC \rightarrow 22$ t, que suponen un 31,64 %
 $NO_x \rightarrow 387$ t, que supone un 31,76 %
 $CO \rightarrow 325$ t, que supone un 34,95 %
 $SO_2 \rightarrow 15,77$ t, que supone un 32,71 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 5,5$ t, que supone un 34,62 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,055E+23$ kg, que supone un 35,52 %

- **Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier;** con la actual red de infraestructura, las operaciones nacionales comerciales se restringirían menos del 5 %, con la supuesta red de infraestructura mejorada supondría una reducción del

35 %, viéndose afectado principalmente por su conexión con Madrid. Podemos considerar que se produciría una mejora importante de la calidad del aire en el entorno aeroportuario.

Sus emisiones contaminantes se reducirían de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 150$ t, que suponen un 28,37 %
 $HC \rightarrow 226$ kg, que suponen un 43,94 %
 $NO_x \rightarrow 418$ kg, que supone un 25,36 %
 $CO \rightarrow 2,2$ t, que supone un 41,6 %
 $SO_2 \rightarrow 23,6$ kg, que supone un 28,24 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 9$ kg, que supone un 32,86%
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,932E+20$ kg, que supone un 35,91 %

- **Albacete;** en este aeropuerto no se ha considerado la restricción de ninguna ruta adicional, ya que no se ha considerado ninguna mejora en la red ferroviaria que pudiera afectar a alguna de sus operaciones. Por lo tanto, se mantiene una reducción del 32 %. Sus emisiones contaminantes se mantienen con respecto al capítulo anterior, siendo:

$CO_2 \rightarrow 22,9$ t, que suponen un 26,62 %
 $HC \rightarrow 32$ kg, que suponen un 31,28 %
 $NO_x \rightarrow 59$ kg, que supone un 21,28 %
 $CO \rightarrow 312$ kg, que supone un 31,85 %
 $SO_2 \rightarrow 3,6$ kg, que supone un 26,5 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 1,5$ kg, que supone un 31,86 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 2,725E+19$ kg, que supone un 30,92 %

- **Alicante-Elche;** en este aeropuerto ya hemos considerado una reducción de operaciones nacionales del 27 %, añadiendo para el 2050 la restricción de la ruta a Barcelona y a Almería, lo que supone un 53,69 %. Una reducción significativa en la mejora de la calidad del aire. Las cantidades de emisiones que se reducirían serían:

$CO_2 \rightarrow 12,5$ kt, que suponen un 41,37 %
 $HC \rightarrow 3,5$ t, que suponen un 43,45 %
 $NO_x \rightarrow 41,2$ t, que supone un 39,37 %
 $CO \rightarrow 50$ t, que supone un 46 %
 $SO_2 \rightarrow 1,9$ t, que supone un 41,43 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 751$ kg, que supone un 42,5 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,52E+22$ kg, que supone un 43,15 %

- **Almería;** en este aeropuerto según la red actual ferroviaria las restricciones serían insignificantes, y teniendo en cuenta las consideraciones para el año 2050, solo se restringirían rutas a Córdoba y Murcia, destinos con muy pocas operaciones anuales (24 entre los años 2018 y 2019 a Córdoba y 5 a Murcia). Por lo cual, no existe impacto en el aeropuerto ni en la calidad del aire de su entorno.
- **Asturias;** como en el caso anterior este aeropuerto no tenía un impacto importante con las restricciones teniendo en cuenta la red de trenes actuales, considerando una mejora hacia

las ciudades que están próximas, como Bilbao, Santander o San Sebastián, tampoco tendría un gran impacto, puesto que las operaciones hacia o desde esas ciudades son anecdóticas.

- **Badajoz;** en este caso con la actual red de trenes, no existiría un impacto importante en la reducción de operaciones, sin embargo, en 2050 hemos supuesto la restricción de operaciones a Madrid y Sevilla que suponen una reducción del 61 % en las operaciones nacionales comerciales. Esto es debido, fundamentalmente, a que a día de hoy su principal ruta es con Madrid.

Quedando las emisiones reducidas de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 925 \text{ t}$, que suponen un 57,33 %
 $HC \rightarrow 593 \text{ kg}$, que suponen un 65,57 %
 $NO_x \rightarrow 2 \text{ t}$, que supone un 52,38 %
 $CO \rightarrow 6 \text{ t}$, que supone un 62,52 %
 $SO_2 \rightarrow 148 \text{ kg}$, que supone un 57,45 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 38 \text{ kg}$, que supone un 62,35 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 5,784E+20 \text{ kg}$, que supone un 67,77 %

- **Barcelona-El Prat;** en este aeropuerto ya se había supuesto una restricción del 18 % de las operaciones nacionales comerciales, con la red de trenes supuesta en 2050 estas prohibiciones aumentarían hasta un 23 %. Debido a la cantidad de tráfico de este aeropuerto, podemos considerar que estas restricciones serían significativas, quedando reducidos los contaminantes de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 65 \text{ Kt}$, que suponen un 25,41 %
 $HC \rightarrow 9,9 \text{ kt}$ que suponen un 22,71 %
 $NO_x \rightarrow 276 \text{ t}$, que supone un 26,32 %
 $CO \rightarrow 182 \text{ t}$, que supone un 24,51 %
 $SO_2 \rightarrow 10 \text{ t}$, que supone un 25,45 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 3,6 \text{ t}$, que supone un 24,75 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 6,619E+22 \text{ kg}$, que supone un 24,23 %

- **Bilbao;** como hemos visto en el capítulo anterior, en la actualidad este aeropuerto no se ve afectado por la hipotética prohibición. En el año 2050 hemos supuesto que se restringirían los vuelos a ciudades cercanas como San Sebastián o Asturias, sin embargo, los vuelos a estas ciudades son anecdóticos (por ejemplo, 10 conexiones con San Sebastián en 2018), por lo que la hipotética prohibición no tendría impacto en este aeropuerto.
- **Burgos;** igual que en el caso anterior, la restricción de vuelos no tendría impacto en con la red ferroviaria actual ni tampoco con la red de trenes mejorada que hemos supuesto para el año 2050.
- **Córdoba;** como ya se ha indicado, en este aeropuerto se producen un número reducido de operaciones anuales, por lo que, aunque supusimos una reducción del 23 % según la red actual de trenes, esa reducción no es muy significativa en la mejora de la calidad del aire. Con las rutas de trenes supuestas para el 2050, las restricciones serían del 32 %. Sin embargo, teniendo este aeropuerto 36 operaciones anuales (caso del 2018), el impacto sobre la operativa del aeropuerto puede ser significativo, sin embargo, sobre las emisiones no se considera que lo sea.

- **FGL Granada-Jaén;** en el capítulo anterior se indicó que en la actualidad la hipotética prohibición de operaciones con alternativa ferroviaria a menos de 2,5 horas no tendría impacto sobre este aeropuerto. Con la hipotética mejora de trenes e infraestructuras en el año 2050 solo se añadiría la restricción de las rutas a Murcia, las cuales son anecdóticas (una en 2018 y una en 2019), por lo tanto, tampoco tendría ninguna repercusión en el año 2050.
- **Girona-Costa Brava;** se trata de un aeropuerto con un número muy reducido de operaciones, por lo tanto, aunque las supuestas prohibiciones no son significativas en cuanto a la reducción de emisiones sí lo pueden ser para el funcionamiento del aeropuerto, en la actualidad se reducirían un 15 % de sus operaciones comerciales nacionales. Con las suposiciones hechas para el año 2050, estas reducciones serían del 25 %, suponiendo en contaminantes:

$CO_2 \rightarrow 167 \text{ t}$, que suponen un 23,68 %
 $HC \rightarrow 169 \text{ kg}$, que suponen un 24,53 %
 $NO_x \rightarrow 508 \text{ kg}$, que supone un 21,47 %
 $CO \rightarrow 1,7 \text{ t}$, que supone un 24,68 %
 $SO_2 \rightarrow 26 \text{ kg}$, que supone un 23,62 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 9,3 \text{ kg}$, que supone un 25,4 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,701E+20 \text{ kg}$, que supone un 25,87 %

- **Huesca-Pirineos;** en este aeropuerto no se ha supuesto que hubiera nuevas prohibiciones en el año 2050. Al ser un aeropuerto con un número muy reducido de operaciones comerciales nacionales (32 en 2018 y 25 en 2019), no se considera que la posible prohibición tuviera impacto sobre el aeropuerto.
- **Jerez de la Frontera;** en este caso no se considera que hubiera en 2050 ninguna red ferroviaria que fuera a afectar en las posibles restricciones de operaciones del aeropuerto.
- **León;** en este aeropuerto, según las circunstancias actuales, sólo se restringirían el 3 % de las operaciones nacionales comerciales. Con las condiciones de trenes supuestas para el año 2050, sólo se prohibirían las rutas con A Coruña y con Santiago, las cuales son anecdóticas, reduciendo un 5 % este tipo de operaciones. Por lo tanto, se considera que no habría un impacto significativo ni en la operativa del aeropuerto ni en la calidad del aire.
- **Logroño;** como ya se ha indicado en este aeropuerto no habría ninguna repercusión aplicando la hipotética prohibición en la actualidad. Con la red de trenes supuesta en el año 2050 sólo se añadiría la restricción de vuelos conectados con Bilbao, los cuales son anecdóticos, produciéndose sólo 2 operaciones con esta ciudad entre 2018 y 2019, por lo tanto, en 2050 tampoco habría repercusión en este aeropuerto ni para sus operaciones ni para la calidad del aire.
- **Málaga-Costa del Sol;** con la actual red de trenes hemos supuesto que no existe ninguna repercusión sobre este aeropuerto, sin embargo, en 2050 hemos considerado una conexión más rápida en tren entre las ciudades de Madrid y Murcia, y esto sí tendría un impacto importante en el aeropuerto, reduciendo en un 17 % las operaciones nacionales del aeropuerto. Las emisiones se reducirían de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 5,6 \text{ t}$, que suponen un 11,76 %
 $HC \rightarrow 2,6 \text{ t}$, que suponen un 22,07 %

$NO_x \rightarrow 16,1$ t, que supone un 8,95 %
 $CO \rightarrow 29$ t, que supone un 18,16 %
 $SO_2 \rightarrow 890$ kg, que supone un 11,81 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 335$ kg, que supone un 11,75 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 7,384E+21$ kg, que supone un 12,41 %

- **Pamplona;** como ya hemos visto, en la actualidad, no se produciría la prohibición de un número significativo de operaciones nacionales comerciales; con la supuesta red ferroviaria planteada para el 2050 sólo se añadiría a las restricciones las rutas con Bilbao, las cuales son anecdóticas (7 operaciones en 2019), por lo tanto, en este aeropuerto no habría repercusión ni en sus operaciones ni en la calidad del aire en el entorno aeroportuario.
- **Reus;** con la red actual de infraestructuras actuales, se restringirían un 14,5 % de las operaciones nacionales, ninguna de las suposiciones hechas en el año 2050 afectaría a este aeropuerto, por lo que no se vería afectado ni en sus operaciones ni la calidad del aire.
- **Salamanca;** en este caso el aeropuerto cuenta con un número escaso de operaciones anuales, unos 100 ciclos LTO al año, por lo que las restricciones con las infraestructuras actuales, aunque son limitadas, suponen un 21 %; con la infraestructura supuesta mejorada para el año 2050, sólo se añadiría la restricción con la ruta de Sevilla, la cual es anecdótica (una operación entre el año 2018 y 2019), por lo que las nuevas restricciones no supondrían un impacto en el aeropuerto.
- **San Sebastián;** la hipotética prohibición no supondría un impacto con la red de infraestructuras de tren actuales, ni con la supuesta para el año 2050, puesto que solo limitaría las conexiones con los aeropuertos de las comunidades y ciudades cercanas Asturias, Bilbao y Santander, las cuales son anecdóticas (25 ciclos entre los años 2018 y 2019).
- **Santiago-Rosalía de Castro;** como hemos visto, la hipotética prohibición no tendría impacto en la actualidad, pero con las hipótesis hechas para el año 2050, en las cuales se restringirían las operaciones con Madrid, se reducirían un 30 % las operaciones nacionales comerciales, lo cual supondría un impacto importante tanto en las operaciones del aeropuerto, como en la calidad del aire del entorno aeroportuario, reduciéndose las emisiones de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 12,57$ kt, que suponen un 31,97 %
 $HC \rightarrow 2,3$ t, que suponen un 25,52 %
 $NO_x \rightarrow 50,6$ t, que supone un 32,45 %
 $CO \rightarrow 37,7$ t, que supone un 31,77 %
 $SO_2 \rightarrow 1,98$ t, que supone un 31,95 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 728$ kg, que supone un 35,48 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,361E+22$ kg, que supone un 36,65 %
- **Santander Seve Ballesteros;** al igual que en el caso anterior, en el que se consideraban las restricciones con las rutas de trenes actuales, en el caso de las alternativas ferroviarias supuestas en el año 2050, tampoco se considera que afecte a la operativa del aeropuerto, restringiendo menos del 1 % de las operaciones nacionales comerciales; esto es debido a que sólo se restringirían rutas con aeropuertos cercanos (Asturias, Bilbao, San Sebastián y Vitoria), los cuales son anecdóticos (79 operaciones entre los años 2018 y 2019 de las 11435 totales)

- **Sevilla;** con las rutas ferroviarias actuales no habría limitaciones significativas en este **aeropuerto**. Con las rutas ferroviarias supuestas mejoradas para el año 2050, se restringirían un 16,7 % de las operaciones comerciales nacionales, principalmente debido a las conexiones con Madrid. Estas limitaciones, reducirían las emisiones de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 7,9$ kt, que suponen un 12,27 %
 $HC \rightarrow 2$ t, que suponen un 15,45 %
 $NO_x \rightarrow 27,5$ t, que supone un 11 %
 $CO \rightarrow 29,9$ t, que supone un 14,95 %
 $SO_2 \rightarrow 1,24$ t, que supone un 12,25 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 508$ kg, que supone un 14,56 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 1,073E+22$ kg, que supone un 16,61 %

- **Valencia;** actualmente se limitarían un 24 % de las operaciones. Con las limitaciones supuestas en el año 2050 las restricciones aumentarían hasta casi un 29 %, por las rutas a Barcelona, Girona y Murcia. Esta restricción puede considerarse significativa tanto para las operaciones del aeropuerto como para la mejora de la calidad del aire. Reduciéndose las emisiones de la siguiente manera:

$CO_2 \rightarrow 8,2$ kt, que suponen un 20,04 %
 $HC \rightarrow 4,1$ t, que suponen un 29,83 %
 $NO_x \rightarrow 22,8$ t, que supone un 16,08 %
 $CO \rightarrow 43,5$ t, que supone un 27,5 %
 $SO_2 \rightarrow 1,3$ t, que supone un 20,13 %
 $tPM_{mass} \rightarrow 452$ kg, que supone un 21,96 %
 $nvPM_{number} \rightarrow 9,675E+21$ kg, que supone un 24,29 %

- **Valladolid;** ni con la red ferroviaria actual ni con la supuesta mejorada para el año 2050 se produciría un impacto en las operaciones de este aeropuerto.
- **Vigo;** al igual que en el caso anterior, las hipotéticas restricciones no supondrían un impacto en el aeropuerto, no limitándose ninguna operación adicional con las supuestas rutas ferroviarias mejoradas para el año 2050.
- **Vitoria;** en este aeropuerto con la red ferroviaria actual y con la supuesta mejorada para el año 2050, no afectaría de manera significativa a las operaciones del aeropuerto, puesto que sólo se limitarían vuelos a ciudades a las cuales no hay prácticamente tráfico (como a Asturias o Santander)
- **Zaragoza;** en este aeropuerto se restringirían el 12,5 % de las operaciones con la infraestructura ferroviaria actual, manteniéndose esta cifra en el 2050, puesto que no se ha supuesto que ninguna mejora afectase a este aeropuerto.

