

# ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE UN NUEVO AEROPUERTO EN MADRID

---

Trabajo Fin de Grado  
Grado en Gestión Aeronáutica

**Autor: Eduardo Costa Mendaña**  
**Tutor: Pablo Torrejón Plaza**  
**Curso académico: 2019-2020**  
**Entrega: Mayo 2020**

## Índice

1. Introducción .....	6
2. Objetivo .....	9
3. Justificación .....	10
4. Metodología .....	13
5. El aeropuerto: concepto y clasificación .....	16
5.1. Concepto .....	16
5.2. Tipos de aeropuertos .....	17
5.3. El aeropuerto “hub” .....	18
6. El Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas. Historia y actualidad.....	19
6.1. Historia del aeropuerto .....	19
6.2. Datos de interés .....	19
6.3. Instalaciones .....	20
7. Problemática existente.....	21
8. Marco legal aplicable .....	22
8.1. Plan Director .....	22
8.2. Asignación de franjas horarias .....	23
8.3. Desarrollo de un nuevo aeropuerto .....	23
9. Actores y partícipes.....	25
10. Análisis .....	28
10.1 Serie histórica .....	28
10.2 Ajuste de curvas.....	31
10.3 Eliminación de perturbaciones .....	37
10.4 Desestacionalización .....	39
10.5 Segundo ajuste de curvas .....	40
10.6 Tendencias del sector aeronáutico y otras variables socioeconómicas .....	41

10.7 Evolución del total de pasajeros por tipo de avión, compañía y país de origen.....	45
10.8 Previsión definitiva .....	47
11. Resultados .....	48
12. Conclusiones, propuestas y sugerencias .....	49
13. Bibliografía .....	53
14. Anexos.....	59
Anexo 1. Presentación del Aeropuerto AS Madrid – Barajas (Aena) .....	59
Anexo 2. Plan Inmobiliario Aeropuerto AS Madrid – Barajas (Aena). .....	70
Anexo 3. Ficha situación Aeropuerto de AS Madrid – Barajas. Estado del certificado (AESA) .....	85
Anexo 4. Plan Director AS Madrid – Barajas 2017 – 2026 .....	86
Anexo 5. Prognosis lineal mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.....	87
Anexo 6. Prognosis parabólica mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.....	94
Anexo 7. Serie nivelada por medias móviles de periodo 3 y 5.....	102
Anexo 8. Ajuste parabólico desestacionalizado. Cálculos y tablas.....	107
Anexo 9. COVID-19. Impacto y recuperación.....	108
Anexo 10. Total de pasajeros por tipo de avión, compañía y país de origen .....	115
Anexo 11. Serie histórica y previsiones del total de pasajeros, operaciones y ocupación de aeronaves.....	117
Anexo 12. DORA: Inversiones previstas .....	119

## Índice de figuras, gráficas y tablas

Tabla 10.1 Pasajeros Totales AS Madrid – Barajas por Año (2005-2019).....	28
Tabla 10.2 Pasajeros y Operaciones Totales AS Madrid – Barajas por Mes (2005-2019).....	29
Gráfico 10.3 Evolución Anual del Total de Pasajeros AS Madrid – Barajas (2005-2019).....	30
Gráfico 10.4 Evolución Mensual del Total de Pasajeros AS Madrid – Barajas (2005-2019) .....	30
Tabla 10.5 Ajuste Lineal Anual.....	31
Gráfico 10.6 Prognosis por Ajuste Lineal Anual .....	32
Tabla 10.7 Prognosis Lineal Anual.....	32
Tabla 10.8 Ajuste Parabólico Anual .....	32
Gráfico 10.9 Prognosis por Ajuste Parabólico Anual .....	33
Tabla 10.10 Prognosis Parabólica Anual.....	33
Tabla 10.11 Ajuste Logarítmico Anual.....	34
Gráfico 10.12 Prognosis por Ajuste Logarítmico .....	35
Tabla 10.13 Prognosis Logarítmica Anual.....	35
Gráfico 10.14 Prognosis Lineal Mensual .....	36
Gráfico 10.15 Prognosis Parabólica Mensual.....	36
Gráfico 10.16 Serie Histórica (2005-2019) .....	37
Gráfico 10.17 Serie Nivelada por Medias Móviles (M <sub>3</sub> ) .....	38
Gráfico 10.18 Serie Nivelada por Medias Móviles (M <sub>5</sub> ) .....	38
Tabla 10.19 Desestacionalización.....	39
Tabla 10.20 Ajuste Parabólico Anual Desestacionalizado .....	40
Tabla 10.21 Prognosis Parabólica Anual.....	41
Gráfico 10.22 Prognosis Parabólica Anual .....	41
Tabla 10.23 Evolución de Variables Socioeconómicas (2019) .....	42
Gráfico 10.24 Previsión de Crecimiento del Tráfico Aéreo (2018) .....	42
Gráfico 10.25 Mercados de Pasajeros Más Importantes del Mundo (2018).....	43
Gráfico 10.26 Previsión de Evolución de la Economía Española (2020) .....	43
Gráfico 10.27 Impacto de Pasados Brotes de Enfermedades en la Aviación (2020) .....	44
Gráfico 10.28 Total de Pasajeros por Tipo de Avión .....	45
Gráfico 10.29 Total de Pasajeros por Compañía.....	46
Gráfico 10.30 Total de Pasajeros por País de Origen .....	46
Tabla 10.31 Previsión Definitiva de Pasajeros del Aeropuerto AS Madrid – Barajas (2024-2026).....	47

Gráfico 12.1 Curvas de Crecimiento de Pasajeros, Operaciones y Factor de Ocupación.....50  
Gráfico 12.2 Perfil Horario de Operaciones (1999).....51

## 1. Introducción

El sector terciario, también conocido como el *sector servicios*, se define como “aquel sector económico que se encarga de proporcionar los servicios necesarios para la población y que no están relacionados con la producción de bienes materiales” (Enciclopedia Económica, 2019). En definitiva, el sector terciario, como explica el Portal de Educación de la Junta de Castilla y León (2019), es el “conjunto de actividades que prestan servicios a la población” y que incluye cualquier actividad que no produzca bienes materiales, como pueden ser la educación, la hostelería o el turismo, entre otras.

Este sector terciario tiene una gran relevancia económica en el ámbito nacional, que se ve claramente reflejada en los datos presentados por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2019) en su informe *España en Cifras 2018*. Según estos datos, más del 75% de la población ocupada trabaja en dicho sector, que aporta más del 65% del PIB nacional, donde Madrid es la segunda comunidad autónoma que más aporta (19%). Además, el sector da trabajo a casi 6 millones de personas y la actividad que más aporta a la cifra de negocio del sector es el transporte y almacenamiento, aportando un 23% del total.

Dentro del sector terciario se encuentra el turismo, que comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos a su entorno habitual, con fines de ocio, por negocios y otros (Organización Mundial del Turismo, 2019) y que en 2017 generó más de dos millones y medio de puestos de trabajo, un 13% del empleo total, según datos de la *CSTE* (Cuenta Satélite del Turismo en España del INE, 2019). En un país como España, donde en 2018 se acogieron unos 83 millones de turistas (Estadística de Movimientos Turísticos en Fronteras del INE, 2019) con un gasto aproximado de 90 millones de euros (Encuesta de Gasto Turístico del INE, 2019) el sector turístico es fundamental.

Dos sectores que están muy relacionados con el turismo y que, a su vez, están relacionados entre ellos, son el sector aeronáutico y el sector o sistema aeroportuario. El primero, lo define de forma general el Ministerio de Educación de Colombia (2017) como “el sector que reúne todas las actividades y los recursos necesarios para realizar el transporte de pasajeros y carga por vía aérea”, así como para la realización de otras actividades; mientras que, el segundo, que se engloba dentro del sector aeronáutico, se describe como el “conjunto de aeropuertos ordenados en aras a garantizar un eficiente transporte aéreo [...] y ofrecer a sus usuarios las mayores cotas de accesibilidad” (Comisión Económica para América Latina y El Caribe, 2011).

El sector aeronáutico es un sector estratégico para la economía española. Así lo afirman los datos presentados por la Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (2017) los cuales recogen que la actividad de la industria aeronáutica española genera 7.800 millones de euros, de los cuales un 11% se reinvertirán en I+D+i.

Su gran impacto queda justificado en los 3.400 millones de pasajeros que hacen uso de la industria al año, generando un tejido empresarial de más de 380 empresas distribuidas por todo el territorio nacional. Además de ser una industria puntera, es de las más productivas del país, superando en 2,5 veces a la media de productividad nacional. En cuanto a generación de empleo, la industria aeronáutica crea 105.000 empleos directos o indirectos al año.