Dentro de los aeropuertos afectados por esta hipotética prohibición en el 2050, no son afectados todos de igual manera, hay aeropuertos con gran volumen de tráfico que una pequeña reducción de sus vuelos supone un gran impacto en la mejora de las emisiones y la calidad del aire, y hay aeropuertos con un menor volumen de tráfico que pequeñas restricciones en sus operaciones podría suponer un impacto importante en sus operaciones y una leve mejora en la calidad del aire.

Por lo tanto, igual que en el capítulo anterior, para analizar los resultados vamos a clasificarlos en dos grupos:

- **Grandes aeropuertos:** dentro de este grupo estarían los aeropuertos **Adolfo Suárez Madrid Barajas y Barcelona-El Prat**, estos dos aeropuertos con las rutas actuales de trenes cancelarían el puente aéreo entre sus ciudades. En el caso de una red de infraestructuras mejoradas supuestas para el año 2050, se vería más afectado el aeropuerto de Madrid, que además cancelaría una importante ruta con Sevilla y con ciudades gallegas, A Coruña y Santiago.
- **Medianos y pequeños aeropuertos:** **AENA** hace una clasificación de sus aeropuertos según el número de pasajeros anuales, estableciendo siete categorías como se ha visto en el capítulo anterior. Siguiendo esta clasificación los aeropuertos medianos y pequeños que se verían afectados por la prohibición serían:
 - Grupo I, con más de 2 millones de pasajeros al año, **Alicante-Elche y Valencia**, ambos aeropuertos se ven afectados especialmente por su prohibición de rutas a Madrid, como ya se vio en el capítulo anterior, con la red de trenes supuesta para el año 2050 también se restringirían, entre otras, sus conexiones con el aeropuerto de Barcelona; **Girona** por sus rutas a Barcelona, en menor medida; y por otro lado estarían los aeropuertos de **Málaga-Costa del Sol y Sevilla**, que con las conexiones actuales no se verían afectados, pero con las suposiciones hechas para el año 2050 sí lo estarían, especialmente por la restricción de la ruta con la ciudad de Madrid.
 - Grupo II, entre 0,5 y 2 millones de pasajeros anuales, **A Coruña, Santiago-Rosalía de Castro e Internacional Región de Murcia**; siendo el más afectado de los tres el aeropuerto de A Coruña por la restricción de sus operaciones con Madrid.
 - Grupo III, menos de 0,5 millones de pasajeros al año, **Albacete, Córdoba y Badajoz**. Siendo el más afectado el aeropuerto de Badajoz, al haber supuesto en el año 2050 la existencia de un tren de alta velocidad que conecta con las ciudades de Madrid y Sevilla, restringiendo los vuelos entre estas dos ciudades.

Podemos concluir indicando que los aeropuertos con mayor repercusión en cuanto al número de operaciones y mejora de la calidad del aire son los aeropuertos de Adolfo Suárez Madrid Barajas y Barcelona-El Prat, siendo aeropuertos con un gran número de operaciones anuales tanto nacionales como internacionales, se verían afectados notablemente por su reducción de operaciones nacionales comerciales, en especial el Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid Barajas, reducción de una manera importante las emisiones contaminantes a la atmósfera. Por otro lado, los aeropuertos más pequeños, aunque se vean afectados en tantos por cientos importantes con respecto al número de operaciones anuales nacionales comerciales, no suponen una gran reducción en las emisiones contaminantes, si los comparamos con grandes aeropuertos. Para los medianos aeropuertos, en el caso supuesto para el año 2050, sí podríamos significar que tienen una importante repercusión en su funcionamiento, puesto que se trata de aeropuertos en los

cuales el tráfico internacional no es tan alto como en los grandes aeropuertos y que si limitan un 50-60 % sus operaciones nacionales comerciales, pueden sufrir un impacto importante en su funcionamiento, consiguiendo, por contra, una reducción en las emisiones contaminantes a la atmósfera que se puede considerar significativo.

Capítulo 7. Situación en Europa

Como ya se ha indicado en la introducción de este trabajo, estas medidas que propone el Gobierno de España [1] para el año 2050 no son medidas innovadoras en Europa a día de hoy, y mucho menos lo serán llevándolas a cabo en el año 2050.

La Unión Europea ha desarrollado un gran volumen de normativa en pro de atenuar la acción de hombre sobre el cambio climático y para la mejora en la calidad del aire que respiran sus habitantes.

En cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero, una de las Directivas a destacar es la [17] *“Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero”*. Esta directiva introduce el sector de aviación en la aplicabilidad de la Directiva 2003/87/CE, que establece el régimen para los derechos de emisión de gases de efecto invernadero. Estas directivas no hablan de prohibición de ningún vuelo.

Dentro de Europa, la Agencia Europea de Seguridad Aérea tiene un papel importante, tanto en la recopilación de datos como en el establecimiento de medidas para frenar el impacto que el transporte aéreo genera sobre el cambio climático. En el último informe emitido por la EASA [6] *“Informe Medioambiental de la Aviación en Europa 2019”*, establece que desde el 2014 se ha producido un aumento de las emisiones, en el caso del CO_2 el aumento ha sido del 10 % en vuelo completo y en el caso del NO_x ha sido del 12 %. Además, establece que, en el año 2016, el transporte aéreo produjo el 3,6 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero de toda la Unión Europea, y el 13,4 % de las emisiones que proceden del transporte. Se prevé que en 2040 las emisiones de CO_2 aumenten un 21 % y las de NO_x un 16 %. EASA plantea dos vías importantes para la reducción de emisiones: el desarrollo un combustible sostenible en aviación y la gestión del tráfico aéreo finalizando el desarrollo del Cielo Único Europeo. Destacando como combustible sostenible a largo plazo los “electro-combustibles”, que conseguirían cero emisiones, o el proceso de certificación de combustibles de origen biológico. Por su parte, el Cielo Único Europeo ha reducido más de 2,6 millones de toneladas las emisiones de CO_2 desde 2014, lo que supone un 0,5 % del total del transporte aéreo.

Además, dentro de Europa podemos destacar otras Organizaciones importantes como la Conferencia Europea de Aviación Civil (ECAC, de sus siglas en inglés), organización creada en 1954 con el objetivo de promover un desarrollo sostenible en el transporte aéreo europeo, en su grupo de trabajo ANCAT (*“Abatement of Nuisances Caused by Air Transport”*) que pretende analizar y reducir las molestias causadas por el transporte aéreo, entre estas molestias, las medioambientales (ruido y emisiones contaminantes). Por otro lado, en Europa también la organización Eurocontrol (*“The European Organisation for the safety of Air Navigation”*), creada en 1960 en Bruselas y con 42 miembros, además de

gestionar los pagos de los servicios de navegación aérea, participa en el desarrollo de procedimientos para la reducción del ruido y las emisiones de las aeronaves, realizando estadísticas de los vuelos dentro del espacio aéreo europeo. Por último, la asociación de aerolíneas A4E, (“Airlines for Europe”), a la cual pertenece 17 aerolíneas, entre ellas las más grandes de Europa como Lufthansa y KLM, cuenta con un comité sobre medio ambiente.

Con los objetivos claros de todos los países de la Unión Europea de la reducción del impacto del hombre sobre el cambio climático, ciertos países europeos se han planteado, entre muchas otras medidas, la prohibición de vuelos cortos en sus Estados, destacando el papel de Francia como pionero en esta prohibición.

También cabe destacar la postura de Austria, en donde han cancelado las rutas entre Viena y Salzburgo por parte de la aerolínea “Austrian Airlines”, como condición para recibir las ayudas del Estado por la crisis provocada por la pandemia Covid-19.

7.1 FRANCIA. LEY DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA.

En Francia fue aprobada el 24 de agosto de 2021 la Ley del Clima y la Resiliencia [3], entrando en vigor en marzo de 2022, por la cual se prohibirán los vuelos domésticos que tengan una alternativa en tren en menos de 2 horas y media, entre otras muchas medidas contra el cambio climático. Hay que indicar que el Gobierno francés ya había condicionado a “Air France” para la eliminación de algunas de las rutas afectadas a cambio de las ayudas financieras necesarias por la aerolínea debida a la crisis causada por el Covid-19.

Esta Ley francesa surge a raíz del acuerdo alcanzado en la [18] COP21 (“*Conference of the Parties on its twenty-first sesión*”), celebrada en París en el año 2015, en la cual también estaba involucrada España al ser participante y miembro de la CMNUCC [19] (Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). En este acuerdo de la COP21 se estableció como objetivo fundamental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el hombre en sus actividades hasta niveles aceptables en cuanto al cambio climático se refiere, aumento de la temperatura mundial por debajo de los dos grados centígrados. El acuerdo considera que deben ser los países desarrollados los que protagonicen este cambio y los que deben apoyar a los países en desarrollo para lograr objetivos.

Con esta Ley Francia pretende reducir las emisiones de carbono entre 1990-2030 un 40 %.

En cuanto a la prohibición, en la actualidad afecta a cuatro rutas importante:

- París Orly – Nantes
- París Orly – Lyon
- París Orly – Burdeos
- Marsella-Lyon

Según Aeropuertos Franceses, la prohibición de estas conexiones solo reduciría un 0,23 % las emisiones de todas las operaciones nacionales en Francia.

El Gobierno francés se compromete a revisar estas medidas después de tres años de su entrada en vigor; además, a día de hoy, estas medidas sólo afectan a los vuelos de pasajeros, indicando la Ley que un año después de su entrada en vigor se revisará y se verá la posibilidad de incluir los vuelos de mercancías entre París-Charles de Gaulle y sus áreas metropolitanas con conexión en tren a menos de 2,5 horas.

En contra de esta ley están tanto los ecologistas como las asociaciones de aeropuertos y de aerolíneas.

Los ecologistas por su lado, consideran esta ley insuficiente, permitiendo las rutas más contaminantes en Francia y exigiendo que la prohibición se aumente hasta prohibir los vuelos en los que exista una alternativa ferroviaria de menos de cuatro horas, como se acordó en un primer momento.

Por su lado, la UAF (Unión de Aeropuertos Franceses) han recurrido la Ley ante la Comisión Europea, indicando que, aunque la Legislación europea permita excepciones en los derechos de tráfico por razones medioambientales, estos deben de ser por un periodo inferior a tres años.

Capítulo 8. Conclusiones

Se ha establecido una metodología basada en lo que la OACI denomina Enfoque Simple para obtener el inventario de emisiones de los vuelos nacionales, comerciales de los aeropuertos peninsulares para los años 2018 y 2019. Los resultados obtenidos en este primer inventario de emisiones contaminantes se han comparado con otros inventarios, como el [10] Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Con respecto a este Informe los resultados de este trabajo establecen unas 320 toneladas de CO_2 más emitidas por año, lo que supone un 32 % superior. Se ha considerado que los resultados son válidos, puesto que la propia metodología de Enfoque Simple establece que es un método conservador que por lo general sobreestima las emisiones y, adicionalmente se introduce incertidumbre al haber aeronaves estudiadas las cuales no están entre las aeronaves de la base de datos de la OACI y para las cuales se ha buscado una aeronave equivalente.

En una primera estimación para conocer la eficacia de la hipotética prohibición si se llevase a cabo a día de hoy, se ha realizado un segundo inventario de emisiones, tras analizar y eliminar las rutas de las cuales hay una alternativa ferroviaria a menos de dos horas y media. Como resultado se ha obtenido una disminución de emisiones contaminantes en torno al 13 %, que supone una reducción en ciclos de despegue y aterrizaje de 131 kilotoneladas de CO_2 , y una estimación de mitigación de 595 kilotoneladas si se tienen en cuenta todas las fases del vuelo, despegue, aterrizaje y crucero.

En esta primera estimación, el aeropuerto más afectado es el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas, seguido por el Aeropuerto de Barcelona El Prat, con mitigaciones de CO_2 de 67 kilotoneladas y 51 kilotoneladas, en ciclos despegue-aterrizaje, respectivamente. Cabe destacar que se ha considerado cancelado el puente aéreo entre Madrid y Barcelona, puesto que en la actualidad existe una alternativa en AVE a dos horas y media. Seguidos de estos dos aeropuertos, los cuales son los que cuentan con mayores números de operaciones anuales en España, se encontrarían las mitigaciones de Valencia y Alicante, con una reducción de 6 y 4 kilotoneladas respectivamente.

Seguidamente se ha desarrollado un tercer inventario de emisiones, analizando los resultados obtenidos en unas hipotéticas restricciones en el año 2050, con una infraestructura de tren mejorada, obteniéndose una reducción de emisiones en torno al 23 %, lo cual supone una reducción de CO_2 de 226 kilotoneladas en ciclos de despegue y aterrizaje, y una estimación de mitigación de 1.027 kilotoneladas si tenemos en cuenta todas las fases del vuelo.

En este hipotético caso 2050, el aeropuerto más afectado sigue siendo Adolfo Suárez Madrid Barajas, con una reducción de CO_2 de 99 kilotoneladas en ciclos de despegue y aterrizaje, seguido de Barcelona-El Prat con una mitigación de 65 kilotoneladas en ciclos despegue-aterrizaje. Podemos ver que el aeropuerto de Barcelona no presenta un cambio significativo con respecto al caso anterior, sin embargo, Madrid limitaría notablemente sus

vuelos. En este segundo caso, además de estos dos aeropuertos, los siguientes que reducirían más sus emisiones de CO_2 serían Sevilla con una mitigación de 7,9 kilotoneladas (cabe destacar la hipotética prohibición de la conexión aérea entre Madrid y Sevilla), Valencia con una reducción de 8,2 kilotoneladas, y A Coruña, Santiago y Alicante con reducciones en torno a 12 kilotoneladas.

Con este análisis se puede concluir en una mejorada de la calidad del aire en las grandes ciudades de Madrid y Barcelona a día de hoy, es decir, si la hipotética prohibición se produjera en las condiciones actuales, con la red de trenes que existe en la península y con la tecnología de aeronaves de las que disponemos a día de hoy, parece que la mejora sería eficaz, además hay que tener en cuenta las importantes sanciones a las que se enfrenta España por sobrepasar en estas dos ciudades los límites de contaminantes establecidos por la Unión Europea.

Sin embargo, según el [1] Plan de Gobierno, esta medida se plantea para el año 2050, es decir, para dentro de casi 30 años, en los cuales podemos determinar que la tecnología aeronáutica habrá evolucionado notablemente hacia un transporte aéreo más sostenible. Según el [6] *Informe Medioambiental de la Aviación Europea 2019* de la Agencia Europea de Seguridad Aérea, aunque en la actualidad el combustible sostenible en la aviación está prácticamente en desuso, se están certificando combustibles de origen biológico, ahora mismo ya hay seis certificados, además debemos tener en cuenta una predicción de usos de electro combustibles que logren las cero emisiones. Adicionalmente hay que tener en cuenta todas las emisiones de gases de efecto invernadero que supondría el desarrollo de todas las nuevas vías de tren supuestas en este trabajo para el año 2050.

Por lo tanto, esta prohibición parece tener importantes repercusiones en la calidad del aire de las grandes ciudades si se aplica hoy, al igual que ha hecho Francia, dentro de 30 años se espera que la industria aeronáutica haya evolucionado hacia un transporte aéreo más sostenible, lo cual no elimina la eficacia de la reducción de algunas rutas como el puente aéreo Madrid-Barcelona.

Capítulo 9. Referencias bibliográficas

- [1] Gobierno de España. (2021) *Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional a Largo Plazo, 2050*.
- [2] Organización de Aviación Civil Internacional, OACI. (2008 Tercera Edición) *Anexo 16 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Protección del medio ambiente. Volumen II- Emisiones de los motores de las aeronaves*.
- [3] Gobierno Francia. (2021) *Loi climat-résilience, Ley de Lucha Contra el cambio climático, Ley del Clima y Resiliencia, artículo 36.*: <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-climat-resilience>".
- [4] En línea. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://archive.ipcc.ch/index.htm> IPCC
- [5] D.S.Leea, D.W.Fahey, bA.Skowrona, M.R.Allencn, U.Burkhardtd, Q.Chene, S.J.Dohertyf, S.Freemana, P.M.Forsterg, J.Fuglestvedth, A.Gettelmani, R.R.De Leóna, L.L.Lima, M.T.Lundh, R.J.Millarco, B.Owena, J.E.Pennerj, G.Pitaril, L.J.Wilcox. (2021). Artículo *The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018*.
- [6] Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA). (2020) *Informe Medioambiental de la Aviación Europea 2019*.
- [7] D. Óscar Castro Álvarez. (2021) Informe del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España. *Estudio de la efectividad medioambiental de medidas restrictivas a los vuelos domésticos en España*.
- [8] Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, AENA. (2020) *Manual de usuario portal de estadísticas*.
- [9] Organización de Aviación Civil Internacional, OACI. (2020 Segunda Edición) *Manual sobre la calidad del aire en los Aeropuertos*, documento 9889.
- [10] Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021) Informe de Inventario Nacional Gases de Efecto Invernadero (1990-2019).
- [11] Parlamento Europeo y Consejo. (2013) *Reglamento nº 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a un mecanismo para el seguimiento y la notificación, a nivel nacional o de la Unión, de otra información relevante para el cambio climático, y por el que se deroga la Decisión 280/2004/CE*.
- [12] Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019) *Ficha técnica de transporte aéreo. Sistema Español de Inventario de Emisiones, Metodologías de estimación de emisiones*.

- [13] Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, AENA. (2020) *Informes de Calidad del Aire, AENA REDAIR*.
- [14] Ayuntamiento de Madrid. (2020) Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera en el municipio de Madrid, años 1999-2019.
- [15] RENFE, en línea. <https://www.renfe.com/es/es/viajar/informacion-util/mapas-y-lineas/ave-y-larga-distancia>
- [16] Gobierno de España, Ministerio de Fomento. (2005) *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes (PEIT)*.
- [17] Parlamento Europeo y Consejo. (2009) *Directiva 2008/101/SE. Por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero*.
- [18] Naciones Unidas. (2016) *Framework Convention on Climate Change, Conferance of the Parties, Decisions adopted by the Conference of the Parties*.
- [19] Naciones Unidas. (1992) *Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*
- [20] En línea <https://airporttracker.org/about/>
- [21] Gobierno de España. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2021) *Estrategia de movilidad, segura, sostenible, conectada 2030*.
- [22] Gobierno de España. (2017) *Documento de regulación aeroportuaria (DORA) 2017-2021*.
- [23] Gobierno de España. (2021) *Documento de regulación aeroportuaria (DORA) 2022-2026*.
- [24] Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, AENA. (2020) *Informe de gestión consolidada*.
- [25] The International Council on Clean Transportation. (2020) *CO₂ emissions from commercial aviation*.
- [26] European Environment Agency. (2019) *EMEP/EEA Air Pollution emission inventory guidebook*.
- [27] En línea: <https://www.ecac-ceac.org/documents>

Capítulo 10. Anexos

Anexo I. Ciclos LTO por aeropuerto, aeronave y año, con emisiones contaminantes asociadas.

En este Anexo se van a representar el Top 3 de operaciones de todos los aeropuertos estudiados, con el total de operaciones para cada año 2018 y 2019, y la suma de los dos años. En los grandes aeropuertos (Adolfo Suárez Madrid Barajas y Barcelona El Prat) así como en los aeropuertos del Grupo I (más de dos millones de pasajeros al año, Málaga, Alicante, Valencia y Sevilla) por ser los aeropuertos más afectados por esta medida, se mostrará el Top 5.

Nota: Se sombreadá en verde si dentro del Top 3/5 representado hay alguna ruta que actualmente se eliminaría con las conexiones de tren actual, y en azul si se ha supuesto que esa ruta estaría disponible en 2050, por lo tanto, ha sido eliminada en el inventario de emisiones supuesto para 2050.

A Coruña

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	2.621	Gulfstream-VII-500	4243399	26,21	16617,1	8387,2	681,5	78,63	1,58308E+20	1341952
	AIRBUS A319	2018	1.268	A319	3030520	1521,6	11031,6	9966,48	481,8	177,52	3,22072E+21	958608
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.038	A320	2766270	352,92	10276,2	8449,32	436	176,46	3,40464E+21	875034
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	901	A320	2401165	306,34	8919,9	7334,14	378,4	153,17	2,95528E+21	759543
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	837	A320	2230605	284,58	8286,3	6813,18	351,5	142,29	2,74536E+21	705591
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	484	A320	1289860	164,56	4791,6	3939,76	203,3	82,28	1,58752E+21	408012
TOTAL 2018	Nº Operaciones		8.927		20.028.333	3.706	75.616	60.786	3.174	1.064	1,88786E+22	6.335.278
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	2.367	Gulfstream-VII-500	3832173	23,67	15006,8	7574,4	615,4	71,01	1,42967E+20	1211904
	AIRBUS A319	2019	1.150	A319	2748500	1380	10005	9039	437	161	2,921E+21	869400
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.011	A320	2694315	343,74	10008,9	8229,54	424,6	171,87	3,31608E+21	852273
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	800	A320	2132000	272	7920	6512	336	136	2,624E+21	674400
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	759	A320	2022735	258,06	7514,1	6178,26	318,8	129,03	2,48952E+21	639837
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	381	737-800/900	1060704	274,32	4686,3	2693,67	167,6	45,72	7,7724E+20	335661

	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	377	A320	1004705	128,18	3732,3	3068,78	158,3	64,09	1,23656E+21	317811
	AIRBUS A320 NEO	2019	367	A320neo	727027	36,7	2183,65	2550,65	113,8	14,68	8,6245E+19	230109
TOTAL 2019	Nº Operaciones		9.679		21.814.271	3.780	81.445	66.677	3.453	1.119	1,95705E+22	6.900.557
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		18.606		41.842.604	7.487	157.061	127.462	6.628	2.182	3,84492E+22	13235835

Adolfo Suárez Madrid Barajas

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	7.833	737-800/900	21807072	5639,76	96345,9	55379,31	3446,52	939,96	1,59793E+22	6900873
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	5.224	A320	13921960	1776,16	51717,6	42523,36	2194,08	888,08	1,71347E+22	4403832
	AIRBUS A321	2018	4.450	A321	14217750	756,5	72223,5	25854,5	2269,5	1023,5	2,0559E+22	4498950
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	3.625	737-800/900	10092000	2610	44587,5	25628,75	1595	435	7,395E+21	3193625
SAN SEBASTIAN	AEROSPATIALE ATR-72	2018	3.520	ATR72-50010	2256320	1020,8	6617,6	8272	352	246,4	8,3072E+21	714560
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	3.495	A320	9314175	1188,3	34600,5	28449,3	1467,9	594,15	1,14636E+22	2946285
TOTAL 2018	Nº Operaciones		136238		304596227	70005,9	1224289,3	930601,19	48291,2	16043,73	2,97021E+23	96370140
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	6.853	737-800/900	19078752	4934,16	84291,9	48450,71	3015,32	822,36	1,39801E+22	6037493
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	4.590	A320	12232350	1560,6	45441	37362,6	1927,8	780,3	1,50552E+22	3869370
	AIRBUS A321	2019	3.771	A321	12048345	641,07	61203,33	21909,51	1923,21	867,33	1,7422E+22	3812481
GRAN CANARIA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	3.152	737-800/900	8775168	2269,44	38769,6	22284,64	1386,88	378,24	6,43008E+21	2776912
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	3.149	737-800/900	8766816	2267,28	38732,7	22263,43	1385,56	377,88	6,42396E+21	2774269
VALENCIA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	3.062	CRJ-100ER	3233472	1929,06	6950,74	20515,4	520,54	122,48	1,57999E+21	1022708
TOTAL 2019	Nº Operaciones		139382		303943308	69213,2	1217953,3	933761,27	48175,1	15895,3	2,96802E+23	96165556
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		275620		608539535	139219	2442243	1864362,5	96466	31939	5,93823E+23	192535696

Murcia. Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2018	32	Cessna-525/560	14656	53,12	8,96	518,4	2,24	1,6	3,84E+19	4640
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CESSNA CITATION	2018	28	Cessna-525/560	12824	46,48	7,84	453,6	1,96	1,4	3,36E+19	4060
	CESSNA 500 / 501 / 525 CITATION	2018	15	Cessna-525/560	6870	24,9	4,2	243	1,05	0,75	1,8E+19	2175
IBIZA	CESSNA CITATION	2018	7	Cessna-525/560	3206	11,62	1,96	113,4	0,49	0,35	8,4E+18	1015
TOTAL 2018	Nº Operaciones		267		197829	345,56	468,37	3354,95	31,01	13,83	2,96676E+20	62614
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	107	737-800/900	297888	77,04	1316,1	756,49	47,08	12,84	2,1828E+20	94267
ASTURIAS	BOEING 717	2019	78	717	167154	3,9	521,04	528,84	26,52	7,02	6,084E+19	52884
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CESSNA CITATION	2019	34	Cessna-525/560	15572	56,44	9,52	550,8	2,38	1,7	4,08E+19	4930
	CESSNA 550 / 551 / 552 CITATION	2019	28	Cessna-525/560	12824	46,48	7,84	453,6	1,96	1,4	3,36E+19	4060
TOTAL 2018	Nº Operaciones		667		865.221	683	2.834	7.186	137	45	7,79335E+20	273.798
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		934		1.063.050	1.029	3.303	10.541	168	59	1,07601E+21	336.412

Albacete

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2018	9	Cessna-525/560	4122	14,94	2,52	145,8	0,63	0,45	1,08E+19	1305
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CESSNA CITATION	2018	7	Cessna-525/560	3206	11,62	1,96	113,4	0,49	0,35	8,4E+18	1015
	CESSNA CITATION	2018	5	Cessna-525/560	2290	8,3	1,4	81	0,35	0,25	6E+18	725
TOTAL 2018	Nº Operaciones		82		95465	100,46	333,87	981,29	15,07	5	8,9866E+19	30215
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2019	5	Cessna-525/560	2290	8,3	1,4	81	0,35	0,25	6E+18	725
SAN SEBASTIAN	PILATUS PC-12	2019	5	Beech-King-Air	1205	3,2	1,6	14,95	0,2	0,1	3,255E+18	380

PALMA DE MALLORCA	EMBRAER RJ145	2019	5	ERJ-145	4965	2,8	13,45	30,9	0,8	0,1	9,05E+17	1570
TOTAL 2019	Nº Operaciones		92		76.617	104	223	982	12	5	8,6379E+19	24.247
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		174		172.082	205	557	1.963	27	10	1,76245E+20	54.462

Alicante-Elche

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	2.480	CRJ-100ER	2618880	1562,4	5629,6	16616	421,6	99,2	1,27968E+21	828320	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.579	A320	4208035	536,86	15632	12853,06	663,18	268,43	5,17912E+21	1331097	
PALMA DE MALLORCA	AEROSPATIALE ATR-72	2018	1.474	ATR72-50010	944834	427,46	2771,1	3463,9	147,4	103,18	3,47864E+21	299222	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2018	1.459	ATR72-50010	935219	423,11	2742,9	3428,65	145,9	102,13	3,44324E+21	296177	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	1.364	A320	3635060	463,76	13504	11102,96	572,88	231,88	4,47392E+21	1149852	
TOTAL 2018	Nº Operaciones		16.507		29.348.818	8.074	99.779	108.474	4.639	1.700	3,37657E+22	9.285.071	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	2.596	CRJ-100ER	2741376	1635,5	5892,9	17393,2	441,32	103,84	1,33954E+21	867064	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.556	A320	4146740	529,04	15404	12665,84	653,52	264,52	5,10368E+21	1311708	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2019	1.463	ATR72-50010	937783	424,27	2750,4	3438,05	146,3	102,41	3,45268E+21	296989	
PALMA DE MALLORCA	AEROSPATIALE ATR-72	2019	1.457	ATR72-50010	933937	422,53	2739,2	3423,95	145,7	101,99	3,43852E+21	295771	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.400	A320	3731000	476	13860	11396	588	238	4,592E+21	1180200	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		16588		2151	31190644	8015,51	109723	110004	4927,74	1836,34	3,67028E+22	9867925
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		33095		2151	6,1E+07	16090	209502	218478,2	9566,7	3536,65	7,04685E+22	19152996

Almería

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	1.687	CRJ-100ER	1781472	1062,81	3829,49	11302,9	286,79	67,48	8,70492E+20	563458

	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	947										
SEVILLA	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	913	CRJ-100ER	1000032	596,61	2149,69	6344,9	160,99	37,88	4,88652E+20	316298	
				CRJ-100ER	964128	575,19	2072,51	6117,1	155,21	36,52	4,71108E+20	304942	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	394	A320	1050010	133,96	3900,6	3207,16	165,48	66,98	1,29232E+21	332142	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		5523		7491585	3182,55	21636,59	37159,83	1195,4	339,73	5,5792E+21	2369856	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	2.342	CRJ-100ER	2473152	1475,46	5316,34	15691,4	398,14	93,68	1,20847E+21	782228	
SEVILLA	AEROSPATIALE ATR-72	2019	607	ATR72-50010	389087	176,03	1141,16	1426,45	60,7	42,49	1,43252E+21	123221	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	365	A320	972725	124,1	3613,5	2971,1	153,3	62,05	1,1972E+21	307695	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		5232		6526911	2842,97	19311,01	31900,17	1039,34	336,38	6,58548E+21	2065000	
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		10755		1,4E+07	6025,52	40947,6	69060	2234,74	676,11	1,21647E+22	4434856	

Asturias

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.397	A320	3723005	474,98	13830,3	11372	586,74	237,49	4,5822E+21	1177671
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.098	A320	2926170	373,32	10870,2	8938	461,16	186,66	3,6014E+21	925614
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A321	2018	816	A321	2607120	138,72	13243,7	4741	416,16	187,68	3,7699E+21	824976
TOTAL 2018	Nº Operaciones		9191		22664788	3641,95	85252,99	70628	3584,8	1346,5	2,42292E+22	7170047
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2019	2.434	ATR72-50010	1560194	705,86	4575,92	5720	243,4	170,38	5,7442E+21	494102
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.292	A320	3443180	439,28	12790,8	10517	542,64	219,64	4,2378E+21	1089156
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.071	A320	2854215	364,14	10602,9	8718	449,82	182,07	3,5129E+21	902853
TOTAL 2019	Nº Operaciones		11610		24163820	4258,48	88676,3	76555	3816,4	1480,21	2,90109E+22	7644874
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		#####		46828608	7900,43	173929	1E+05	7401,2	2826,71	5,324E+22	14814921

Badajoz

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
------------	----------	-----	------	----------------------	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	---------	------------	-------------

MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	529	CRJ-100ER	558624	333,27	1200,8	3544,3	89,93	21,16	2,72964E+20	176686
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	297	CRJ-100ER	313632	187,11	674,19	1989,9	50,49	11,88	1,53252E+20	99198
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	102	CRJ-100ER	107712	64,26	231,54	683,4	17,34	4,08	5,2632E+19	34068
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	66	CRJ-100ER	69696	41,58	149,82	442,2	11,22	2,64	3,4056E+19	22044
TOTAL 2019	Nº Operaciones		1243		1354581	854,17	3223,71	9088,28	217,4	52,44	7,10012E+20	428479
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	727	CRJ-100ER	767712	458,01	1650,3	4870,9	123,59	29,08	3,75132E+20	242818
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CANADAIR REGIONAL JET 900	2019	223	CRJ-900	338291	8,92	981,2	918,76	53,52	6,69	1,63682E+19	107040
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	217	CRJ-100ER	229152	136,71	492,59	1453,9	36,89	8,68	1,11972E+20	72478
TOTAL 2019	Nº Operaciones		1733		1872589	956,65	4613,64	10865,14	299,73	70,27	9,96993E+20	592408
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		2976		3227170	1810,82	7837,4	19953,4	517,13	122,71	1,707E+21	1020887