Por lo que respecta al sistema aeroportuario español, este queda integrado principalmente por los aeropuertos que forman parte de la red de Aena. Esta red está formada por un total de 45 aeropuertos, de los cuales los más importantes son el Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas y el Aeropuerto de Josep Tarradellas Barcelona – El Prat. En el año 2019 Aena reportó unos ingresos totales de 4.503 millones de euros y un aumento del 8,6% aproximadamente de sus beneficios netos (Aena, 2020).

Al tratarse de un sector de tanta relevancia, no sólo a nivel nacional, sino también a nivel europeo e internacional, es imprescindible que la oferta de capacidad de las infraestructuras sea adecuada y evolucione a la par que la demanda de la industria. Para conseguir que esto sea así, se lleva a cabo el denominado *planeamiento*, cuyo objetivo es “resolver o tratar de evitar problemas del aeropuerto y su entorno de manera que las infraestructuras aeroportuarias puedan ampliarse de manera armonizada con el alfoz” (García Cruzado, 2002). En definitiva, se trata de identificar la posible demanda futura para determinar las actuaciones necesarias para satisfacerla.

Observando a rasgos generales la evolución de la demanda de transporte aéreo en España, que ha crecido en un 55% desde el año 2013 (Aena, 2020), y teniendo en cuenta el alto nivel de incertidumbre asociado al sector que nos ocupa, nos podríamos encontrar ante una posible congestión de las infraestructuras. Un claro ejemplo de esta incertidumbre es el sobrevenido COVID-19 que ha tenido un impacto más que significativo sobre el sector, habiéndose reducido el tráfico de pasajeros en España en un 59% y llevado a los gestores aeroportuarios a reorganizar sus instalaciones para ajustar la capacidad de los aeropuertos a esta nueva situación (Aena, 2020). Mientras que en los meses de enero y febrero de 2020 el Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas presentaba uno de los mejores inicios de su historia, en el mes de marzo ha registrado una caída del 60% de sus pasajeros y del 42% de las operaciones con respecto al mismo mes de 2019, obligando a agrupar progresivamente toda la operativa de las terminales T123 y T4S en la T4 (Aena, 2020).

Se trata de un sector con una gran volatilidad y muy sensible a factores externos y, por ello, los aeropuertos deben planificar sus actuaciones e inversiones de forma que se evite la saturación de las instalaciones o excesos de capacidad. No obstante, por todas las razones mencionadas anteriormente, estas previsiones pueden pasar rápidamente de ser acertadas a estar totalmente alejadas de la realidad haciendo necesarias revisiones recurrentes de las mismas.

En este caso, teniendo en cuenta que actualmente es imposible llegar a conocer el impacto real que tendrá el COVID-19 sobre el aeropuerto de AS Madrid – Barajas y el sector aeronáutico en general, las previsiones presentadas en este TFG deberán ser revisadas en un futuro cercano y, seguramente, ofrecerán cifras menos positivas que la actual investigación.

Sin embargo, y contrariamente al pensamiento general, estas planificaciones de inversiones no llevan implícitas la inversión en infraestructuras, lo cual no debe ser una prioridad para un aeropuerto. En primer lugar, se debe analizar e invertir en las tecnologías y procesos existentes en el aeropuerto para hacerlos más efectivos y eficientes. Una vez se haya logrado la máxima mejora y desarrollo de los mismos, será cuando se proceda a invertir en infraestructuras.

Un claro ejemplo de ello ha sido la aparición de aeropuertos con horarios coordinados o facilitados, que se explicarán a lo largo del trabajo, donde se busca evitar el desarrollo de capacidades ociosas tratando de afrontar los picos de demanda derivándolos con antelación hacia las horas valle, a través de una coordinación previa del Coordinador de Franjas horarias con los operadores del aeropuerto (AECFA, 2010). Es el caso del Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas, el cual será objeto de estudio en este TFG.



## 2. Objetivo

El sector aeronáutico es un sector de gran importancia social y económica para Madrid. Se trata de un sector que, tanto en número de pasajeros como en número de operaciones, está en continuo crecimiento internacionalmente y a nivel nacional. En Madrid se encuentra el principal aeropuerto de España, el Aeropuerto de *Adolfo Suárez Madrid – Barajas* (al que de ahora en adelante se mencionará como el Aeropuerto de *AS Madrid – Barajas*), siendo el más importante tanto en número de pasajeros como en número de operaciones y mercancías transportadas en el país (Aena, 2020).

Superando la cifra de los 61 millones de pasajeros y las 420.000 operaciones anuales en el año 2019 y con un crecimiento sostenido desde el año 2013, sería conveniente realizar un análisis de la situación actual del aeropuerto y su potencial de crecimiento futuro para desarrollar unas líneas estratégicas y un plan de actuación a medio largo plazo que permitan continuar con la expansión de la demanda.

El objetivo de este TFG será por tanto analizar la posible necesidad de tener que desarrollar, o no, un nuevo aeropuerto en Madrid, en el medio plazo, para poder ofrecer una capacidad adecuada a las previsiones de crecimiento de la demanda. Además, se tendrán en cuenta posibles alternativas como pueden ser la ampliación de las infraestructuras actuales, la utilización de otros aeropuertos ya desarrollados cercanos a Madrid, como el Aeropuerto de Ciudad Real, o la implantación de procesos que permitan optimizar las operaciones del actual aeropuerto, entre otras.

Lo fundamental es no obstaculizar el continuo crecimiento de la demanda y evitar la ‘fuga’ de la misma a otros destinos, ya sea por falta de desarrollo en las infraestructuras o por su ausencia. Conseguir consolidar este crecimiento de demanda con una oferta de capacidad adecuada es de suma importancia para Madrid puesto que esto supone incrementar el impacto económico y social que tienen el turismo y el sector aeronáutico en la región, tanto de forma directa como indirecta.

En definitiva, se trata de investigar y establecer cómo se puede abordar el posible futuro problema de saturación del Aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* centrándose en la línea de investigación de la necesidad de la construcción de un nuevo aeropuerto, sin dejar de lado la evaluación de otras potenciales posibilidades.

### **3. Justificación**

El sector aeronáutico es un sector de gran relevancia en todos los aspectos. En primer lugar, se trata de uno de los sectores de mayor crecimiento en la actualidad y tiene una gran relevancia económica y social, especialmente en países como España, cuya economía se fundamenta en el turismo y en el sector terciario o de servicios.

Esta relevancia no sólo se ve reflejada en la materia económica, sino que también se pone de manifiesto en su capacidad casi única de 'reducir las distancias'. El sector aeronáutico ha permitido reducir el tiempo de conexión entre países, contribuyendo así enormemente en el paradigma social que actualmente nos ocupa y que llamamos globalización.

Desde mi punto de vista, es este papel para conectar personas y países de forma más rápida y cómoda lo que le convierte en un sector apasionante y digno de estudiar e investigar, pues ha aportado un alto grado de riqueza y diversidad cultural que, sin la aviación, hubiese sido mucho más complicado de conseguir.

Ya desde muy pequeño me he sentido especialmente atraído por este sector. El hecho de vivir cerca del aeropuerto y poder ver los aviones desde la ventana de mi habitación, así como la necesidad de viajar frecuentemente por motivos familiares, han hecho que el interés que siento por el sector no haga más que crecer en los últimos años.

Convencido de que tenía que trabajar en algo relacionado con el sector, pero sin sentirme muy conectado con la rama de ingeniería y dado mi interés por la economía, opté por estudiar el Grado en Gestión Aeronáutica, buscando conocer el sector a fondo y con miras a poder dedicarme a algún área de este sector, sobre todo en el área de los operadores aéreos, que en ese momento creía que era lo que más potencial tenía y lo que era más relevante dentro del sector.

Desde un primer momento, mi intención ha sido aprovechar el grado para aprender y entender cómo funciona el sector para, una vez graduado, complementar mis estudios en una escuela de vuelo y poder trabajar como piloto de líneas aéreas.

Fue durante la carrera cuando descubrí, junto con muchos otros compañeros, que este sector va mucho más allá de las líneas aéreas, que, al fin y al cabo, son la principal impresión que un viajero se lleva consigo en su interacción con la aviación. Comprendí la diversidad de áreas que engloba el sector, llamándome especialmente la atención el mundo de los aeropuertos.

Al fin y al cabo, el aeropuerto es la puerta de entrada de un país o de una región y es una herramienta clave en el desarrollo económico de su entorno. Se trata de un sistema complejo en el que intervienen una gran cantidad de partes cuya coordinación y colaboración son necesarias para que el sistema funcione de forma eficaz y eficiente. Esta complejidad es lo que lo convierte en un área tan fascinante y te hace comprender la necesidad de que éstos sean gestionados por profesionales que conozcan el sector a la perfección.

Si bien es verdad que hasta ese momento no conocía mucho más que lo básico sobre el Aeropuerto de *AS Madrid – Barajas*, decidí comenzar a investigar y analizar aspectos relacionados con el mismo. Fue durante la realización de un caso práctico en una asignatura relacionada con la gestión de los aeropuertos cuando descubrí la existencia de diversos proyectos que buscaban desarrollar un segundo aeropuerto en la Comunidad de Madrid o en regiones circundantes con adecuada comunicación a través de transportes terrestres, ante la posible futura congestión del mismo.

Hasta este momento, nunca me había planteado la posibilidad de que el Aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* no tuviese capacidad suficiente para hacer frente a la demanda proyectada para un futuro. Sin embargo, hace unos meses, obtuve mi licencia de piloto de aeronaves ultraligeras (ULM) en el *Aeródromo de Casarrubios* y, comentando con varios conocidos y ahondando un poco más en el asunto, decidí que, a nivel personal, sería muy interesante investigar en mi trabajo de fin de grado la necesidad del desarrollo de un segundo aeropuerto en Madrid.

Como se ha mencionado anteriormente, el Aeropuerto *AS Madrid – Barajas* es el principal aeropuerto de España, puesto que es el aeropuerto que recibe un mayor número de pasajeros al año. Además, es uno de los más relevantes dentro de Europa tanto por número de pasajeros como por número de operaciones y mercancías transportadas.

La relevancia del aeropuerto queda reflejada en las estadísticas que aporta Aena (2020) sobre los aeropuertos españoles. En 2019, el aeropuerto *AS Madrid – Barajas* es el primero tanto en número de pasajeros como en operaciones y mercancías transportadas. Además, entre los 5 aeropuertos principales de España del 2019, es de los que más ha crecido en número de pasajeros (6,6%), en número de operaciones (4%), y en mercancías transportadas (7,4%).

En el año 2019, según datos de Aena, el aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* ha alcanzado la cifra de 61,7 millones de pasajeros, frente a los 39,7 millones que presentaba en 2013. De acuerdo con su Plan Director, que fue aprobado con la Orden del Ministerio de Fomento del 19 de noviembre de 1999, tiene capacidad para albergar hasta 70 millones de pasajeros.

El número de pasajeros que cada año pasan por el aeropuerto crece a una media del 8% anual, habiéndose aumentado en un 55% el número de pasajeros desde 2013. Este crecimiento sostenido junto con el gran impacto que tiene el turismo en España lleva a pensar que la demanda del aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* va a seguir creciendo en los próximos años.

Este crecimiento continuo de la demanda hace plantearse un posible escenario de congestión en el medio plazo y hace pensar posibles alternativas para evitarlo. Por ello, el debate de la necesidad de un nuevo aeropuerto en Madrid esté a la orden del día.

Un claro ejemplo del deseo de desarrollar este nuevo aeropuerto son los proyectos de construcción del Aeropuerto del *Álamo – Navalcarnero* (desarrollado por la Comunidad de Madrid y que finalmente fue descartado) o el proyecto de desarrollo y expansión del actual *Aeródromo de Casarrubios*, que, aunque se encuentre en la provincia de Toledo, lo que busca es competir con el Aeropuerto de *AS Madrid – Barajas*. Otro claro ejemplo fue el intento de desarrollar un aeropuerto en Ciudad Real que estuviese conectado con Madrid a través del tren de alta velocidad (AVE) y que sirviese como alternativa al aeropuerto de *AS Madrid – Barajas*.

Sin embargo, creo que hay ciertas preguntas que son necesarias plantear a la hora de tomar una decisión de tal importancia: ¿se va a mantener el crecimiento elevado y sostenido de la demanda o este crecimiento se va a ir reduciendo con el tiempo? ¿es suficiente el excedente de capacidad actual que tiene el aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* para hacer frente a la demanda futura en el corto y medio plazo? ¿son suficientes las inversiones previstas en el aeropuerto? ¿es necesaria (y viable) la construcción o el desarrollo de un nuevo aeropuerto?

Se trata de preguntas que hoy en día se están realizando numerosos profesionales en el sector y que, como queda reflejado en los ejemplos mencionados anteriormente, cada vez están cogiendo más relevancia. Por ello, sostengo que la investigación que se va a desarrollar a lo largo de este Trabajo es de especial interés y tiene una aplicación práctica y necesaria en el sector aéreo.

#### 4. Metodología

La investigación que se va a llevar a cabo en este Trabajo va a ser de carácter cuantitativo. El pilar de la investigación serán datos medibles, especialmente datos estadísticos que, además de darle a la investigación el carácter de cuantitativa, le otorgan a su vez el carácter de objetividad.

Este carácter cuantitativo radica en el uso de los datos estadísticos que permitan confirmar o descartar la necesidad real del desarrollo del nuevo aeropuerto en Madrid. Para ello, también es necesario que entre los elementos de la investigación exista una relación que se pueda representar a través de modelos numéricos como pueden ser gráficos, tablas o porcentajes. En este caso, los elementos principales son la demanda y la capacidad, cuya relación es fácilmente representable a través de los tres modelos mencionados.

Como toda investigación, va a requerir la utilización de fuentes de información que permitan obtener los datos necesarios para llevar a cabo el análisis de forma adecuada y fructuosa. Siguiendo la clasificación y definición realizadas por la Universidad Interamericana de Puerto Rico (2008), estas fuentes de información puede ser primarias, secundarias y terciarias.

Las fuentes primarias *“contienen información original que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido interpretada o evaluada por nadie”*. Esta información es producto de una actividad llevada a cabo por el investigador. Por otro lado, las fuentes secundarias *“contienen información sintetizada y reorganizada”* que ha sido previamente publicada por otros autores. Por último, las fuentes terciarias son *“guías que contienen información sobre las fuentes secundarias”*. Para la realización de esta investigación se empleará una combinación de fuentes primarias y fuentes secundarias, dado su gran nivel de complementariedad.

En primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica básica en red y en bibliotecas, con el objetivo de identificar los documentos esenciales que supongan la base del estudio para, a partir de ellos, poder comenzar a sesgar y enfocar la búsqueda de información.

Una vez identificada la base de la investigación, se realizará un segundo rastreo documental. Este rastreo se realizará en varias bibliotecas, fundamentalmente en las pertenecientes a la Universidad Autónoma de Madrid, así como en recursos en red de organismos oficiales nacionales, como pueden ser la página web de Aena (aena.es), la del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (mitma.gob.es) y la de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (seguridadaerea.gob.es); e internacionales, como la página web del Consejo Aeroportuario Internacional (aci.aero) o la de la Organización de Aviación Civil Internacional (icao.int), entre otras.

Otra fuente importante de información empleada para la investigación son materiales recogidos por el autor durante la realización del Grado en Gestión Aeronáutica que incluyen documentos e información aportada por los docentes y por diversos conferenciantes. Además, se tendrá en consideración información obtenida en visitas al Aeropuerto de AS Madrid – Barajas.

Finalizado el rastreo documental, se pasará a analizar y recopilar datos relevantes publicados en bases de datos oficiales. Entre las principales bases de datos empleadas en la investigación conviene destacar el Portal de Estadísticas de AENA ([aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadísticas/Home](http://aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadísticas/Home)) y el INE ([ine.es](http://ine.es)). Para ello, se traspasarán los datos obtenidos a ficheros Excel, para que puedan ser tratados y representados gráficamente. Con todo ello, se habrían obtenido todos los datos procedentes de las fuentes secundarias de la investigación, por lo que se comenzará a obtener datos de fuentes primarias. En primer lugar, se procederá a desarrollar una base de datos que constituya una serie histórica de datos de pasajeros y operaciones transportadas en el aeropuerto de AS Madrid – Barajas, de forma que sea la base sobre la que se comenzará la investigación.

Con la base de datos creada y alimentada, se procederá a realizar un ajuste de curvas a dicha serie temporal o histórica. Obtenida la ecuación de la curva, se representarán tanto la serie histórica como la prognosis derivada de las ecuaciones que surgen de los distintos ajustes para un análisis de tendencia. Con los ajustes realizados, el autor identificará el ajuste que, a priori, parezca el más apropiado y procederá a continuar la investigación a partir de la prognosis inicial proporcionada por dicho ajuste.

Más adelante, con el objetivo de obtener una prognosis lo más apurada y razonada posible, se eliminarán las perturbaciones. De forma general, en una serie histórica se pueden identificar dos tipos de perturbaciones:

- **Perturbaciones identificables:** se trata de hechos acontecidos a lo largo del periodo recogido en la serie histórica que tiene o pudo tener influencia sobre el dato reflejado en la misma. Un claro ejemplo serían las huelgas o la celebración de eventos relevantes.
- **Perturbaciones aleatorias:** se trata de hechos o condiciones que han alterado la normal evolución de los datos, pero que no son identificables o justificables por el autor.