Barcelona-El Prat

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	6.330	737-800/900	17622720	4557,6	77859	44753,1	2785,2	759,6	1,2913E+22	5576730
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	5.220	A320	13911300	1774,8	51678	42490,8	2192,4	887,4	1,7122E+22	4400460
	AIRBUS A321	2018	4.453	A321	14227335	757,01	72272,2	25871,93	2271,03	1024,19	2,0573E+22	4501983
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	3.501	A320	9330165	1190,34	34659,9	28498,14	1470,42	595,17	1,1483E+22	2951343
PALMA DE MALLORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	3.293	A320	8775845	1119,62	32600,7	26805,02	1383,06	559,81	1,0801E+22	2775999
IBIZA	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	2.700	A320	7195500	918	26730	21978	1134	459	8,856E+21	2276100
PALMA DE MALLORCA	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	2.686	A320	7158190	913,24	26591,4	21864,04	1128,12	456,62	8,8101E+21	2264298
TOTAL 2019	Nº Operaciones		94942		258142000	45391,65	1069316,4	743253,71	40826,52	15147,08	2,85644E+23	81671021
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	6.751	737-800/900	18794784	4860,72	83037,3	47729,57	2970,44	810,12	1,3772E+22	5947631
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	4.610	A320	12285650	1567,4	45639	37525,4	1936,2	783,7	1,5121E+22	3886230

	AIRBUS A321	2019	3.774	A321	12057930	641,58	61252	21926,94	1924,74	868,02	1,7436E+22	3815514	
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	2.865	A320	7635225	974,1	28363,5	23321,1	1203,3	487,05	9,3972E+21	2415195	
PALMA DE MALLORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	2.814	A320	7499310	956,76	27858,6	22905,96	1181,88	478,38	9,2299E+21	2372202	
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	2.312	A320	6161480	786,08	22888,8	18819,68	971,04	393,04	7,5834E+21	1949016	
MENORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	2.201	A320	5865665	748,34	21789,9	17916,14	924,42	374,17	7,2193E+21	1855443	
IBIZA	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	2.108	A320	5617820	716,72	20869,2	17159,12	885,36	358,36	6,9142E+21	1777044	
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	2.107	737-800/900	5865888	1517,04	25916,1	14896,49	927,08	252,84	4,2983E+21	1856267	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		96645		1434	254926603	42422,21	1033444	748753,5	40283,86	14127,28	2,60689E+23	80656327
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		2E+05		1434	5,13E+08	87813,86	2102760	1492007	81110,4	29274,36	5,4633E+23	162327348

Bilbao

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	2.852	Gulfstream-VII-500	4617388	28,52	18081,7	9126,4	741,52	85,56	1,72261E+20	1460224
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	2.060	A320	5489900	700,4	20394	16768,4	865,2	350,2	6,7568E+21	1736580
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	1.756	A320	4679740	597,04	17384,4	14293,84	737,52	298,52	5,75968E+21	1480308
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A319	2018	1.259	A319	3009010	1510,8	10953,3	9895,74	478,42	176,26	3,19786E+21	951804
	AIRBUS A321	2018	1.089	A321	3479355	185,13	17674,5	6327,09	555,39	250,47	5,03118E+21	1100979
TOTAL 2018	Nº Operaciones		26642		60123526	10153,8	227508,37	184054,38	9520,4	3390,36	6,17555E+22	19019372
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	2.790	Gulfstream-VII-500	4517010	27,9	17688,6	8928	725,4	83,7	1,68516E+20	1428480
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.953	A320	5204745	664,02	19334,7	15897,42	820,26	332,01	6,40584E+21	1646379
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.484	A320	3954860	504,56	14691,6	12079,76	623,28	252,28	4,86752E+21	1251012
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A319	2019	1.074	A319	2566860	1288,8	9343,8	8441,64	408,12	150,36	2,72796E+21	811944
	AIRBUS A321	2019	1.005	A321	3210975	170,85	16311,2	5839,05	512,55	231,15	4,6431E+21	1016055
TOTAL 2019	Nº Operaciones		54228		1,22E+08	19728,9	461232,84	373831,94	19367,23	6712,98	1,20483E+23	38700727
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		80870		1,8E+08	29883	688741	557886,3	28887,63	10103,34	1,82239E+23	57720099

Burgos

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
OTROS	DESCONOCIDO	2018	435	A330-200/300	3067620	556,8	15473	7047	487,2	91,35	1,0527E+21	970920
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	98	CRJ-100ER	103488	61,74	222,46	656,6	16,66	3,92	5,0568E+19	32732
	CANADAIK REGIONAL JET 200	2018	74	CRJ-100ER	78144	46,62	167,98	495,8	12,58	2,96	3,8184E+19	24716
OTROS	EUROCOPTER (MBB) BO105	2018	66	Helicóptero	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL 2018	Nº Operaciones		749		3411444	743,56	16603,87	9027,28	542,14	104,17	1,22965E+21	1079702
OTROS	SIN CODIGO IATA	2019	452	A330-200/300	3187504	578,56	16077,6	7322,4	506,24	94,92	1,09384E+21	1008864
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CANADAIK REGIONAL JET 900	2019	167	CRJ-900	253339	6,68	734,8	688,04	40,08	5,01	1,22578E+19	80160
	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	137	CRJ-100ER	144672	86,31	310,99	917,9	23,29	5,48	7,0692E+19	45758
OTROS	DESCONOCIDO	2019	9	A330-200/300	63468	11,52	320,13	145,8	10,08	1,89	2,178E+19	20088
TOTAL 2019	Nº Operaciones		836		3734839	744,63	17786,39	9698,9	593,31	110,89	1,25664E+21	1182044
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		1585		7146283	1488,19	34390,26	18726,18	1135,45	215,06	2,48629E+21	2261746

Córdoba

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MALAGA-COSTA DEL SOL	CESSNA CITATION	2018	3	Cessna-525/560	1374	4,98	0,84	48,6	0,21	0,15	3,6E+18	435
ALMERIA	CESSNA CITATION	2018	3	Cessna-525/560	1374	4,98	0,84	48,6	0,21	0,15	3,6E+18	435
MALAGA-COSTA DEL SOL	CESSNA 650 CITATION	2018	2	Cessna-525/560	916	3,32	0,56	32,4	0,14	0,1	2,4E+18	290
TOTAL 2018	Nº Operaciones		36		28591	53,9	80,86	517,15	4,47	1,97	4,2895E+19	9049
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2019	4	Cessna-525/560	1832	6,64	1,12	64,8	0,28	0,2	4,8E+18	580
SEVILLA	CESSNA CITATION	2019	4	Cessna-525/560	1832	6,64	1,12	64,8	0,28	0,2	4,8E+18	580
VIGO	CESSNA 500 / 501 / 525 CITATION	2019	4	Cessna-525/560	1832	6,64	1,12	64,8	0,28	0,2	4,8E+18	580
TOTAL 2019	Nº Operaciones		58		28485	73,43	42,97	712,54	4,44	2,46	5,4687E+19	9019
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		94		57076	127,33	123,83	1229,69	8,91	4,43	9,7582E+19	18068

FGL Granada-Jaén

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	2.064	CRJ-100ER	2179584	1300,32	4685,28	13828,8	350,88	82,56	1,065E+21	689376
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	949	A320	2529085	322,66	9395,1	7724,86	398,58	161,33	3,1127E+21	800007
	AIRBUS A321 (SHARKLETS)	2018	938	A321	2996910	159,46	15223,7	5449,78	478,38	215,74	4,3336E+21	948318
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	835	A320	2225275	283,9	8266,5	6796,9	350,7	141,95	2,7388E+21	703905
PALMA DE MALLORCA	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	681	Gulfstream-VII-500	1102539	6,81	4317,54	2179,2	177,06	20,43	4,1132E+19	348672
TOTAL 2019	Nº Operaciones		8164		16857338	3259,81	62807,93	55158,98	2675,96	941,67	1,70693E+22	5332642
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	2.376	CRJ-100ER	2509056	1496,88	5393,52	15919,2	403,92	95,04	1,226E+21	793584
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A321 (SHARKLETS)	2019	1.131	A321	3613545	192,27	18356,1	6571,11	576,81	260,13	5,2252E+21	1143441
	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	709	Gulfstream-VII-500	1147871	7,09	4495,06	2268,8	184,34	21,27	4,2824E+19	363008
TOTAL 2019	Nº Operaciones		8328		16093262	3120,1	60378,38	54109,14	2555,65	885,81	1,63272E+22	5091349
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		16492		32950600	6379,91	123186,31	109268,1	5231,61	1827,48	3,33964E+22	10423991

Girona-Costa Brava

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2018	29	Cessna-525/560	13282	48,14	8,12	469,8	2,03	1,45	3,48E+19	4205
IBIZA	CESSNA CITATION	2018	22	Cessna-525/560	10076	36,52	6,16	356,4	1,54	1,1	2,64E+19	3190
PALMA DE MALLORCA	CESSNA CITATION	2018	22	Cessna-525/560	10076	36,52	6,16	356,4	1,54	1,1	2,64E+19	3190
	Nº Operaciones		641	0	686903	731,88	2234,35	7289,67	108,51	36,41	6,63241E+20	217402
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	29	737-800/900	80736	20,88	356,7	205,03	12,76	3,48	5,916E+19	25549
IBIZA	CESSNA CITATION	2019	19	Cessna-525/560	8702	31,54	5,32	307,8	1,33	0,95	2,28E+19	2755

MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	14									
	CRJ-100ER			14784	8,82	31,78	93,8	2,38	0,56	7,224E+18	4676	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		638	724776	649,5	2504,69	6402,13	114,71	36,55	6,58341E+20	229387	
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		1279	1411679	1381,38	4739,04	13691,8	223,22	72,96	1,32158E+21	446789	

Huesca-Pirineos

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
A CORUÑA	BOEING B737-400 PASSENGERS	2018	6	737-300/400/500	16422	8,58	41,88	38,88	2,58	0,84	1,53E+19	5196
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A319	2018	4	A319	9560	4,8	34,8	31,44	1,52	0,56	1,016E+19	3024
BADAJOS/TALAVERA LA REAL	CESSNA CITATION	2018	2	Cessna-525/560	916	3,32	0,56	32,4	0,14	0,1	2,4E+18	290
TOTAL 2018	Nº Operaciones		32		56653	36,9	168,59	273,19	8,96	2,85	5,0581E+19	17926
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CESSNA CITATION	2019	4	Cessna-525/560	1832	6,64	1,12	64,8	0,28	0,2	4,8E+18	580
VALENCIA	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	3	CRJ-100ER	3168	1,89	6,81	20,1	0,51	0,12	1,548E+18	1002
BARCELONA-EL PRAT J.T.	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	2	Gulfstream-VII-500	3238	0,02	12,68	6,4	0,52	0,06	1,208E+17	1024
TOTAL 2019	Nº Operaciones		25		23873	19,34	60,58	204,09	3,82	1	1,53966E+19	7552
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		57		80526	56,24	229,17	477,28	12,78	3,85	6,59776E+19	25478

Jerez de la Frontera

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A319	2018	1.734	A319	4144260	2080,8	15085,8	13629,2	658,92	242,76	4,4044E+21	1310904
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	496	737-800/900	1380864	357,12	6100,8	3506,72	218,24	59,52	1,0118E+21	436976
	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	368	A320	980720	125,12	3643,2	2995,52	154,56	62,56	1,207E+21	310224

MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	288										
				CRJ-100ER	304128	181,44	653,76	1929,6	48,96	11,52	1,4861E+20	96192	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		4873		10722839	3649,22	39677,04	37356,32	1697,97	615,8	1,13217E+22	3392127	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A319	2019	1.622	A319	3876580	1946,4	14111,4	12748,9	616,36	227,08	4,1199E+21	1226232	
	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	516										
				CRJ-100ER	544896	325,08	1171,32	3457,2	87,72	20,64	2,6626E+20	172344	
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	488										
				737-800/900	1358592	351,36	6002,4	3450,16	214,72	58,56	9,9552E+20	429928	
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	291	A320	775515	98,94	2880,9	2368,74	122,22	49,47	9,5448E+20	245313	
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	208										
				A320	554320	70,72	2059,2	1693,12	87,36	35,36	6,8224E+20	175344	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		4902		0	10522006	3612,78	38599,83	37619,91	1666,28	579,41	1,04732E+22	3328737
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		9775		0	21244845	7262	78276,87	74976,23	3364,25	1195,21	2,1795E+22	6720864

León

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	376	CRJ-100ER	397056	236,88	853,52	2519,2	63,92	15,04	1,9402E+20	125584
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	132	CRJ-100ER	139392	83,16	299,64	884,4	22,44	5,28	6,8112E+19	44088
IBIZA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	68	CRJ-100ER	71808	42,84	154,36	455,6	11,56	2,72	3,5088E+19	22712
PALMA DE MALLORCA	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	48	CRJ-100ER	50688	30,24	108,96	321,6	8,16	1,92	2,4768E+19	16032
TOTAL 2018	Nº Operaciones		888		903066	631,32	1965,74	6608,5	145,01	36,92	5,23229E+20	285643
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CANADAIR REGIONAL JET 900	2019	278	CRJ-900	421726	11,12	1223,2	1145,4	66,72	8,34	2,0405E+19	133440
	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	226	CRJ-100ER	238656	142,38	513,02	1514,2	38,42	9,04	1,1662E+20	75484
MENORCA	CANADAIR REGIONAL JET 900	2019	32	CRJ-900	48544	1,28	140,8	131,84	7,68	0,96	2,3488E+18	15360
PALMA DE MALLORCA	CANADAIR REGIONAL JET 900	2019	32	CRJ-900	48544	1,28	140,8	131,84	7,68	0,96	2,3488E+18	15360
TOTAL 2019	Nº Operaciones		854		0	1100735	363,99	2956,79	5344,02	174,97	3,89069E+20	348247
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		1742		0	2003801	995,31	4922,53	11952,5	319,98	9,12298E+20	633890

Logroño

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	492	CRJ-100ER	519552	309,96	1116,84	3296,4	83,64	19,68	2,5387E+20	164328
PALMA DE MALLORCA	AEROSPATIALE ATR-72	2018	10	ATR72-50010	6410	2,9	18,8	23,5	1	0,7	2,36E+19	2030
	AEROSPATIALE ATR-42/72	2018	10	ATR72-50010	6410	2,9	18,8	23,5	1	0,7	2,36E+19	2030
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	6	CRJ-100ER	6336	3,78	13,62	40,2	1,02	0,24	3,096E+18	2004
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	CESSNA CITATION	2018	4	Cessna-525/560	1832	6,64	1,12	64,8	0,28	0,2	4,8E+18	580
	TOTAL 2018	Nº Operaciones	569		589752	375,09	1338,3	3929,8	94,72	24,44	3,67535E+20	186549
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	434	CRJ-100ER	458304	273,42	985,18	2907,8	73,78	17,36	2,2394E+20	144956
PALMA DE MALLORCA	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	16	CRJ-100ER	16896	10,08	36,32	107,2	2,72	0,64	8,256E+18	5344
	AEROSPATIALE ATR-72	2019	10	ATR72-50010	6410	2,9	18,8	23,5	1	0,7	2,36E+19	2030
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	8	CRJ-100ER	8448	5,04	18,16	53,6	1,36	0,32	4,128E+18	2672
	GULFSTREAM AEROSPACE G-200 (GALAXY)	2019	7	Dornier-328-Jet	6076	3,99	20,93	37,45	0,98	0,28	3,892E+18	1925
TOTAL 2019	Nº Operaciones	541	0	568292	364,81	1318,78	3815,19	91,27	23,31	3,36788E+20	179765	
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones	1110	0	1158044	739,9	2657,08	7744,99	185,99	47,75	7,04323E+20	366314	