Ambas se eliminarán a través del cálculo de las medias móviles en un proceso denominado *nivelar la serie*. Con la serie nivelada, se procederá a desestacionalizar la serie. Si bien es verdad que existen varios métodos para llevar a cabo la desestacionalización de una serie, en este Trabajo se optará por el *método de las razones de las medias móviles multiplicativo*. Para ello se calcularán las medias móviles de los periodos medidos, las cuales deberán ser centradas más adelante.

Con la serie desestacionalizada, se realizará un nuevo ajuste de curvas a dicho modelo para poder identificar la tendencia y, por lo tanto, poder llegar a una prognosis de la demanda y representarla gráficamente. Con esta previsión, se podrá calcular el crecimiento de la demanda proyectado para los **próximos cinco años**. No obstante, este dato no será definitivo.

Más adelante, se procederá a identificar la previsión de variables socioeconómicas que emiten distintos organismos internacionales, como pueden ser la ONU o el FMI, así como datos de tendencia y previsión presentados por organismos aeronáuticos, como pueden ser Airbus, IATA u OACI, entre otros. De esta forma, el investigador comparará la previsión obtenida con las previsiones mencionadas anteriormente y, si lo considera necesario, ajustará la prognosis en consecuencia. Con ello, se habrá realizado el último estudio y revisión de la prognosis.

Con el objetivo de lograr una lectura organizada y adecuadamente estructurada, este Trabajo se encuentra dividido en capítulos y subcapítulos. En primer lugar, y con el objetivo de contextualizar el TFG, se comenzará explorando el concepto y las distintas clasificaciones de aeropuertos que existen en la actualidad para, más adelante, centrarse en el Aeropuerto de AS Madrid – Barajas repasando su historia, sus principales datos de interés y citando de forma resumida sus instalaciones actuales.

Después se pasará a explicar y analizar la problemática existente que supone el punto de partida del tema a investigar en el presente Trabajo de Fin de Grado y que ha motivado o que justifica que el autor haya decidido realizar esta investigación o análisis. Para ello, se hará un breve análisis de la capacidad y de la evolución de la demanda del aeropuerto, lo cual llevará a la determinación de la posible congestión del aeropuerto como problemática existente.

Se continuará haciendo referencia al marco legal aplicable tanto para el Aeropuerto de AS Madrid – Barajas, como para el posible nuevo aeropuerto que se desarrollará en el futuro, si se considera esta opción como necesaria y viable. Para ello, se comienza explicando lo que es un Plan Director y las autoridades responsables de los mismos, para después exponer la regulación referente a la asignación de franjas horarias. Por último, se detallan los procedimientos que se deben seguir para la aprobación de la construcción de un nuevo aeropuerto y su puesta en funcionamiento.

A continuación, se mencionarán los principales actores y partícipes, es decir, las partes que pueden estar interesadas o que se pueden ver afectadas por el desarrollo o por el no desarrollo del nuevo aeropuerto en Madrid. Una vez el autor haya establecido e identificado la problemática existente, la normativa aplicable y los agentes involucrados, se procederá a realizar un análisis en profundidad del tema que nos ocupa en este Trabajo.

Finalmente, y tras la conclusión de la investigación, se realizará un análisis de los resultados de forma que el autor pueda establecer y realizar una serie de conclusiones, propuestas y sugerencias en lo que concierne al desarrollo del nuevo aeropuerto y las alternativas posibles.

## 5. El aeropuerto: concepto y clasificación

### 5.1. Concepto

Si bien es cierto que, en un principio, el concepto de aeropuerto puede parecer un término sencillo de definir, la realidad está muy alejada. La definición de este concepto de forma clara y concisa es muy complicada, pues diversos autores le otorgan distintos significados y acepciones. Por esta razón, se van a explorar las distintas definiciones aportadas por fuentes relevantes, para poder llegar a una definición que englobe de forma genérica la esencia de lo que es o debería ser un aeropuerto.

Antes de comenzar a definir lo que es un aeropuerto, resulta conveniente y necesario diferenciar entre dos conceptos: el concepto de aeródromo y el concepto de aeropuerto.

Un **aeródromo**, de acuerdo con la Ley de Navegación Aérea 48/1960 en su artículo 39, es una “superficie de límites definidos, con inclusión de edificios e instalaciones, apta para la salida y llegada de aeronaves”. Por su parte, el Anexo 14 de OACI (2013), relativo a Aeródromos, lo define como el “área definida de tierra o agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves”.

Por otro lado, el artículo 39 de la ya citada Ley de Navegación Aérea, define un **aeropuerto** como “todo aeródromo en el que existan, de modo permanente, instalaciones y servicios con carácter público, para asistir de modo regular al tráfico aéreo, permitir el aparcamiento y reparaciones del material aéreo y recibir o despachar pasajeros o carga”. Asimismo, a efectos del artículo 2 de la Directiva 96/67/CE del Consejo de la Unión Europea, se considera como aeropuerto a “todo terreno especialmente acondicionado para el aterrizaje, el despegue y las maniobras de aeronaves, con las instalaciones anexas que pueda tener para las necesidades del tráfico y el servicio de aeronaves, así como las instalaciones necesarias para asistir a los servicios aéreos comerciales”.

Para otros autores, el concepto de aeropuerto va más allá de las definiciones citadas anteriormente. Para Ashford y Moore (1997) el aeropuerto es el “sitio físico en el que se realiza la transferencia modal del modo aéreo a los modos terrestres” convirtiéndose en el **punto de interacción** entre al aeropuerto, las líneas aéreas y los usuarios. Desde otra perspectiva, Doganis (1995) ve el aeropuerto como una “compleja **empresa industrial**” que actúa como un foro en el que se reúnen un gran número de actividades que facilitan el intercambio entre el transporte aéreo y el transporte de superficie.

Por último, se puede entender que el aeropuerto funciona como una **estación o intercambiador intermodal** que permite a los pasajeros y a la mercancía realizar la transición entre distintos modos de transporte (García Cruzado, 2002).



En definitiva, se podría definir el concepto de aeropuerto como aquel aeródromo con ciertas instalaciones y servicios permanentes que permiten satisfacer las necesidades de sus usuarios y que funciona como una compleja empresa.

La configuración y las características de un aeropuerto se determinan en función de:

1. **Su situación geográfica:** tanto física, como pueden ser la altitud, la climatología o la topografía, como humana (áreas industriales, zonas turísticas, etc.)
2. **Su evolución histórica:** según las instalaciones e infraestructuras disponibles (edificios terminales, pistas, calles de rodadura, etc.) y las aeronaves que lo emplean, es decir, el tráfico nacional e internacional o el tráfico de carga aérea, entre otros.

De forma general, las infraestructuras aeronáuticas se pueden dividir en tres áreas: el área de movimiento, el área terminal y el área de apoyo y servicios. El área de movimientos, también conocida como **lado aire**, comprende la zona donde operan las aeronaves, incluyendo las pistas, las calles de rodaje y la plataforma. El área terminal, o **lado tierra**, está integrada por los terminales de pasajeros y de carga, las urbanizaciones y accesos y las zonas comerciales.

## 5.2. Tipos de aeropuertos

El número de criterios aplicables a la hora de clasificar las diferentes tipologías de aeropuertos es muy elevado y no es el objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado desarrollarlos. No obstante, es fundamental conocer a grandes rasgos los criterios más relevantes para comprender la diferencia entre distintos aeropuertos que se mencionarán en el desarrollo de este Trabajo.

La clasificación más generalizada es la que distingue entre aeropuertos públicos de interés general, aeropuertos, aeródromos y helipuertos privados, y campos de vuelo. Sin embargo, también es importante conocer su clasificación de acuerdo con el artículo 39 de la Ley de Navegación Aérea, que los clasifica según seis criterios:

- a) **Instalaciones:** diferenciándose entre aeródromos y aeropuertos.
- b) **Finalidad:** donde se pueden distinguir aeropuertos comerciales, deportivos, privados y militares.
- c) **Disponibilidad:** los aeródromos pueden ser eventuales o permanentes, mientras que los aeropuertos, por definición, siempre serán permanentes
- d) **Naturaleza de sus servicios:** los aeródromos serán civiles o militares (abiertos al tráfico civil o no abiertos al tráfico civil), y los aeropuertos podrán estar abiertos al tráfico internacional o no abiertos al tráfico internacional (cabotaje).
- e) **Titularidad:** los aeródromos y aeropuertos civiles podrán ser públicos, privados o mixtos
- f) **Otros:** como pueden ser sus dimensiones o sus prestaciones técnicas.

Por último, también es necesario mencionar la distinción que se establece en el Real Decreto 862/2009, en la que podemos encontrar (AESA, 2019):

- a) **Aeródromos de uso restringido:** que serán aquellos en los que no se pueden realizar operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo. Por lo general, suelen estar destinados a la aviación general.
- b) **Aeródromos de uso público:** en los que se pueden realizar operaciones de aviación comercial.

### 5.3. El aeropuerto “hub”

Partiendo de la base de que no existe la categoría de aeropuerto hub, sino que son las líneas aéreas las que desarrollan una operación hub en el aeropuerto, dada la popularidad de dicho término y su grado de interés para el aeropuerto que nos ocupa, se procederá a explicar la operación hub en un aeropuerto.

La liberalización del transporte aéreo en Europa (1992), impulsada por los Convenios de Chicago, de Tránsito de Servicios Aéreos Internacionales y de Transporte Aéreo Internacional, que determinaron las libertades del aire, ha tenido una fuerte repercusión en cuanto a las tarifas, el aumento del número de destinos y rutas y el número de operadores. Las líneas aéreas pudieron controlar los servicios y rutas que ofrecían, cuya determinación, hasta ese momento, estaba en manos de los Estados.

Esta liberalización supuso un antes y un después en lo que a las redes de transporte aéreo se refiere, haciéndolas evolucionar de un sistema de redes punto a punto a un sistema de operación denominado “hub and spoke”. De esta forma, aparecen aeropuertos centros o cabecera que aglutinan los pasajeros de la red a través de un sistema de aporte y dispersión.

Esta tipología de operación permite a las líneas aéreas la oportunidad de utilizar mejor sus aviones con muchas más combinaciones de vuelo, aunque estas suelen requerir la transferencia en el aeropuerto centro (Ashford y Moore, 1997). Así, los vuelos que conecten aeropuertos centro o hub se realizarán en grandes aeronaves con un alto índice de ocupación, mientras que los vuelos entre aeropuertos centro y radiales se realizarán en aeronaves más pequeñas. Los vuelos directos entre aeropuertos radiales prácticamente desaparecen con la operación hub. Este tipo de operación, aunque presenta numerosas ventajas tanto para los operadores aéreos como para los aeropuertos, también presenta varias desventajas. El principal inconveniente de la operación hub es la gran dependencia que el aeropuerto tiene respecto a su principal operador y los grandes picos de demanda que genera.

Con este sistema, las líneas aéreas determinan un aeropuerto centro para sus operaciones, en el cual serán, seguramente, el principal operador, aumentándose así su poder de negociación respecto al aeropuerto. Esto se ve claramente reflejado en el aeropuerto de AS Madrid – Barajas, donde de las 83 aerolíneas que operan en el aeropuerto, Iberia opera el 30% de las rutas aproximadamente y mueve casi el doble de pasajeros que la segunda aerolínea, Air Europa (Aena, 2020).

## **6. El Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas. Historia y actualidad.**

### **6.1. Historia del aeropuerto**

En 1929, el rápido crecimiento del tráfico aéreo comercial de pasajeros y mercancías obligaba a la construcción de un nuevo aeropuerto en la región (Aena, 2009). Por ello, se convocó un concurso de elección de los terrenos para desarrollarlo, siendo elegidos unos terrenos situados en Barajas.

El Aeropuerto de Madrid se abrió al tráfico aéreo el 22 de abril de 1931, pero las operaciones comerciales no se inician hasta finales de 1933 (Aena, 2009). El aeropuerto ya contaba con una terminal de pasajeros con capacidad para 300.000 usuarios. A finales de los 50, se construye una nueva terminal (la actual T2), convirtiéndose en uno de los principales aeropuertos de Europa, albergando más de 1 millón de pasajeros al año.

Entre finales de los 70 y principios de los 80, con la inauguración del denominado “Puente Aéreo”, el aeropuerto ya contaba con dos grandes pistas y alcanzaba los 10 millones de pasajeros anuales (Aena 2009). Sin embargo, la demanda seguía creciendo y se realizó una gran ampliación del mismo.

Aparece el conocido “Plan Barajas”, que busca aumentar la capacidad del aeropuerto hasta los 70 millones de pasajeros al año, iniciándose la construcción de dos nuevas pistas y de una nueva torre de control. Este gran proyecto se completa en el año 2006 con la puesta en funcionamiento de la Terminal 4 y su edificio satélite, y con las cuatro pistas operativas (Aena, 2009).

### **6.2. Datos de interés**

De acuerdo con la clasificación del artículo 39 de la Ley de Navegación Aérea, se trata de un aeropuerto comercial civil de interés general, abierto al tráfico internacional y de titularidad pública. Además, al realizarse en él operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga y correo, se trata de un aeródromo de uso público. El aeropuerto dispone de certificado de aeródromo otorgado por AESA, como se especifica en el **Anexo 3 – Ficha Situación Aeropuerto de AS Madrid – Barajas. Estado del Certificado (AESA)**.

El aeropuerto está situado a 13 kilómetros del centro de Madrid y es una de las principales entradas de turistas en España. El hecho de que se encuentre a tan poca distancia de la capital supone para el viajero comodidad y ahorro de tiempo y dinero en los desplazamientos. Además, tiene un peso importante en la economía de la región, aportando un 9,3% de su PIB, y estimulando el tejido económico y el turismo (Aena, 2019).

El aeropuerto forma parte de la red de aeropuertos de Aena, la mayor organización aeroportuaria del mundo, y funciona como un gran hub nacional que conecta a España con el mundo. Además, es la principal puerta de conexión con Latinoamérica, teniendo en cuenta que desde Madrid se desplaza el 25% del tráfico aéreo entre Europa y Latinoamérica (Aena, 2018).

Acogiendo una media de más de 1 millón de pasajeros y 8.000 operaciones por semana y contando con 220 destinos repartidos en 74 países, es el principal aeropuerto de España y uno de los más importantes de Europa. Como queda reflejado en el **Anexo 1 – Presentación del Aeropuerto AS Madrid – Barajas**, en él se operan 430 rutas, más del 80% internacionales, a través de 83 líneas aéreas (Aena, 2020). Desde el año 2013 crece en número de pasajeros, pasando de 39,7 millones de pasajeros en 2013 a 61,7 millones en 2019.

Se trata de un aeropuerto operativo las 24 horas del día los 365 días del año y cuenta con numerosos reconocimientos entre los que destacan el Premio al Mejor Aeropuerto de Europa de más de 25 millones de pasajeros de ACI (2017) o el Premio al Mejor Aeropuerto del Sur de Europa de Skytrax (2017). Se encuentra entre los aeropuertos que más crece en pasajeros, operaciones y mercancías transportadas en España y en estos últimos años ha recibido 8 nuevos operadores y más de 15 nuevas rutas (Aena, 2020).

### **6.3. Instalaciones**

Conocer las instalaciones con las que cuenta un aeropuerto es primordial, pues es la base para juzgar la eficiencia del mismo. En la actualidad, el aeropuerto cuenta con cuatro pistas, todas iguales o superiores a 3.500 metros de longitud y de categoría CAT III, paralelas dos a dos, que ofrecen una capacidad de 120 operaciones la hora (Aena, 2009). En total, cuenta con una superficie de 4.000 hectáreas, de las cuales 940.000 metros cuadrados están destinados al área de edificios terminales.

Por lo que respecta a los edificios terminales, en la actualidad, el aeropuerto dispone de cinco, denominados T1, T2, T3, T4 y T4 Satélite (de ahora en adelante T4-S), que ofrecen una capacidad total de 70 millones de pasajeros. Además, el aeropuerto cuenta con 340 puestos de estacionamiento de aeronaves, 121 pasarelas de embarque y desembarque directo de la aeronave al terminal, y 228 puertas de embarque (Aena, 2019).

No obstante, a través de diversos planes, reflejados en los **Anexos 2 – Plan Inmobiliario Aeropuerto AS Madrid – Barajas** y **Anexo 4 – Plan Director AS Madrid – Barajas (2017-2026)**, se pretende ampliar las instalaciones tanto de edificios terminales y estacionamientos, como de otras instalaciones de carga, negocios y ocio.

## 7. Problemática existente

Como ya se ha mencionado en numerosas ocasiones a lo largo de este Trabajo de Fin de Grado, el sector turístico tiene un papel fundamental dentro de la economía nacional, siendo España el segundo país por llegada de turistas internacionales (81,9 millones), sólo detrás de Francia (INE, 2019).

Dentro de este sector turístico, la aviación es de suma importancia teniendo en consideración que uno de cada cinco viajeros transportados por avión en el conjunto de la Unión Europea sale o tiene como destino España y que más del 80% de los turistas llegan a España por vía aeroportuaria (Aena, 2020).

Habiendo crecido más de un 45% en número de pasajeros en la última década, el aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* está cerca de alcanzar su capacidad máxima de 70 millones de pasajeros en los próximos años.

Si bien es cierto que, durante los últimos años, se han acometido numerosas inversiones con el objetivo de aumentar la capacidad del aeropuerto, si esta tendencia de crecimiento sostenido se mantiene durante los próximos años, el déficit de infraestructuras estará asegurado.