Málaga-Costa del sol

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MELILLA	AEROSPATIALE ATR-72	2018	4.247	ATR72-50010	2722327	1231,63	7984,36	9980,45	424,7	297,29	1,0023E+22	862141
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	2.106	CRJ-100ER	2223936	1326,78	4780,62	14110,2	358,02	84,24	1,0867E+21	703404
CEUTA / HELIPUERTO	AGUSTAWESTLAND AW139	2018	1.807	Helicóptero	0	0	0	0	0	0	0	0

BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.537	A320	4096105	522,58	15216,3	12511,2	645,54	261,29	5,0414E+21	1295691
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2018	1.485	ATR72-50010	951885	430,65	2791,8	3489,75	148,5	103,95	3,5046E+21	301455
TOTAL 2018	Nº Operaciones		27437		47220740	11778,52	178960,69	159504,16	7459,14	2875,63	6,00518E+22	14940637
MELILLA	AEROSPATIALE ATR-72	2019	4.754	ATR72-50010	3047314	1378,66	8937,52	11171,9	475,4	332,78	1,1219E+22	965062
CEUTA / HELIPUERTO	AGUSTAWESTLAND AW139	2019	2.644	Helicóptero	0	0	0	0	0	0	0	0
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	2.074	CRJ-100ER	2190144	1306,62	4707,98	13895,8	352,58	82,96	1,0702E+21	692716
	AEROSPATIALE ATR-72	2019	1.475	ATR72-50010	945475	427,75	2773	3466,25	147,5	103,25	3,481E+21	299425
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A321 (SHARKLETS)	2019	1.260	A321	4025700	214,2	20449,8	7320,6	642,6	289,8	5,8212E+21	1273860
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.162	A320	3096730	395,08	11503,8	9458,68	488,04	197,54	3,8114E+21	979566
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	1.087	737-800/900	3026208	782,64	13370,1	7685,09	478,28	130,44	2,2175E+21	957647
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	930	A320	2478450	316,2	9207	7570,2	390,6	158,1	3,0504E+21	783990
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	737	737-800/900	2051808	530,64	9065,1	5210,59	324,28	88,44	1,5035E+21	649297
TOTAL 2019	Nº Operaciones		29213		48181543	12337,38	181368,73	167747,4	7607,39	2838,84	5,89758E+22	15245397
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		56650		95402283	24115,9	360329,42	327251,56	15066,53	5714,47	1,19028E+23	30186034

Pamplona

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	1.519	CRJ-100ER	1604064	956,97	3448,13	10177,3	258,23	60,76	7,83804E+20	507346
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	589	CRJ-100ER	621984	371,07	1337,03	3946,3	100,13	23,56	3,03924E+20	196726
	CANADAIR REGIONAL JET 900	2018	324	CRJ-900	491508	12,96	1425,6	1334,88	77,76	9,72	2,37816E+19	155520
	AEROSPATIALE ATR-72	2018	129	ATR72-50010	82689	37,41	242,52	303,15	12,9	9,03	3,0444E+20	26187
PALMA DE MALLORCA	AEROSPATIALE ATR-72	2018	31	ATR72-50010	19871	8,99	58,28	72,85	3,1	2,17	7,316E+19	6293

BARCELONA-EL PRAT J.T.	CESSNA CITATION	2018	14	Cessna-525/560	6412	23,24	3,92	226,8	0,98	0,7	1,68E+19	2030
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	13	CRJ-100ER	13728	8,19	29,51	87,1	2,21	0,52	6,708E+18	4342
TOTAL 2018	Nº Operaciones		2846		3079614	1653,05	7271,57	18517,22	493,13	119,24	1,75269E+21	974182
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	1.925	CRJ-100ER	2032800	1212,75	4369,75	12897,5	327,25	77	9,933E+20	642950
	AEROSPATIALE ATR-72	2019	343	ATR72-50010	219863	99,47	644,84	806,05	34,3	24,01	8,0948E+20	69629
	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	152	CRJ-100ER	160512	95,76	345,04	1018,4	25,84	6,08	7,8432E+19	50768
	ATR-42-600	2019	80	Dornier-328-Jet	69440	45,6	239,2	428	11,2	3,2	4,448E+19	22000
GRAN CANARIA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	30	CRJ-100ER	31680	18,9	68,1	201	5,1	1,2	1,548E+19	10020
VITORIA	CESSNA CITATION	2019	21	Cessna-525/560	9618	34,86	5,88	340,2	1,47	1,05	2,52E+19	3045
TOTAL 2019	Nº Operaciones		2856		2851161	1765,91	6564,18	18304,76	457,12	128,95	2,26594E+21	901944
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		5702		5930775	3418,96	13835,75	36821,98	950,25	248,19	4,01863E+21	1876126

Reus

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
REUS	AGUSTAWESTLAND AW139	2018	200	Helicóptero	0	0	0	0	0	0	0	0
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	35	A320	93275	11,9	346,5	284,9	14,7	5,95	1,148E+20	29505
MENORCA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	22	CRJ-100ER	23232	13,86	49,94	147,4	3,74	0,88	1,1352E+19	7348
TOTAL 2018	Nº Operaciones		397		280582	155,12	948,5	1698,14	44,38	15,61	2,83524E+20	88775
REUS	AGUSTAWESTLAND AW139	2019	498	Helicóptero	0	0	0	0	0	0	0	0
BARCELONA-EL PRAT J.T.	CANADAIR REGIONAL JET 900	2019	31	CRJ-900	47027	1,24	136,4	127,72	7,44	0,93	2,2754E+18	14880
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	24	A320	63960	8,16	237,6	195,36	10,08	4,08	7,872E+19	20232
MENORCA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	20	CRJ-100ER	21120	12,6	45,4	134	3,4	0,8	1,032E+19	6680
TOTAL 2019	Nº Operaciones		743		299418	170,57	979,9	1863,86	47,46	14,56	2,57194E+20	94733

TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones	1140	580000	325,69	1928,4	3562	91,84	30,17	5,40718E+20	183508
-----------------	----------------	------	--------	--------	--------	------	-------	-------	-------------	--------

Salamanca

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MENORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	18	A320	47970	6,12	178,2	146,52	7,56	3,06	5,904E+19	15174
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	18	737-800/900	50112	12,96	221,4	127,26	7,92	2,16	3,672E+19	15858
	AEROSPATIALE ATR-72	2018	10	ATR72-50010	6410	2,9	18,8	23,5	1	0,7	2,36E+19	2030
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	CANADAIR GLOBAL EXPRESS	2018	6	Gulfstream-VI	11550	4,8	30,78	70,92	1,8	0,54	3,726E+18	3654
TOTAL 2018	Nº Operaciones		100		163374	73,65	598,5	838,03	25,73	9,29	1,77583E+20	51694
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	24	737-800/900	66816	17,28	295,2	169,68	10,56	2,88	4,896E+19	21144
MENORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	14	A320	37310	4,76	138,6	113,96	5,88	2,38	4,592E+19	11802
PALMA DE MALLORCA	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	14	A320	37310	4,76	138,6	113,96	5,88	2,38	4,592E+19	11802
TOTAL 2019	Nº Operaciones		105		241919	70,99	957,35	928,13	38,18	12,09	2,04641E+20	76543
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		205		405293	144,64	1555,85	1766,16	63,91	21,38	3,82224E+20	128237

San Sebastián

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2018	3.507	ATR72-50010	2E+06	1017	6593,16	8241,45	350,7	245,49	8,27652E+21	711921
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A319	2018	968	A319	2E+06	1162	8421,6	7608,48	367,84	135,52	2,45872E+21	731808
	AEROSPATIALE ATR-72	2018	56	ATR72-50010	35896	16,24	105,28	131,6	5,6	3,92	1,3216E+20	11368
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	CESSNA 560 XL / XLS CITATION	2018	17	Cessna-525/560	7786	28,22	4,76	275,4	1,19	0,85	2,04E+19	2465
TOTAL 2018	Nº Operaciones		4738		4732808	2441,1	15396,16	18407,38	745,37	394,77	1,10818E+22	1497957
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2019	2.927	ATR72-50010	2E+06	848,8	5502,76	6878,45	292,7	204,89	6,90772E+21	594181

BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A319	2019	1.024	A319	2E+06	1229	8908,8	8048,64	389,12	143,36	2,60096E+21	774144
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	ATR-42-600	2019	448	Dornier-328-Jet	388864	255,4	1339,52	2396,8	62,72	17,92	2,49088E+20	123200
	AEROSPATIALE ATR-42/72	2019	51	ATR72-50010	32691	14,79	95,88	119,85	5,1	3,57	1,2036E+20	10353
TOTAL 2019	Nº Operaciones		4765		5011802	2669,1	16500,44	20802,63	791,51	384,52	1,01613E+22	1586282
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		9503		9744610	5110,2	31896,6	39210,01	1536,88	779,29	2,1243E+22	3084239

Santiago-Ro-Ca.

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.923	A320	5E+06	653,82	19038	15653,22	807,66	326,91	6,3074E+21	1621089
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	1.311	737-800/900	4E+06	943,92	16125	9268,77	576,84	157,32	2,6744E+21	1154991
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	1.176	737-800/900	3E+06	846,72	14465	8314,32	517,44	141,12	2,399E+21	1036056
BILBAO	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	1.095	CRJ-100ER	1E+06	689,85	2485,7	7336,5	186,15	43,8	5,6502E+20	365730
TOTAL 2018	Nº Operaciones		15473		3,8E+07	9048,15	152814,2	116825,35	6075,27	2011,2	3,64077E+22	12165334
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	2.247	A320	6E+06	763,98	22245	18290,58	943,74	381,99	7,3702E+21	1894221
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	1.328	737-800/900	4E+06	956,16	16334	9388,96	584,32	159,36	2,7091E+21	1169968
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.063	A320	3E+06	361,42	10524	8652,82	446,46	180,71	3,4866E+21	896109
BILBAO	CANADAIR REGIONAL JET 200	2019	912	CRJ-100ER	963072	574,56	2070,2	6110,4	155,04	36,48	4,7059E+20	304608
TOTAL 2019	Nº Operaciones		15930		4E+07	9135,06	159124,3	120339,44	6345,47	2096,53	3,78748E+22	12711596
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		31403		7,9E+07	18183,21	311938,5	237164,79	12420,74	4107,73	7,42824E+22	24876930

Santander-Seve Ballesteros

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS	AIRBUS A319	2018	1.542	A319	3685380	1850,4	13415,4	12120,1	585,96	215,88	3,9167E+21	1165752
	BOMBARDIER	2018	994									
ADOLFO SUÁREZ	REGIONAL JET-1000			CRJ-100ER	1049664	626,22	2256,38	6659,8	168,98	39,76	5,129E+20	331996
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	469	737-800/900	1305696	337,68	5768,7	3315,83	206,36	56,28	9,5676E+20	413189
	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	353	A320	940745	120,02	3494,7	2873,42	148,26	60,01	1,1578E+21	297579
VALENCIA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	324	737-800/900	902016	233,28	3985,2	2290,68	142,56	38,88	6,6096E+20	285444
	Nº Operaciones		5744		12074535	4440,48	44466,09	43654,69	1915,06	627,93	1,09598E+22	3819936
MADRID-BARAJAS	AIRBUS A319	2019	1.906	A319	4555340	2287,2	16582,2	14981,2	724,28	266,84	4,8412E+21	1440936
	ADOLFO SUÁREZ											
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	496	737-800/900	1380864	357,12	6100,8	3506,72	218,24	59,52	1,0118E+21	436976
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	354	A320	943410	120,36	3504,6	2881,56	148,68	60,18	1,1611E+21	298422
VALENCIA	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	335	A320	892775	113,9	3316,5	2726,9	140,7	56,95	1,0988E+21	282405
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	334	737-800/900	929856	240,48	4108,2	2361,38	146,96	40,08	6,8136E+20	294254
TOTAL 2019	Nº Operaciones		5691		13259587	4435,86	50594,13	43923,66	2099,56	696,23	1,22889E+22	4194991
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		11435		25334122	8876,34	95060,22	87578,35	4014,62	1324,16	2,32488E+22	8014927

Sevilla

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	2.431	A320	6478615	826,54	24066,9	19788	1021,02	413,27	7,9737E+21	2049333
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	1.732	737-800/900	4821888	1247,04	21303,6	12245	762,08	207,84	3,5333E+21	1525892

MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	1.719	A320	4581135	584,46	17018,1	13993	721,98	292,23	5,6383E+21	1449117
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	1.655	A320	4410575	562,7	16384,5	13472	695,1	281,35	5,4284E+21	1395165
ALMERIA	CANADAIR REGIONAL JET 200	2018	911	CRJ-100ER	962016	573,93	2067,97	6103,7	154,87	36,44	4,7008E+20	304274
BILBAO	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	871	A320	2321215	296,14	8622,9	7089,9	365,82	148,07	2,8569E+21	734253
TOTAL 2018	Nº Operaciones		24782		61645914	12442,11	238178,26	192019,6	9740,36	3358,5	6,10664E+22	19503135
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR- 72	2019	2.256	ATR72-50010	1446096	654,24	4241,28	5301,6	225,6	157,92	5,3242E+21	457968
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	1.983	A320	5284695	674,22	19631,7	16142	832,86	337,11	6,5042E+21	1671669
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.888	A320	5031520	641,92	18691,2	15368	792,96	320,96	6,1926E+21	1591584
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	1.788	737-800/900	4977792	1287,36	21992,4	12641	786,72	214,56	3,6475E+21	1575228
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	1.703	A320	4538495	579,02	16859,7	13862	715,26	289,51	5,5858E+21	1435629
VALENCIA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	1.060	CRJ-100ER	1119360	667,8	2406,2	7102	180,2	42,4	5,4696E+20	354040
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	927	737-800/900	2580768	667,44	11402,1	6553,9	407,88	111,24	1,8911E+21	816687
TOTAL 2019	Nº Operaciones		28912		66928198	13445,41	257494,8	208867,1	10567,54	3628,01	6,81122E+22	21175469
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		53694		1,29E+08	25887,52	495673,06	400886,6	20307,9	6986,51	1,29179E+23	40678604

Valencia

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID- BARAJAS	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	2.876	CRJ-100ER	3037056	1811,88	6528,52	19269	488,92	115,04	1,48402E+21	960584
ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2018	2.146	ATR72-50010	1375586	622,34	4034,48	5043	214,6	150,22	5,06456E+21	435638
PALMA DE MALLORCA	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	1.218	Gulfstream-VII-500	1971942	12,18	7722,12	3898	316,68	36,54	7,35672E+19	623616
	AEROSPATIALE ATR-72	2018	1.197	ATR72-50010	767277	347,13	2250,36	2813	119,7	83,79	2,82492E+21	242991

IBIZA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	1.097										
				737-800/900	3054048	789,84	13493,1	7756	482,68	131,64	2,23788E+21	966457	
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	864										
				737-800/900	2405376	622,08	10627,2	6108	380,16	103,68	1,76256E+21	761184	
SEVILLA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2018	784										
				CRJ-100ER	827904	493,92	1779,68	5253	133,28	31,36	4,04544E+20	261856	
TOTAL 2018	Nº Operaciones		26151		40320160	13847,47	137887,31	156084	6390,63	2029,89	3,96567E+22	12757307	
MADRID-BARAJAS	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	3.054										
				CRJ-100ER	3225024	1924,02	6932,58	20462	519,18	122,16	1,57586E+21	1020036	
ADOLFO SUÁREZ	AEROSPATIALE ATR-72	2019	1.606										
				ATR72-50010	1029446	465,74	3019,28	3774	160,6	112,42	3,79016E+21	326018	
PALMA DE MALLORCA	AEROSPATIALE ATR-72	2019	1.534										
				ATR72-50010	983294	444,86	2883,92	3605	153,4	107,38	3,62024E+21	311402	
	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	1.285										
				Gulfstream-VII-500	2080415	12,85	8146,9	4112	334,1	38,55	7,7614E+19	657920	
IBIZA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	1.097										
				737-800/900	3054048	789,84	13493,1	7756	482,68	131,64	2,23788E+21	966457	
SEVILLA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	1.062										
				CRJ-100ER	1121472	669,06	2410,74	7115	180,54	42,48	5,47992E+20	354708	
PALMA DE MALLORCA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	939										
				737-800/900	2614176	676,08	11549,7	6639	413,16	112,68	1,91556E+21	827259	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		26277		42091618	13807,35	146306,27	159960	6670,08	2087,6	3,99888E+22	13317841	
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		52428		82411778	27654,82	284193,58	316044	13060,7	4117,49	7,96455E+22	26075148	