Los datos actuales, a priori, arrojan resultados preocupantes para el sistema aeroportuario madrileño y español, puesto que la escasez de infraestructuras no sólo supondría un grave problema para el sector aeroportuario, sino que tendría consecuencias económicas significativas a nivel nacional, al “perder” un número relevante de turistas.

Por ello, se presenta como problemática actual la situación que se plantea en el corto-medio plazo, donde si no se acometen las inversiones necesarias en el aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* o en el desarrollo de un nuevo aeropuerto, si se considerase la opción más viable y razonable, nos encontraríamos ante un escenario de sobredemanda sumamente negativo.

Como se ha mencionado en el capítulo relativo al objetivo, el autor de este TFG buscará realizar un análisis de dicha problemática para identificar la solución más adecuada que debe marcar los pasos a seguir en los próximos años. Para esto, es necesario plantearse cuestiones como ¿será suficiente el Plan Director 2017-2026 que plantea Aena? ¿nos acercamos a un ciclo de desaceleración económica que invertirá la tendencia creciente de los últimos años?, etc.

## 8. Marco legal aplicable

En este capítulo se va a recoger el marco legal aplicable a todo lo relativo a la organización y planificación de un aeropuerto, así como la regulación que determina el procedimiento para la construcción de un nuevo aeropuerto.

### 8.1. Plan Director

El Plan Director se crea en el artículo 166 de la Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social 13/1996 como el instrumento planificador del aeropuerto. Para su elaboración, se debe prever el desarrollo del aeropuerto de forma que permita controlar el impacto que tiene el aeropuerto en el entorno. Define las principales directrices del desarrollo de un aeropuerto, delimita sus zonas aeronáutica, comercial, industrial y de expansión futura y representa gráficamente el aeropuerto, sus instalaciones y sus servicios. Los planes generales de ordenación urbana no pueden incluir determinaciones que interfieran o perturben al Plan Director. Por lo que, el Plan Director, estará jerárquicamente hablando, por encima de estos planes generales, aunque se haya redactado posteriormente.

Este artículo 166 de la citada ley está desarrollado por el Real Decreto 2591/1998, el cual se dedica en su totalidad a los Planes Directores. Este Plan Director lo debe desarrollar el promotor del plan o gestor aeroportuario (por lo general, Aena), de acuerdo con las directrices establecidas por el Ministerio de Fomento. Su aprobación corresponde al Ministro de Fomento, a propuesta del Secretario General de Infraestructuras y Transporte, previos informes preceptivos de otras administraciones, como la Dirección General de Aviación civil, y lleva implícito la declaración de utilidad pública del aeropuerto.

El Plan Director del Aeropuerto de AS Madrid – Barajas se aprobó con la Orden del Ministerio de Fomento del 19 de noviembre de 1999. Este Plan Director se puede dividir en dos grandes periodos:

- **1999-2016:** que recogía la construcción de las terminales T4 y T4-S, de dos nuevas pistas, del Túnel de Servicios Aeroportuarios (TSM) y del Automatic People Mover (APM).
- **2017-2026:** que busca aumentar la capacidad del aeropuerto hasta los 80 millones de pasajeros a través de mejoras en las terminales T123, la ampliación de la T4-S, la creación de nuevos estacionamientos de gran tamaño (*wide body*) y el desarrollo de un Plan Inmobiliario (Aena, 2018).

Este segundo periodo del Plan Director, disponible en el **Anexo 4 – Plan Director AS Madrid – Barajas (2017-2026)**, tiene como objetivo según Aena (2018) “adaptar las infraestructuras a la demanda prevista, garantizar unos elevados niveles de conectividad, modernizar y potenciar la calidad de las infraestructuras, fomentar la intermodalidad y lograr un equilibrio entre el desarrollo de la actividad y el respeto al entorno”.

## 8.2. Asignación de franjas horarias

Este sistema aparece como respuesta a la gran acumulación de vuelos en horas punta y tiene como objetivo “identificar los problemas de capacidad y actuar para asegurar el mejor uso posible de las infraestructuras y evitar la congestión” (Ontiveros, 2006). Comenzó como un proceso voluntario gestionado por las líneas aéreas que, más tarde, fue regulado por el Reglamento (CEE) 95/93 relativo a las normas comunes para la asignación de franjas horarias en aeropuertos comunitarios.

De esta forma, se establece el máximo número de vuelos que se pueden gestionar por periodo de tiempo, lo que determina la capacidad total (Laguillo Revuelta, 2015). En función de esa capacidad total, se asignan los denominados *slots aeroportuarios* que son una autorización administrativa para la realización de una operación aeroportuaria de llegada o de salida, dentro de un horario estipulado, en un aeropuerto coordinado o facilitado.

## 8.3. Desarrollo de un nuevo aeropuerto

En el caso de que, tras el análisis que se realizará más adelante, se considere necesaria y viable la construcción o el desarrollo de un nuevo aeropuerto en Madrid, se deberán tener en cuenta, entre otras, las siguientes regulaciones:

- a) **Real Decreto 862/2009, artículo 2**, por el que se aprueba el Reglamento de certificación y verificación de aeródromos.
- b) **Real Decreto 2858/1981, artículo 1**, relativo a la clasificación de aeropuertos civiles y los requisitos necesarios para ser declarado aeropuerto de interés general.
- c) **Ley de Seguridad Aérea 21/2003, artículo 9**, relativo a la construcción y la planificación de sistemas aeroportuarios.

Partiendo de la base de que el desarrollo de un nuevo aeropuerto se considere viable y necesario, este desarrollo respondería a una necesidad de interés público y, por lo tanto, el aeropuerto que surja deberá ser declarado aeropuerto de interés general, pasando así a ser competencia del Estado.

El promotor de dicha infraestructura, que puede ser tanto un poder público como un particular, siempre que sean europeos, debe acudir al artículo 9 de la Ley de Seguridad Aérea. Este artículo establece que, para la construcción, la modificación, la puesta en funcionamiento y la clausura de aeropuertos competencia del Estado será necesaria la autorización del Ministerio de Fomento, previo informe favorable del Ministerio de Defensa.

Además, desde que se plantea la infraestructura hasta su puesta en funcionamiento, se deben realizar tres procedimientos:

- 1) **Autorización de construcción:** para la construcción de un aeropuerto competencia del Estado se deberá solicitar una autorización al Ministerio de Fomento que, tras recibir los informes del Ministerio de Defensa, el Ministerio de Medio Ambiente y de otras administraciones públicas, emitirá una autorización de construcción a través de una Orden Ministerial.
- 2) **Autorización del proyecto:** obtenida la autorización de construcción, se deberá solicitar a la Dirección General de Aviación Civil (de ahora en adelante DGAC) la autorización del proyecto. De nuevo, esta autorización emanará de una Orden Ministerial.

Con ambas autorizaciones, se puede comenzar la construcción del aeropuerto. Una vez terminado el proyecto, este se debe poner en funcionamiento, y para ello, se debe realizar un último procedimiento:

- 3) **Autorización de apertura al tráfico civil:** se analizará si el resultado es conforme a lo que se aprobó en el proyecto. Para ello, se presentará una solicitud a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, la cual realizará inspecciones, actas e informes para la emisión de dicha autorización.



## 9. Actores y partícipes

Un aspecto fundamental a la hora de analizar las inversiones necesarias en proyectos tan importantes y costosos no sólo es identificar los actores y partícipes relacionados con la misma, sino que también es de vital importancia conocer los objetivos o intereses y los problemas que pueden suponer o a los que se tienen que enfrentar.

En este caso, se procederá a analizar los actores y partícipes diferenciando dos grandes grupos en función de si se trata de entes públicos o privados. De esta forma, los principales actores públicos implicados a destacar serán:

- **AENA SME S.A.:** se trata de una sociedad mercantil estatal propiedad (en un 51%) del Ministerio de Fomento, encargada de la gestión de los aeropuertos de la red de aeropuertos de Aena y, por lo tanto, empresa gestora del aeropuerto de *AS Madrid – Barajas*.
- **Autoridades gubernamentales:** no sólo a nivel local, como puede ser la Alcaldía de Barajas o de otros municipios afectados, sino también a nivel regional, destacando el gobierno de la Comunidad de Madrid o de otras comunidades afectadas, y nacional.

Mientras que los principales actores y partícipes privados implicados pueden ser:

- **Líneas aéreas:** en primer lugar se debe identificar a Iberia y Air Europa, al ser los principales operadores del aeropuerto *AS Madrid – Barajas*, así como muchas otras líneas aéreas interesadas en realizar escalas en España y aerolíneas low-cost.
- **Empresas de servicios aeronáuticos y/o aeroportuarios:** cuya actividad está ligada o supeditada a la actividad del aeropuerto, por lo tanto, cuanto mayor sea esta, mayor será el beneficio de este tipo de organizaciones.
- **Empresas o sectores circundantes:** como se ha mencionado en este TFG el aeropuerto funciona como un foco económico, a cuyo alrededor se generan centros de actividad económica donde actúan numerosas empresas de diversos sectores.
- **Promotoras o constructoras:** las cuales pueden estar interesadas tanto en el proyecto de ampliación del aeropuerto de *AS Madrid – Barajas* como en la construcción o desarrollo de un nuevo aeropuerto.
- **Viajeros o usuarios del aeropuerto**
- **Trabajadores del aeropuerto**
- **Grupos ecologistas**
- **Residentes locales**

Por último, y a través del siguiente esquema elaborado por el autor de la investigación, se procederá a identificar los principales intereses y problemas de cada uno de ellos.

<b>Actor</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problemas</b>
<b>Aena</b>	<p>Maximizar los ingresos de la organización y garantizar la función de servicio público que lleva a cabo.</p> <p>Consolidar el crecimiento del aeropuerto y adecuar las infraestructuras a la demanda futura.</p>	<p>Limitaciones de desarrollo máximo establecidas en el Plan Director del aeropuerto.</p> <p>Precios e inversiones limitadas y controladas por el Estado.</p>
<b>Autoridades Gubernamentales</b>	<p>Consolidar el crecimiento de la llegada de turistas y buscar que las infraestructuras existentes sean adecuadas.</p> <p>Garantizar una convivencia adecuada entre las infraestructuras y actividades aeroportuarias y su entorno.</p>	<p>Necesidad de consenso y colaboración con otras autoridades y organismos para establecer las inversiones.</p> <p>Oposición de grupos vecinales y ecologistas.</p>
<b>Líneas aéreas</b>	<p>Aumentar su potencial de crecimiento y de desarrollo de nuevas rutas.</p> <p>Establecimiento más eficiente de escalas.</p> <p>Aumento de la competencia y reducción de tasas (especialmente para las aerolíneas de bajo precio).</p>	<p>Evitar problemas relacionados con la saturación del aeropuerto.</p> <p>Evitar que las inversiones sean sufragadas por las aerolíneas a través de las tasas aeroportuarias.</p>
<b>Empresas de servicios y circundantes</b>	<p>Crecimiento de sus actividades y beneficios gracias al aumento de demanda en el aeropuerto o por su inicio de actividades en nuevos aeropuertos.</p>	<p>Aumento de la competencia.</p>
<b>Promotoras o constructoras</b>	<p>Aumento de su actividad y beneficios.</p>	

**Viajeros o usuarios**

Buscan la mayor oferta de destinos y rutas, así como un aumento de la competencia para obtener precios inferiores.

Posibles problemas a la hora de realizar escalas si se desarrolla el nuevo aeropuerto.

**Trabajadores del aeropuerto**

Les interesa que la actividad del aeropuerto sea lo mayor posible para garantizar la estabilidad de sus trabajos.

Posibles despidos o disminución de la estabilidad de su empleo si se desarrolla el nuevo aeropuerto.

**Grupos ecologistas**

Que la actividad se desarrolle con el menor impacto posible al entorno.

Un aumento de la demanda supone un mayor impacto en el entorno.  
El desarrollo de un nuevo aeropuerto tiene un impacto significativo sobre el entorno.

**Residentes locales**

La actividad del aeropuerto genera muchos beneficios e incentiva la actividad económica de sus alrededores.

La actividad de un aeropuerto afecta significativamente a los residentes de sus alrededores, especialmente por el ruido.

## 10. Análisis

Como ya se ha mencionado en el apartado correspondiente a la metodología, el primer paso para llevar a cabo el análisis consistirá en elaborar una base de datos depurada y fiable que recoja una serie histórica de datos del total de pasajeros transportados, tanto en cifras anuales como en cifras mensuales, en el aeropuerto de AS Madrid – Barajas en los últimos quince años.

### 10.1 Serie histórica

Como bien explica García Cruzado (2000), “el conocimiento de la demanda es un dato fundamental para poder planear las necesidades de infraestructura; y el pronóstico [...], herramienta imprescindible”.

Para el desarrollo de la base de datos, el autor ha utilizado los datos proporcionados por Aena en su Portal de Estadísticas de Tráfico Aéreo. Teniendo en consideración que los datos del año 2019 todavía no son definitivos, se tomarán como referencia los datos proporcionados por el Portal el día 18 de febrero de 2020.

De esta forma, se han desarrollado las dos tablas siguientes:

**Tabla 10.1 Pasajeros Totales AS Madrid – Barajas por Año (2005-2019)**

	Pasajeros	Operaciones
2005	42.146.784	415.704
2006	45.799.983	434.959
2007	52.110.787	483.292
2008	50.846.494	469.746
2009	48.437.147	435.187
2010	49.866.113	433.706
2011	49.671.270	429.390
2012	45.190.528	373.192
2013	39.735.618	333.056
2014	41.833.686	342.604
2015	46.824.838	366.608
2016	50.418.909	378.151
2017	53.400.844	387.568
2018	57.890.057	409.834
2019	61.734.037	426.376

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aena.es (2020)

**Tabla 10.2 Pasajeros y Operaciones Totales AS Madrid – Barajas por Mes (2005-2019)**

	2005		2006		2007		2008		2009	
	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops
ENERO	2.884.617	33.034	3.144.206	34.268	3.499.813	38.091	3.847.022	39.812	3.138.117	33.186
FEBRERO	2.893.467	31.131	3.107.521	32.192	3.543.208	35.915	3.964.966	38.622	3.300.187	33.002
MARZO	3.486.842	34.947	3.597.769	36.087	4.280.314	40.877	4.552.899	40.962	3.884.825	37.296
ABRIL	3.373.894	34.580	3.893.679	35.126	4.343.095	39.530	4.335.908	40.895	4.237.324	36.859
MAYO	3.567.937	35.435	3.879.037	37.273	4.337.715	42.025	4.510.101	40.942	4.080.284	37.422
JUNIO	3.611.572	35.422	3.969.165	36.643	4.516.591	40.896	4.502.271	40.947	4.269.882	37.151
JULIO	4.095.634	36.867	4.272.071	36.787	5.038.882	42.539	4.903.104	41.618	4.841.990	39.024
AGOSTO	4.049.233	35.250	4.279.750	36.364	4.895.617	40.259	4.765.735	38.300	4.726.214	36.647
SEPTIEMBRE	3.869.432	35.778	4.142.800	36.979	4.701.209	40.977	4.240.877	38.613	4.265.791	37.021
OCTUBRE	3.774.460	35.555	4.127.545	38.152	4.700.452	42.360	4.077.968	38.895	4.236.214	37.368
NOVIEMBRE	3.316.639	34.018	3.704.258	38.436	4.224.793	40.912	3.590.825	35.722	3.710.279	35.520
DICIEMBRE	3.223.057	33.687	3.682.182	36.652	4.029.098	38.911	3.554.818	34.418	3.746.040	34.691
TOTAL	42.146.784	415.704	45.799.983	434.959	52.110.787	483.292	50.846.494	469.746	48.437.147	435.187

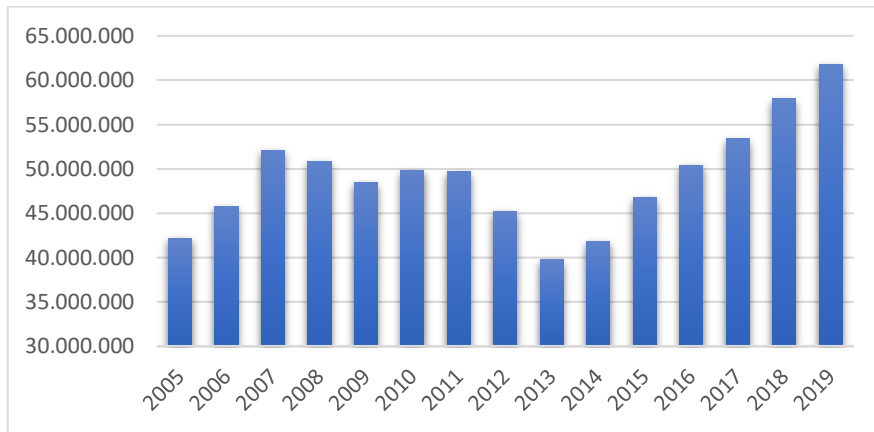
	2010		2011		2012		2013		2014	
	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops
ENERO	3.456.709	33.818	3.570.127	34.325	3.344.690	30.972	2.911.200	26.399	2.869.248	25.797
FEBRERO	3.433.596	32.694	3.398.325	32.533	3.150.375	28.572	2.638.918	24.057	2.677.736	23.973
MARZO	4.123.191	36.981	4.043.816	36.993	3.688.423	31.661	3.173.963	26.998	3.224.909	27.572
ABRIL	3.964.202	35.270	4.292.285	36.280	3.870.521	30.621	3.249.035	28.090	3.491.682	28.514
MAYO	4.287.075	37.703	4.214.275	37.542	3.965.980	33.456	3.407.014	29.361	3.544.576	29.936
JUNIO	4.454.590	37.768	4.389.187	37.148	4.158.872	32.963	3.538.631	28.524	3.719.337	30.089
JULIO	4.918.246	38.791	4.898.507	38.011	4.530.610	33.762	3.879.482	30.232	4.065.925	31.332
AGOSTO	4.829.301	37.302	4.778.252	36.770	4.305.237	32.182	3.801.907	28.695	3.991.250	29.458
SEPTIEMBRE	4.461.380	36.645	4.515.923	37.421	4.082.793	32.291	3.614.692	28.971	3.879.090	29.935
OCTUBRE	4.464.195	37.795	4.309.183	36.763	3.868.912	32.385	3.490.406	29.168	3.764.739	30.652
NOVIEMBRE	3.871.315	35.744	3.634.177	33.149	3.151.110	27.543	2.983.383	26.481	3.260.436	27.724
DICIEMBRE	3.602.313	33.195	3.627.213	32.455	3.073.005	26.784	3.046.987	26.080	3.344.758	27.622
TOTAL	49.866.113	433.706	49.671.270	429.390	45.190.528	373.192	39.735.618	333.056	41.833.686	342.604