Valladolid

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	649									
				737-800/900	1806816	467,28	7982,7	4588,4	285,6	77,88	1,32396E+21	571769
SEVILLA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	202									
				737-800/900	562368	145,44	2484,6	1428,1	88,88	24,24	4,1208E+20	177962
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	190									
				A320	506350	64,6	1881	1546,6	79,8	32,3	6,232E+20	160170
	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	161									
				A320	429065	54,74	1593,9	1310,5	67,62	27,37	5,2808E+20	135723
TOTAL 2018	Nº Operaciones		1709		4132691	1159,42	17008,97	13539,86	652,8	202,94	3,62299E+21	1307650

BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	680	737-800/900	1893120	489,6	8364	4807,6	299,2	81,6	1,3872E+21	599080
SEVILLA	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2019	186	737-800/900	517824	133,92	2287,8	1315	81,84	22,32	3,7944E+20	163866
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	161	A320	429065	54,74	1593,9	1310,5	67,62	27,37	5,2808E+20	135723
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	124	A320	330460	42,16	1227,6	1009,4	52,08	21,08	4,0672E+20	104532
	AIRBUS A320 NEO	2019	58	A320neo	114898	5,8	345,1	403,1	17,98	2,32	1,363E+19	36366
TOTAL 2019	Nº Operaciones		1.609		3930226	1030,63	16164,79	12110,48	620,66	186,19	3,26494E+21	1243607
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		3318		8062917	2190,05	33173,76	25650,34	1273,5	389,13	6,88793E+21	2551257

Vigo

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	2.246	Gulfstream-VII-500	4E+06	22,46	14239,6	7187,2	583,96	67,38	1,35658E+20	1149952
	AIRBUS A319	2018	1.670	A319	4E+06	2004	14529	13126,2	634,6	233,8	4,2418E+21	1262520
BARCELONA-EL PRAT J.T.	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	747	737-800/900	2E+06	537,8	9188,1	5281,29	328,68	89,64	1,52388E+21	658107
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	722	A320	2E+06	245,5	7147,8	5877,08	303,24	122,74	2,36816E+21	608646
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	571	737-800/900	2E+06	411,1	7023,3	4036,97	251,24	68,52	1,16484E+21	503051
TOTAL 2018	Nº Operaciones		8767		1,9E+07	4645,7	71995,84	57246,55	2999,22	917,04	1,5652E+22	5976079
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	2.527	Gulfstream-VII-500	4E+06	25,27	16021,2	8086,4	657,02	75,81	1,52631E+20	1293824
	AIRBUS A319	2019	1.517	A319	4E+06	1820	13197,9	11923,6	576,46	212,38	3,85318E+21	1146852
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	576	A320	2E+06	195,8	5702,4	4688,64	241,92	97,92	1,88928E+21	485568
BARCELONA-EL PRAT J.T.	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	432	A320	1E+06	146,9	4276,8	3516,48	181,44	73,44	1,41696E+21	364176
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	394	A320	1E+06	134	3900,6	3207,16	165,48	66,98	1,29232E+21	332142
VALENCIA	BOMBARDIER REGIONAL JET-1000	2019	346	CRJ-100ER	365376	218	785,42	2318,2	58,82	13,84	1,78536E+20	115564
TOTAL 2019	Nº Operaciones		8801		1,7E+07	4202,8	63903,61	56024,77	2763,85	800,33	1,31689E+22	5500667
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		17568		3,6E+07	8848,5	135899,5	113271,3	5763,07	1717,37	2,88209E+22	11476746

Vitoria

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
VALENCIA	BOEING 737-400 FREIGHTER	2018	508	737-300/400/500	1E+06	726,44	3545,8	3291,84	218,44	71,12	1,2954E+21	439928
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	BOEING 737-400 FREIGHTER	2018	507	737-300/400/500	1E+06	725,01	3538,9	3285,36	218,01	70,98	1,2929E+21	439062
SEVILLA	AIRBUS A300-600 FREIGHTER	2018	504	A330-200/300	4E+06	645,12	17927	8164,8	564,48	105,84	1,2197E+21	1124928
TOTAL 2018	Nº Operaciones		3429		1,1E+07	4477,08	42521,5	30257,79	1765,39	467,67	7,36581E+21	3538798
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	BOEING 737-400 FREIGHTER	2019	503	737-300/400/500	1E+06	719,29	3510,9	3259,44	216,29	70,42	1,2827E+21	435598
VALENCIA	BOEING 737-400 FREIGHTER	2019	498	737-300/400/500	1E+06	712,14	3476	3227,04	214,14	69,72	1,2699E+21	431268
SANTIAGO- ROSALÍA DE CASTRO	BOEING 737-400 FREIGHTER	2019	462	737-300/400/500	1E+06	660,66	3224,8	2993,76	198,66	64,68	1,1781E+21	400092
TOTAL 2019	Nº Operaciones		3399		9734502	4492,44	35006,1	28519,78	1534,94	435,46	7,00241E+21	3080401
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		6828		2,1E+07	8969,52	77527,6	58777,57	3300,33	903,13	1,43682E+22	6619199

Zaragoza

Aeropuerto	Aeronave	Año	Ope.	Aeronave equivalente	CO ₂	HC	NO _x	CO	SO ₂	tPMmass	nvPMnumber	Combustible
PALMA DE MALLORCA	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2018	274	Gulfstream-VII-500	443606	2,74	1737,16	876,8	71,24	8,22	1,655E+19	140288
	AIRBUS A320 PASSENGER	2018	192	A320	511680	65,28	1900,8	1562,88	80,64	32,64	6,2976E+20	161856
	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	152	737-800/900	423168	109,44	1869,6	1074,64	66,88	18,24	3,1008E+20	133912
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2018	118	A320	314470	40,12	1168,2	960,52	49,56	20,06	3,8704E+20	99474
MENORCA	BOEING 717	2018	98	717	210014	4,9	654,64	664,44	33,32	8,82	7,644E+19	66444
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	BOEING 737-800 (WINGLETS) PASSENGER	2018	71	737-800/900	197664	51,12	873,3	501,97	31,24	8,52	1,4484E+20	62551
TOTAL 2018	Nº Operaciones		1739		3889985	962,62	14991,99	13023,22	616,03	185,64	3,1011E+21	1230679

PALMA DE MALLORCA	EMBRAER ERJ-195, LEGANCY 1000	2019	286										
				Gulfstream-VII-500	463034	2,86	1813,24	915,2	74,36	8,58	1,7274E+19	146432	
	AIRBUS A320 PASSENGER	2019	132	A320	351780	44,88	1306,8	1074,48	55,44	22,44	4,3296E+20	111276	
	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	108	A320	287820	36,72	1069,2	879,12	45,36	18,36	3,5424E+20	91044	
	AIRBUS A320 NEO	2019	58	A320neo	114898	5,8	345,1	403,1	17,98	2,32	1,363E+19	36366	
MENORCA	AIRBUS A319	2019	40	A319	95600	48	348	314,4	15,2	5,6	1,016E+20	30240	
	BOEING 717	2019	34		717	72862	1,7	227,12	230,52	11,56	3,06	2,652E+19	23052
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	AIRBUS A320 (SHARKLETS)	2019	34	A320	90610	11,56	336,6	276,76	14,28	5,78	1,1152E+20	28662	
TOTAL 2019	Nº Operaciones		1347		2692264	735,06	10008,8	10074,28	426,25	122,77	2,035E+21	851740	
TOTAL 2018+2019	Nº Operaciones		3086		6582249	1697,68	25000,79	23097,5	1042,3	308,41	5,1361E+21	2082419	

Anexo II. Duración rutas de trenes actuales entre ciudades.

En este anexo se mostrarán las rutas actuales de tren entre ciudades, resaltando en verde las que en la actualidad tienen una duración menor a 2,5 horas y en azul las que se considera que tendrán una duración de menos de 2,5 horas en 2050.

NOTA: en las conexiones con aeropuertos que están fuera del alcance de este estudio (especialmente las islas), se ha indicado como N/A “No aplicable” y en las conexiones en las que no existe ruta alternativa en tren, se ha indicado como N/O “No opción”.

A Coruña

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:30	ASTURIAS	N/O	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	8:43	MALAGA-COSTA DEL SOL	8:45	FUERTEVENTURA	N/A
SEVILLA	7:56	BILBAO	10:07	GIRONA	N/O
VALENCIA	6:37	BURGOS / VILLAFRIA	7:01	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	N/A
PALMA DE MALLORCA	N/A	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	9:37	LOGROÑO-LA RIOJA	9:46
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	0:27	OTROS	N/A	VIGO	1:20
TENERIFE SUR	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	9:14	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	N/O
GRAN CANARIA	N/A	IBIZA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:30
SAN SEBASTIAN	10:15	A CORUÑA	N/A	HELIPUERTO HOSP. UNV. A CORUÑA	N/A
LEON	4:57	ORENSE	1:02	MENORCA	N/A
PAMPLONA	9:25	MURCIA/ SAN JAVIER	12:04	LA MORGAL (ASTURIAS)	N/O
VALLADOLID	6:38	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	N/O
HUESCA - PIRINEOS	N/O	VITORIA	8:28	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	12:04
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	8:18	ZARAGOZA	7:08	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O
CORDOBA	7:07	CASTELLÓN	N/O	ALMERIA	N/O

Adolfo Suárez Madrid Barajas

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
PALMA DE MALLORCA	N/A	FUERTEVENTURA	N/A	OTROS	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	2:30	TENERIFE SUR	N/A	HUESCA - PIRINEOS	2:13
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	5:08	BURGOS / VILLAFRIA	2:26
SAN SEBASTIAN	5:23	LOGROÑO-LA RIOJA	3:27	MADRID/TORREJON	N/A
GRAN CANARIA	N/A	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A	LLEIDA - ALGUAIRE	1:59
VALENCIA	1:40	VITORIA	3:49	MADRID/GETAFE	N/A

BILBAO	5:07	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	0:50	TERUEL	4:29
A CORUÑA	3:30	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	N/A	CADIZ / ROTA (BASE AERO-NAVAL)	4:09
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	2:16	MURCIA/ SAN JAVIER	3:07	SANTA CILIA DE JACA (HUESCA)	5:28
IBIZA	N/A	ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	2:34	FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	0:27
VIGO	4:12	ZARAGOZA	1:15	COSTA NORTE-PUERTO DE VIVEIRO	4
MALAGA-COSTA DEL SOL	2:28	GIRONA	3:33	SABADELL	2:30
F.G.L. GRANADA - JAEN	3:17	VALLADOLID	0:58	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	3:07
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	3	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	N/A	CIUDAD REAL	0:50
MELILLA	N/A	CORDOBA	1:42	MORON (SEVILLA)	2:34
JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	3:30	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	AERODROMO LA CAMINERA	N/A
SEVILLA	2:34	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	0:50	LA GOMERA	N/A
ALMERIA	6:08	LEON	2:00	CEUTA / HELIPUERTO	N/A
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	CASTELLÓN	3:05	LA CERDAÑA (GIRONA)	2:54
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	4:04	ALBACETE / LOS LLANOS	1:30	GARRAY (SORIA)	2:54
PAMPLONA	3:05	REUS	7:38	CENTRE DE GESTIÓ D'EMERGÈNCIES	N/A
MENORCA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	1:41	AFTN MESSAGES DISTRIBUTION	N/A
ASTURIAS	4:37				

Murcia. Internacional Región de Murcia y Murcia San Javier

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
PALMA DE MALLORCA	N/A	ZARAGOZA	6:30	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	8:59
ASTURIAS	N/O	MALAGA-COSTA DEL SOL	8:07	TENERIFE SUR	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:08	VALENCIA	3:11	MADRID/TORREJON	3:08
GRAN CANARIA	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	7:24
SABADELL	N/O	GIRONA	N/O	BILBAO	N/O
IBIZA	N/A	A CORUÑA	9:02	SAN SEBASTIAN	N/O
PAMPLONA	N/O	ALMERIA	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:53	REUS	N/O	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	N/O
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:08	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O	LA PALMA /STA.CRUZ DE LA PALMA	N/A
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	1:08	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:30	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
SEVILLA	6:26	LEON	N/O	VALLADOLID	6
VITORIA	N/O	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	CASTELLÓN	4:03

Albacete

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
----------	--------------	----------	--------------	----------	--------------

BARCELONA-EL PRAT J.T.	5:14	VITORIA	6:30	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	6:11
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:25	ALBACETE / LOS LLANOS	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:25
VALENCIA	1:38	GRAN CANARIA	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	0:50
BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	6:48	CORDOBA	3:30	GIRONA	N/O
OTROS	N/A	PALMA DE MALLORCA	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	2:15
MALAGA-COSTA DEL SOL	4:38	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	5:36	LEON	5:06
SAN SEBASTIAN	8:04	ALMERIA	N/O	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	6:40
IBIZA	N/A	OCAÑA (TOLEDO)	2:54	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
SABADELL	N/O	ASTURIAS	8:38	ZARAGOZA	3:43
SEVILLA	4:38				

Alicante-Elche

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:15	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	7:40	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	3:56
BARCELONA-EL PRAT J.T.	4:25	MUCHAMIEL (ALICANTE)	N/A	LEON	6:06
PALMA DE MALLORCA	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	N/A	SAN LUIS (MENORCA)	N/A
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	7:11	A CORUÑA	7:43	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
VITORIA	7:27	MURCIA/ SAN JAVIER	1:15	SABADELL	N/O
IBIZA	N/A	CORDOBA	4:27	SON BONET (MALLORCA)	N/A
BILBAO	8:44	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	2:15	LA PALMA /STA.CRUZ DE LA PALMA	N/A
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	MADRID/TORREJON	2:15
ASTURIAS	9:38	PAMPLONA	6:50	ZARAGOZA	4:40
VALENCIA	1:33	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	6:50	OTROS	N/A
GRAN CANARIA	N/A	FUERTEVENTURA	N/A	CASTELLÓN	2:28
SEVILLA	5:30	GIRONA	5:58	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	1:14
MENORCA	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	6:23	ALBACETE / LOS LLANOS	0:55
TENERIFE SUR	N/A	MELILLA	N/A	LA AXARQUIA-LEONI BENABU (AGP)	5:35
MALAGA-COSTA DEL SOL	5:35	REUS	N/O	BURGOS / VILLAFRIA	6:04
VIGO	9:01	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	9:14	SALAMANCA/ MATACAN	6:31
VALLADOLID	4:25	SAN SEBASTIAN	9:01	CIUDAD REAL	6:50
ALMERIA	N/O	MADRID FIC/ACC	2:15	LLEIDA - ALGUAIRE	5:34

Almería

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	6:11	IBIZA	N/A	PAMPLONA	10:56
SEVILLA	5:05	ALMERIA	N/A	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	12:06	OTROS	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	9:42	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A

SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	10:14	REUS	N/O	TENERIFE SUR	N/A
ZARAGOZA	N/O	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	6:11
MADRID/TORREJON	6:11	BILBAO	13:44	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
GRAN CANARIA	N/A	MUCHAMIEL (ALICANTE)	9:42	HUESCA - PIRINEOS	
VALENCIA	8:30	ASTURIAS	12:41	CEUTA / HELIPUERTO	N/A
CORDOBA	4:15	CASTELLÓN	9:33	A CORUÑA	10:46
MALAGA-COSTA DEL SOL	N/O	FUERTEVENTURA	N/A	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A
MADRID/GETAFE	6:11	GIRONA	N/O	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
MELILLA	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	2:25	MORON (SEVILLA)	5:05
VITORIA	12:27	MENORCA	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O
VALLADOLID					

8:07

Asturias

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	4:30	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	9:10
BARCELONA-EL PRAT J.T.	10:03	SAN SEBASTIAN	N/O	ZARAGOZA	8:12
SEVILLA	8:12	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O	LA MORGAL (ASTURIAS)	N/A
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	8:30	BILBAO	N/O	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
MALAGA-COSTA DEL SOL	8:48	A CORUÑA	N/O	SALAMANCA/ MATACAN	N/O
VALENCIA	7:38	CORDOBA	7:22	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
PALMA DE MALLORCA	N/A	PAMPLONA	6:51	MADRID/TORREJON	4:30
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	GIRONA	N/O	LLEIDA - ALGUAIRE	8:56
IBIZA	N/A	HUESCA - PIRINEOS	N/O	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	4:30
MENORCA	N/A	ALMERIA	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	10:03
TENERIFE SUR	N/A	LEON	2:15	ALBACETE / LOS LLANOS	7:32
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	10:03	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	11:07
GRAN CANARIA	N/A	REUS	N/O	MELILLA	N/A
FUERTEVENTURA	N/A	VIGO	9:33	OTROS	N/A
VITORIA	5:54	VALLADOLID	3:25	AERODROMO LOS OTEROS (HEL)	N/A

Badajoz

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	5:01	PAMPLONA	11:11	VALENCIA	8:37
BARCELONA-EL PRAT J.T.	8:36	ZARAGOZA	8:06	VALLADOLID	7:59
PALMA DE MALLORCA	N/A	HELICOP. SANITARIOS MARBELLA	N/A	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	N/O
IBIZA	N/A	MALAGA-COSTA DEL SOL	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O

TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	8:11	GIRONA	N/O
OTROS	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/A	A CORUÑA	11:01
MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	FUERTEVENTURA	N/A	ASTURIAS	11:28
ALBACETE / LOS LLANOS	7:08	LEON	9:01	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/O
SEVILLA	4:27	GRAN CANARIA	N/A	TENERIFE SUR	N/A
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	5:01	MENORCA	N/A	VITORIA	5:54
HUESCA - PIRINEOS	N/O	CORDOBA	N/O	AERÓDROMO MÉRIDA - ROYANEJOS	0:36
EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	4:34	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	10:58		

Barcelona-El Prat

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
PALMA DE MALLORCA	N/A	ALMERIA	9:07	BARCELONA-EL PRAT J.T.	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:30	FUERTEVENTURA	N/A	CORDOBA	5:19
IBIZA	N/A	LEON	6:21	CASTELLÓN	1:55
MENORCA	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	8:21	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	2:30
SEVILLA	5:33	VALENCIA	2:40	ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	5:33
BILBAO	6:32	TENERIFE SUR	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	3:41
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	4:34	BURGOS / VILLAFRIA	5:59	SALAMANCA/ MATACAN	6:21
MALAGA-COSTA DEL SOL	6:01	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A	MADRID/TORREJON	2:30
GRAN CANARIA	N/A	VITORIA	4:44	HUESCA - PIRINEOS	
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	6:53	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	3:41
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:03	GIRONA	0:38	SON BONET (MALLORCA)	N/A
ASTURIAS	10:43	REUS	1:21	TERUEL	4:57
A CORUÑA	8:34	ZARAGOZA	1:23	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	6:53
SAN SEBASTIAN	5:40	PAMPLONA	3:51	LOGROÑO-LA RIOJA	3:51
F.G.L. GRANADA - JAEN	6:22	MELILLA	N/A	FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	4:52
VIGO	7:58	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	ARMILLA (GRANADA)	6:22
VALLADOLID	5:18	LLEIDA - ALGUAIRE	1	MADRID/GETAFE	2:30
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	ALBACETE / LOS LLANOS	5	VILLAFRAMIL (LUGO)	8:55
JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	6:15	SABADELL	N/O	CIUDAD REAL	3:41
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	9:12	OTROS	N/A		

Bilbao

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	5:06	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	10:20	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	7	FUERTEVENTURA	N/A	VALLADOLID	3:48
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:26	HOSPITAL CRUCES HEL.(VIZCAYA)	N/A	CADIZ / ROTA (BASE AERO-NAVAL)	10:59
SEVILLA	9:14	BILBAO	N/A	HOSPITAL DOCE DE OCTUBRE (HEL)	N/A

VALENCIA	8:02	GIRONA	N/O	MUCHAMIEL (ALICANTE)	9:49
MALAGA-COSTA DEL SOL	10:07	SAN SEBASTIAN	N/O	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	A CORUÑA	8:58	PAMPLONA	N/O
OTROS	N/A	ASTURIAS	N/O	REUS	N/O
GRAN CANARIA	N/A	VITORIA	N/O	BURGOS / VILLAFRIA	2:31
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	ZARAGOZA	4:30	LOGROÑO-LA RIOJA	2:31
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	9:49	CASTELLÓN	9:51	SALAMANCA/ MATACAN	5:34
IBIZA	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	8:05	MADRID/TORREJON	5:06
VIGO	10:40	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	5:06	HUESCA - PIRINEOS	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	ALMERIA	N/O	EL MUSEL (GIJON) HELIPIERTO	N/A
MENORCA	N/A	LEON	5:03	SABADELL	N/O
TENERIFE SUR	N/A	CORDOBA	8:25	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
F.G.L. GRANADA - JAEN	No opción				

Burgos

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
OTROS	N/A	VALENCIA	5:26	VALLADOLID	1:13
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:24	ALBACETE / LOS LLANOS	6:15	ZARAGOZA	4:08
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	5:50	SAN SEBASTIAN	2:55	AERODROMO LOS OTEROS (HEL)	N/A
BURGOS / VILLAFRIA	N/A	GIRONA	N/O	PALMA DE MALLORCA	N/A
BILBAO	2:38	IBIZA	N/A	VIGO	7:38
A CORUÑA	6:22	LA MORGAL (ASTURIAS)	4:39	ROZAS (LUGO)	5:57
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:32	MUCHAMIEL (ALICANTE)	7:13	SABADELL	N/O
HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A	MATILLA DE LOS CAÑOS (VALLADOL)	1:08	SALAMANCA/ MATACAN	2:17
MALAGA-COSTA DEL SOL	7:31	CORDOBA	5:49	TENERIFE SUR	N/A
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O	REUS	N/O	VITORIA	1:16
SEVILLA	6:38				

Córdoba

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MALAGA-COSTA DEL SOL	0:49	MELILLA	N/A	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A
ALMERIA	4:07	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	6:19	MUCHAMIEL (ALICANTE)	4:59
GIRONA	6:01	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	PALMA DE MALLORCA	N/A
IBIZA	N/A	VALENCIA	3:53	REUS	N/O
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:47	OTROS	N/A	TENERIFE SUR	N/A
SALAMANCA/ MATACAN	5:02	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:47	VITORIA	7:10
VIGO	7:19	CASTELLÓN	5:23	VALLADOLID	3:51
ALBACETE / LOS LLANOS	3:45	SEVILLA	0:44	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	2:26

BARCELONA-EL PRAT J.T.	4:37	EXPO-92 (SEVILLA) (HEL)	N/A	CIUDAD REAL	0:57
BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	6:19	HELICOP. SANITARIOS MARBELLA	N/A
EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	0:57	F.G.L. GRANADA - JAEN	1:22		

FGL Granada-Jaén

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:20	IBIZA	N/A	VALLADOLID	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:05	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	2:25	LLEIDA - ALGUAIRE	5
PALMA DE MALLORCA	N/A	PAMPLONA	7:02	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
BILBAO	10:21	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	3:39	VITORIA	N/O
TENERIFE SUR	N/A	SAN SEBASTIAN	N/O	CASTELLÓN	7:20
GRAN CANARIA	N/A	FUERTEVENTURA	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O
OTROS	N/A	GIRONA	9:16	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/A
MELILLA	N/A	ALMERIA	2:27	LA AXARQUIA-LEONI BENABU (AGP)	1:33
MALAGA-COSTA DEL SOL	1:33	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	LEON	N/O
MENORCA	N/A	CORDOBA	1:23	SABADELL	N/O
SEVILLA	2:27	REUS	N/O	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
A CORUÑA	N/O	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/O	ZARAGOZA	4:18
VALENCIA	5:49	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:20
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	7:50	VIGO	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O

Girona-Costa Brava

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
BARCELONA-EL PRAT J.T.	0:39	SON BONET (MALLORCA)	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O
IBIZA	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	5:23	BURGOS / VILLAFRIA	7:18
PALMA DE MALLORCA	N/A	SAN SEBASTIAN	N/O	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	13:58
VALLADOLID	6:07	ALMERIA	N/O	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
VITORIA	6:03	REUS	N/O	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
VALENCIA	3:29	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	MADRID/TORREJON	3:24
MALAGA-COSTA DEL SOL	7:19	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	8:29	LLEIDA - ALGUAIRE	1:48
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:24	CASTELLÓN (CASTELLÓN)	2:44	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:24
ZARAGOZA	2:12	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
GIRONA	N/A	FUERTEVENTURA	N/A	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
ULLASTRELL-TERESA VILA (HEL)	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O	CASTELLÓN	2:44
BILBAO	N/O	HUESCA - PIRINEOS	N/O	ALBACETE / LOS LLANOS	6:16
SEVILLA	6:38	A CORUÑA	14:30	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O
OTROS	N/A	MADRID/GETAFE	3:24	LA AXARQUIA-LEONI BENABU (AGP)	7:19

VIGO	8:52	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	4:45	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A
SERVEI GRAL.CIRCUIT DE CAT.	N/A	LEON	7:10	MUCHAMIEL (ALICANTE)	5:23
CORDOBA	5:45	HELIPUERTO PUERTO DE BARCELONA	N/A	REQUENA (VALENCIA)	3:29
PAMPLONA	5:10	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	MELILLA	N/A
SABADELL	N/O	GRAN CANARIA	N/A	COSTA BRAVA-CENTRO (HEL)	N/A
TENERIFE SUR	N/A	MENORCA	N/A	PARC TAULI (BARCELONA)(HEL)	N/A
ASTURIAS	12:47				

Huesca-Pirineos

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
A CORUÑA	N/O	CASTELLÓN	No opción	SEVILLA	N/O
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:20	BARCELONA-EL PRAT J.T.	3:52	VITORIA	N/O
BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O	GIRONA	4:38	BILBAO	N/O
ASTURIAS	N/O	LEON	No opción	IBIZA	N/A
VIGO	N/O	REUS	No opción	ALMERIA	N/O
VALENCIA	5:05	ZARAGOZA	0:40		

Jerez de la Frontera

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:35	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	6:52	REUS	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:37	GIRONA	9:13	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	3:39	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
CEUTA / HELIPUERTO	N/A	ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	0:49	SALAMANCA/ MATACAN	7:53
BILBAO	N/O	PALMA DEL RIO (CORDOBA)	1:34	VIGO	10:53
VALENCIA	6:05	MENORCA	N/A	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	N/A
OTROS	N/A	ASTURIAS	10:19	ZARAGOZA	5:13
MALAGA-COSTA DEL SOL	3:10	MADRID/TORREJON	3:35	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:35
SEVILLA	0:49	VALLADOLID	5:55	CASTELLÓN (CASTELLÓN)	8:31
IBIZA	N/A	ALBACETE / LOS LLANOS	5:48	AERODROMO AMR / UTRERA	N/A
LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O	TOMAS FERNANDEZ ESPADA (CADIZ)	0:35
GRAN CANARIA	N/A	A CORUÑA	9:06	SAN SEBASTIAN	12:33
MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	EXPO-92 (SEVILLA) (HEL)	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:35	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	2:47
FUERTEVENTURA	N/A	ALMERIA	N/O	MADRID/GETAFE	3:35
LEON	7:53	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	2:47	SABADELL	N/O
TENERIFE SUR	N/A	MUCHAMIEL (ALICANTE)	6:52	LA PALMA /STA.CRUZ DE LA PALMA	N/A
TREBUJENA	0:35	CORDOBA	1:34	VITORIA	10:46
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	PAMPLONA	N/O	CIUDAD REAL	2:47

León

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:21	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	6:52	SALAMANCA/ MATACAN	4:45
IBIZA	N/A	BILBAO	5:08	VALLADOLID	0:59
PALMA DE MALLORCA	N/A	ASTURIAS	2:24	ZARAGOZA	4:30
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	5:11	PAMPLONA	4:26
MENORCA	N/A	SEVILLA	5:54	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	7:43
GRAN CANARIA	N/A	VITORIA	3:29	ALBACETE / LOS LLANOS	5:01
MALAGA-COSTA DEL SOL	5:39	VALENCIA	5:18	SAN SEBASTIAN	5:16
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:53	OTROS	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O
A CORUÑA	5:04	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	5:59	VIGO	5:35
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	4:32	GIRONA	N/O	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:53
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	REUS	N/O		

Logroño

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:20	MENORCA	N/A	GIRONA	4:53
PALMA DE MALLORCA	N/A	ASTURIAS	N/O	PALMA DEL RIO (CORDOBA)	5:17
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	9:27	PAMPLONA	N/O	VIGO	10:30
REUS	N/O	SABADELL	N/O	CASTELLÓN	N/O
VALENCIA	5:50	VITORIA	N/O	SAN SEBASTIAN	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	4:05	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O
BILBAO	2:40	ZARAGOZA	1:57	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
IBIZA	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O	SEVILLA	6:08
A CORUÑA	9:59	MALAGA-COSTA DEL SOL	6:36	VALLADOLID	4:15

Málaga-Costa del Sol

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MELILLA	N/A	SEVILLA	1:55	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:37	LEON	6:08	OTROS	N/A
CEUTA / HELIPUERTO	N/A	VALLADOLID	4:52	HELICOP. SANITARIOS MARBELLA	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	5:50	F.G.L. GRANADA - JAEN	1:39	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O
BILBAO	9:18	GIRONA	6:55	SAN SEBASTIAN	9:35
IBIZA	N/A	VIGO	8:14	LA AXARQUIA-LEONI BENABU (AGP)	N/A
TENERIFE SUR	N/A	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	3:33	MUCHAMIEL (ALICANTE)	5:44

PALMA DE MALLORCA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	2:37	REUS	N/O
GRAN CANARIA	N/A	MALAGA-COSTA DEL SOL	N/A	SON BONET (MALLORCA)	N/A
VALENCIA	4:57	A CORUÑA	7:50	SALAMANCA/ MATACAN	6:08
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	7:18	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	MADRID/TORREJON	2:37
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	PAMPLONA	6:27	CASTELLÓN	6:17
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	9:17	ALBACETE / LOS LLANOS	4:49	AERODROMO JUAN ESPADAFOR	N/A
ASTURIAS	N/O	ALMERIA	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	VITORIA	8:01	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
FUERTEVENTURA	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	1:53	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	1:53
MENORCA	N/A	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	CASARRUBIOS DEL MONTE (TOLEDO)	N/O
ZARAGOZA	3:57	CORDOBA	0:49	CIUDAD REAL	1:53
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	6:03	BURGOS / VILLAFRIA	6:38		

Pamplona

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:08	VALLADOLID	3:34	SABADELL	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	N/O	BURGOS / VILLAFRIA	2:06
BARCELONA-EL PRAT J.T.	3:53	GIRONA	5:40	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
MENORCA	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	6:58	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:55	GRAN CANARIA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	4:43
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	PAMPLONA	N/A	TENERIFE SUR	N/A
A CORUÑA	9:18	ZARAGOZA	1:47	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	7:40
VITORIA	0:51	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	LLEIDA - ALGUAIRE	2:42
VALENCIA	5:52	BILBAO	N/O	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:08
MALAGA-COSTA DEL SOL	6:53	SAN SEBASTIAN	1:46	CASTELLÓN	7:23
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	6:34	IBIZA	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
ASTURIAS	6:50	ALMERIA	N/O	MADRID/GETAFE	3:08
SEVILLA	6:03	MUCHAMIEL (ALICANTE)	6:34	MATILLA DE LOS CAÑOS (VALLADOL)	3:34
VIGO	9:49	LEON	4:12	CORDOBA	5:17

Reus

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
REUS	N/A	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	N/O	VALLADOLID	N/O
BARCELONA-EL PRAT J.T.	1:26	BILBAO	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	N/O
MENORCA	N/A	BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	N/O	ZARAGOZA	3:26
IBIZA	N/A	SAN SEBASTIAN	N/O	LLEIDA - ALGUAIRE	1:19
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	7:39	FUERTEVENTURA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	7:39

ALMERIA	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O	CASTELLÓN	N/O
MUCHAMIEL (ALICANTE)	N/O	A CORUÑA	N/O	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
GIRONA	N/O	GRAN CANARIA	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
ASTURIAS	N/O	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	HUESCA - PIRINEOS	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	SABADELL	N/O	REQUENA (VALENCIA)	N/O
SON BONET (MALLORCA)	N/A	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/O	OTROS	N/A
SEVILLA	N/O	TENERIFE SUR	N/A	VIGO	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	VALENCIA	N/O	VITORIA	N/O
MALAGA-COSTA DEL SOL	N/O				

Salamanca

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MENORCA	N/A	ALMERIA	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	7:12
PALMA DE MALLORCA	N/A	LEON	N/O	OTROS	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:40	MELILLA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:40
VALENCIA	5	ASTURIAS	N/O	GRAN CANARIA	N/A
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	PAMPLONA	4:42	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
CORDOBA	4:59	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/O	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	5:34
SABADELL	N/O	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	6:32	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	N/O
SALAMANCA/ MATACAN	N/A	SEVILLA	6:10	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O
MALAGA-COSTA DEL SOL	5:50	TENERIFE SUR	N/A	IBIZA	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	6:12	VALLADOLID	1:16	MATILLA DE LOS CAÑOS (VALLADOL	1:16
BILBAO	5:12				

San Sebastián

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	5:23	MALAGA-COSTA DEL SOL	10:30	MENORCA	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	5:38	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	10:12	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	5:23	GIRONA	N/O	TENERIFE SUR	N/A
A CORUÑA	10:20	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	8:28	VITORIA	1:34
ASTURIAS	N/O	PAMPLONA	1:43	ZARAGOZA	3:35
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	9:48	SEVILLA	9:37	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	10:43
VALENCIA	8:25	MADRID/TORREJON	5:23	LEON	5:14
PALMA DE MALLORCA	N/A	VIGO	10:51	SAN LUIS (MENORCA)	N/A
IBIZA	N/A	SAN SEBASTIAN	N/A	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
BILBAO	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
ALBACETE / LOS LLANOS	9:14	GRAN CANARIA	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O

Santiago-Ro.Ca

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	N/A	CORDOBA	5:59
BARCELONA-EL PRAT J.T.	8:12	IBIZA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	N/O
BILBAO	9:38	MENORCA	N/A	VILLAFRAMIL (LUGO)	3:04
VALENCIA	6:07	OTROS	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	11:33
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	6:54	PAMPLONA	8:56	MADRID/TORREJON	3
GRAN CANARIA	N/A	ASTURIAS	N/A	GIRONA	9:43
TENERIFE SUR	N/A	VALLADOLID	6:07	F.G.L. GRANADA - JAEN	8:43
PALMA DE MALLORCA	N/A	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	9:06	IURRETA (VIZCAYA) (HEL)	N/A
VITORIA	7:59	SAN SEBASTIAN	9:46	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	N/O
SEVILLA	7:14	BURGOS / VILLAFRIA	6:32	REUS	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3	ZARAGOZA	6:37
MALAGA-COSTA DEL SOL	7:03	LEON	4:28	LLEIDA - ALGUAIRE	11:40
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	ROZAS (LUGO)	3:04	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	11:33
FUERTEVENTURA	N/A	LOGROÑO-LA RIOJA	9:17	ALBACETE / LOS LLANOS	5:56
A CORUÑA	0:28	VIGO	0:50	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A
ALMERIA	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	9:20	BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	11:26

Santander-Seve Ballesteros

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
A CORUÑA	N/O	CORDOBA	7:03	MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	4
AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	6:03	MALAGA-COSTA DEL SOL	8:13
ALBACETE / LOS LLANOS	6:43	F.G.L. GRANADA - JAEN	8:35	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	7:46	GIRONA	9:23	PAMPLONA	N/O
ASTURIAS	N/O	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	9:35	REUS	N/O
TENERIFE SUR	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	6:03	SALAMANCA/ MATACAN	N/O
PALMA DE MALLORCA	N/A	OTROS	N/A	SAN SEBASTIAN	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	LEON	N/O	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	8:46
IBIZA	N/A	LLEIDA - ALGUAIRE	7:24	SEVILLA	8:37
MENORCA	N/A	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/A	VALENCIA	8:12
BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	12:36	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O	VALLADOLID	2:58
GRAN CANARIA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	4	VIGO	9:46
BARCELONA-EL PRAT J.T.	8:35	MADRID/TORREJON	4	VITORIA	N/O
BILBAO	N/O	FUERTEVENTURA	N/A	ZARAGOZA	6:40

Sevilla

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
BARCELONA-EL PRAT J.T.	5:32	FUERTEVENTURA	N/A	LEON	5:38
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	2:32	MENORCA	N/A	REUS	N/O
ALMERIA	5:12	CORDOBA	0:42	BURGOS / VILLAFRIA	8:01
BILBAO	N/O	MALAGA-COSTA DEL SOL	1:55	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
PALMA DE MALLORCA	N/A	MELILLA	N/A	EXPO-92 (SEVILLA) (HEL)	N/A
VALENCIA	4:37	ZARAGOZA	3:41	ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	N/A
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	VIGO	8:03	MADRID/GETAFE	2:32
GRAN CANARIA	N/A	CEUTA / HELIPIERTO	N/A	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	1:46
VITORIA	9:18	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	MUCHAMIEL (ALICANTE)	5:52
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	7:03	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	0:50	REQUENA (VALENCIA)	4:37
ASTURIAS	9:27	GIRONA	7:45	SALAMANCA/ MATACAN	7:01
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	F.G.L. GRANADA - JAEN	2:22	SEVILLA	N/A
A CORUÑA	7:35	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	2:32	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/A
IBIZA	N/A	CASTELLÓN	6:17	HUESCA - PIRINEOS	6:35
TENERIFE SUR	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	4:10	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
VALLADOLID	4:35	PAMPLONA	5:57	MORON (SEVILLA)	N/A
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O	ALBACETE / LOS LLANOS	4:57	LOGROÑO-LA RIOJA	3:27
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	5:52	SAN SEBASTIAN	11:05		

Valencia

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:50	MELILLA	N/A	CASTELLÓN (CASTELLÓN)	0:38
PALMA DE MALLORCA	N/A	CASTELLÓN	0:38	AERODROMO AMR / UTRERA	N/A
IBIZA	N/A	GIRONA	4:08	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	7:36
SEVILLA	4:50	CORDOBA	3:58	JAVEA (ALICANTE)	N/O
BILBAO	8:55	OTROS	N/A	VILLANUEVA DE LOS INFANTES C.R	2:58
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	7:18	SAN SEBASTIAN	9:12	CHESTE (CIRCUITO RICARDO TORMO)	N/A
VITORIA	7:09	VALENCIA	N/A	LA AXARQUIA-LEONI BENABU (AGP)	N/A
MALAGA-COSTA DEL SOL	5	ALBACETE / LOS LLANOS	1:48	EL MUSEL (GIJON) HELIPIERTO	N/A
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	6:57	PAMPLONA	5:35	MADRID/GETAFE	1:50
BARCELONA-EL PRAT J.T.	2:40	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:50	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	2:58
GRAN CANARIA	N/A	PALMA DEL RIO (CORDOBA)	3:58	SOTOS (CUENCA)	0:54
TENERIFE SUR	N/A	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A	REUS	N/O
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	MURCIA/ SAN JAVIER	3:13	SERVEI GRAL.CIRCUIT DE CAT.	N/A
ASTURIAS	7:52	F.G.L. GRANADA - JAEN	5:30	LLEIDA - ALGUAIRE	3:30
MENORCA	N/A	ROZAS (LUGO)	8:15	TERUEL	2:27
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	1:44	SABADELL	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	3:13
VIGO	7:43	MADRID/TORREJON	1:50	EL CASTAÑO (CIUDAD REAL)	2:58

A CORUÑA	7:49	VALLADOLID	4:10	MORON (SEVILLA)	N/A
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	HUESCA - PIRINEOS	5:53	EXPO-92 (SEVILLA) (HEL)	N/A
REQUENA (VALENCIA)	N/A	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A	CASARRUBIOS DEL MONTE (TOLEDO)	2:57
FUERTEVENTURA	N/A	LEON	5:25	COSTA NORTE-PUERTO DE VIVEIRO	N/A
JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	5:30	BURGOS / VILLAFRIA	6:15	EL TIETAR (TOLEDO)	2:57
ZARAGOZA	4:27	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O	SALAMANCA/ MATACAN	5:16
ALMERIA	N/O	SON BONET (MALLORCA)	N/A	CIUDAD REAL	2:58
MUCHAMIEL (ALICANTE)	1:44				

Valladolid

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
BARCELONA-EL PRAT J.T.	5:22	TENERIFE SUR	N/A	HOSPITAL VALLADOLID/SEMINARIO	N/A
SEVILLA	5:04	VALLADOLID	N/A	HELICSA (ALBACETE) (HEL)	N/A
PALMA DE MALLORCA	N/A	A CORUÑA	6:39	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	3:03
GIRONA	6:08	VIGO	5:56	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	3:05
VALENCIA	3:39	FUERTEVENTURA	N/A	VITORIA	2:31
MALAGA-COSTA DEL SOL	4:20	PAMPLONA	3:37	ZARAGOZA	3:29
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	BURGOS / VILLAFRIA	1:07	LLEIDA - ALGUAIRE	5:13
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	4:29	MENORCA	N/A	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	0:53
IBIZA	N/A	ASTURIAS	3:36	AERODROMO DE ASTORGA (LEON)	1:01
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	4:56	REUS	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	5:35
GRAN CANARIA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	1:06	LA PALMA /STA.CRUIZ DE LA PALMA	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	0:53	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	5:38	CASTELLÓN	5:10
ALMERIA	N/O	BILBAO	3:49	LEON	1:01
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	7:34	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	6:30

Vigo

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	4:16	VALLADOLID	7:20	LLEIDA - ALGUAIRE	7:45
BARCELONA-EL PRAT J.T.	8:10	A CORUÑA	1:20	LA SEU D'URGELL-ANDORRA	N/A
BILBAO	10:30	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	0:50	MELILLA	N/A
VALENCIA	7	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	4:16	SABADELL	N/O
GRAN CANARIA	N/A	ASTURIAS	N/O	BURGOS / VILLAFRIA	7:24
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	TENERIFE SUR	N/A	LOGROÑO-LA RIOJA	10:09
IBIZA	N/A	MADRID/TORREJON	4:16	BADAJOS/ TALAVERA LA REAL	12:26
PALMA DE MALLORCA	N/A	ZARAGOZA	7:01	FUERTEVENTURA	N/A
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	7:54	CASTELLÓN	9:51	ORENSE	1:25
MENORCA	N/A	SAN SEBASTIAN	10:38	FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	4:13

MALAGA-COSTA DEL SOL	7:38	HUESCA - PIRINEOS	N/O	LEON	5:20
CORDOBA	6:59	PAMPLONA	9:48	COSTA NORTE-PUERTO DE VIVEIRO	N/A
SEVILLA	8:14	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	VILLAFRAMIL (LUGO)	3:56
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	10:33	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O	OTROS	N/A
GIRONA	10:43	VIGO	N/A	HELIPUERTO NUEVO HOSPITAL VIGO	N/A
VITORIA	8:51	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	10:20		

Vitoria

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
VALENCIA	6:49	VIGO	8:56	VITORIA	N/A
ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	8:36	LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	VALLADOLID	2:36
SEVILLA	8:01	BILBAO	N/O	LLEIDA - ALGUAIRE	3:39
SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	7:53	GRAN CANARIA	N/A	SAN SEBASTIAN	1:32
TENERIFE SUR	N/A	PALMA DE MALLORCA	N/A	FUERTEVENTURA	N/A
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	3:55	ZARAGOZA	2:44	LOGROÑO-LA RIOJA	N/O
MENORCA	N/A	MALAGA-COSTA DEL SOL	8:54	OTROS	N/A
BARCELONA-EL PRAT J.T.	5	MURCIA/ SAN JAVIER	N/O	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	N/O
ASTURIAS	5:57	CORDOBA	7:12	F.G.L. GRANADA - JAEN	N/O
IBIZA	N/A	MADRID/TORREJON	3:55	HUESCA - PIRINEOS	N/O
SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	N/O	MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	3:55	BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	N/O
GIRONA	N/O	CASTELLÓN	9:27	BURGOS / VILLAFRIA	1:13
ALMERIA	N/O	ALBACETE / LOS LLANOS	7:38	TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A
PAMPLONA	0:55	A CORUÑA	8:25	JEREZ DE LA FRONTERA/ LA PARRA	9:07
SABADELL	N/O	LEON	3:19		

Zaragoza

CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN	CONEXIÓN	RUTA EN TREN
PALMA DE MALLORCA	N/A	VALLADOLID	3:33	ROBLEDILLO DE MOHERNANDO (GUAD	N/A
MENORCA	N/A	BILBAO	4:34	MURCIA/ SAN JAVIER	6:57
LANZAROTE CÉSAR MANRIQUE	N/A	A CORUÑA	11:02	REUS	3:25
TENERIFE SUR	N/A	GRAN CANARIA	N/A	LOGROÑO-LA RIOJA	1:53
MALAGA-COSTA DEL SOL	4:14	SANTANDER-SEVE BALLESTEROS	7:27	SANTIAGO-ROSALÍA DE CASTRO	10:30
IBIZA	N/A	SALAMANCA/ MATACAN	4:36	LLEIDA - ALGUAIRE	0:39
ALMERIA	7:17	VIGO	6:27	TERUEL	2:32
TENERIFE NORTE-C. LA LAGUNA	N/A	OTROS	N/A	AEROPUERTO INTL. REGIÓN MURCIA	6:57
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	1:19	BADAJEZ/ TALAVERA LA REAL	8:01	MATILLA DE LOS CAÑOS (VALLADOL	3:33
VALENCIA	4:03	FUENTEMILANOS (SEGOVIA)	3:06	SERVEI GRAL.CIRCUIT DE CAT.	N/A
GIRONA	2:17	ASTURIAS	8:34	ALTAREJOS/GUADALCANAL (SEVILLA)	3:44

BARCELONA-EL PRAT J.T.	1:28	SABADELL	N/O	F.G.L. GRANADA - JAEN	4:32
SEVILLA	3:44	BURGOS / VILLAFRIA	3:50	SANTA CILIA DE JACA (HUESCA)	0:45
ULLASTRELL-TERESA VILA (HEL)	N/A	COSTA BRAVA-CENTRO (HEL)	N/A	MUCHAMIEL (ALICANTE)	5:57
OCAÑA (TOLEDO)	2:33	ALBACETE / LOS LLANOS	4:58	CORDOBA	2:51
VITORIA	2:35	ALICANTE-ELCHE MIGUEL HDEZ.	5:57	SON BONET (MALLORCA)	N/A
MADRID/CUATRO VIENTOS (CIV)	1:19	SAN SEBASTIAN	3:41	ZARAGOZA	N/A
HUESCA - PIRINEOS	0:45	LA PERDIZ-TORRE DE JUAN ABAD	1:51	MORON (SEVILLA)	3:44
PAMPLONA	1:42	LEON	4:36		