	2015		2016		2017		2018		2019	
	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops	Pax	Ops
ENERO	3.148.894	27.257	3.516.501	28.709	3.843.112	29.678	4.130.547	31.369	4.386.788	32.905
FEBRERO	2.997.408	25.516	3.463.758	27.878	3.584.304	27.522	3.918.001	29.073	4.149.648	30.187
MARZO	3.659.969	29.346	3.989.219	30.497	4.196.923	31.405	4.582.353	32.904	4.907.161	34.258
ABRIL	3.804.165	30.652	3.937.147	30.867	4.488.410	32.022	4.802.335	33.835	5.052.318	34.834
MAYO	3.997.868	32.104	4.291.949	33.054	4.524.334	33.796	4.959.606	35.628	5.218.420	37.225
JUNIO	4.138.318	32.496	4.413.251	32.939	4.746.122	34.438	5.078.802	35.566	5.569.296	37.982
JULIO	4.595.447	33.854	4.905.692	34.476	5.088.000	35.083	5.531.916	37.091	5.944.835	38.973
AGOSTO	4.550.326	32.182	4.793.219	33.202	4.951.850	33.363	5.386.890	35.606	5.790.264	37.140
SEPTIEMBRE	4.331.479	32.279	4.610.324	33.425	4.807.733	33.931	5.203.244	36.156	5.571.359	37.292
OCTUBRE	4.271.138	32.127	4.516.960	32.662	4.725.786	33.856	5.188.978	36.537	5.487.159	37.297
NOVIEMBRE	3.679.424	29.548	3.944.901	30.173	4.191.270	31.183	4.537.521	33.019	4.779.867	33.929
DICIEMBRE	3.650.402	29.247	4.035.988	30.269	4.253.000	31.291	4.569.864	33.050	4.876.922	34.354
TOTAL	46.824.838	366.608	50.418.909	378.151	53.400.844	387.568	57.890.057	409.834	61.734.037	426.376

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aena.es (2020)

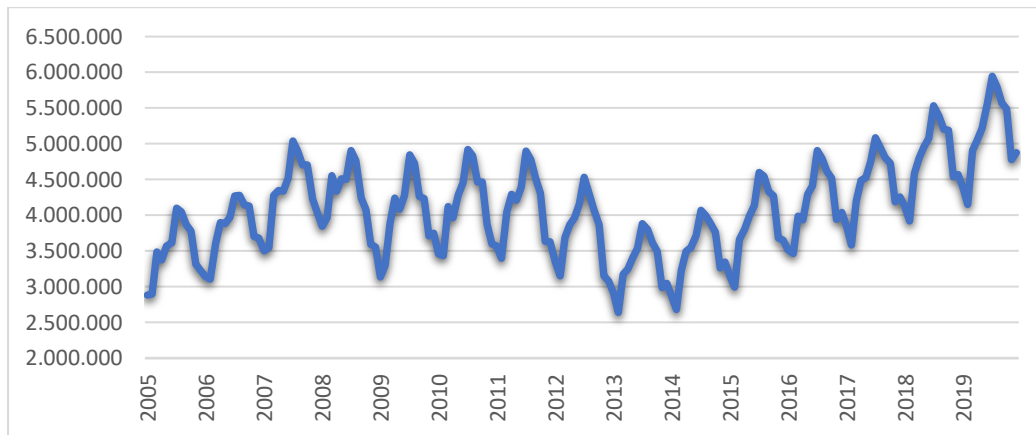
El objetivo principal del análisis es poder hacer una predicción sobre la demanda de pasajeros que tendrá el aeropuerto en los próximos años, para lo cual será fundamental conocer la tendencia de la evolución del tráfico. Toda esta información se puede obtener y analizar de forma más sencilla y visual a través de la representación gráfica de la serie histórica.

**Gráfico 10.3 Evolución Anual del Total de Pasajeros AS Madrid – Barajas (2005-2019)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aena.es (2020)

**Gráfico 10.4 Evolución Mensual del Total de Pasajeros AS Madrid – Barajas (2005-2019)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aena.es (2020)

Con ambos gráficos se puede realizar una primera interpretación de los componentes fundamentales a considerar. En primer lugar, nos encontramos con un aeropuerto en el que existen **variaciones estacionales** muy significativas, lo cual está sobradamente justificado teniendo en consideración el modelo turístico “de sol y playa” predominante en España. Los periodos vacacionales y los factores climatológicos juegan un papel fundamental en la estacionalidad. Si bien es verdad que el efecto del turismo extranjero en temporada de verano es significativo, las variaciones estacionales están motivadas en su gran mayoría por el tráfico nacional, teniendo en consideración que el 80% de los pasajeros del aeropuerto AS Madrid – Barajas de los últimos 15 años provenían o tenían como destino otro aeropuerto español (Aena, 2020).

Por otro lado, se puede observar una clara **tendencia** creciente en el número de pasajeros, especialmente desde el año 2013, desde el cual el número de pasajeros no ha hecho más que crecer. Sin embargo, también se pueden observar dos claros ciclos, el primero correspondiente a los años 2005-2013 y el segundo situado entre el año 2014 y el año 2019, el cual todavía no habría finalizado. Esto nos lleva a pensar, a priori, que, al igual que pasa en la economía, al acercarnos al final del ciclo, el número de pasajeros debería comenzar a disminuir. No obstante, esto se analizará más adelante teniendo en cuenta previsiones de evolución de variables socioeconómicas proporcionadas por organismos oficiales.

## 10.2 Ajuste de curvas

El objetivo de realizar el ajuste de la serie histórica a una serie de curvas es poder obtener una previsión matemática futura de la demanda. En este caso, el autor empleará el **método de regresión** ajustando la serie histórica mencionada anteriormente a tres tipos de funciones.

### 10.2.1 Ajuste lineal

En primer lugar, se realizará un **ajuste lineal anual**. Para ello se debe calcular la siguiente tabla:

**Tabla 10.5 Ajuste Lineal Anual**

	X	Y	X*Y	X <sup>2</sup>
2005	0	42.146.784	-	-
2006	1	45.799.983	45.799.983	1
2007	2	52.110.787	104.221.574	4
2008	3	50.846.494	152.539.482	9
2009	4	48.437.147	193.748.588	16
2010	5	49.866.113	249.330.565	25
2011	6	49.671.270	298.027.620	36
2012	7	45.190.528	316.333.696	49
2013	8	39.735.618	317.884.944	64
2014	9	41.833.686	376.503.174	81
2015	10	46.824.838	468.248.380	100
2016	11	50.418.909	554.607.999	121
2017	12	53.400.844	640.810.128	144
2018	13	57.890.057	752.570.741	169
2019	14	61.734.037	864.276.518	196
<b>SUMATORIO</b>	<b>105</b>	<b>735.907.095</b>	<b>5.334.903.392</b>	<b>1.015</b>

Fuente: elaboración propia

De esta forma, deberemos ajustar los datos de la serie histórica a la siguiente ecuación:

$$y = mx + b$$

Para lo cual se deberá calcular el valor de  $m$  y el de  $b$ :

$$m = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x) * (\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{5.334.903.392 - \frac{105 * 735.907.095}{15}}{1.015 - \frac{(105)^2}{15}} \quad m = 655.549$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x} = 49.060.473 - 655.549 * 7 \quad b = 44.471.630$$

De esta forma obtenemos la curva ajustada a la función:

$$y = 655.549x + 44.471.630$$

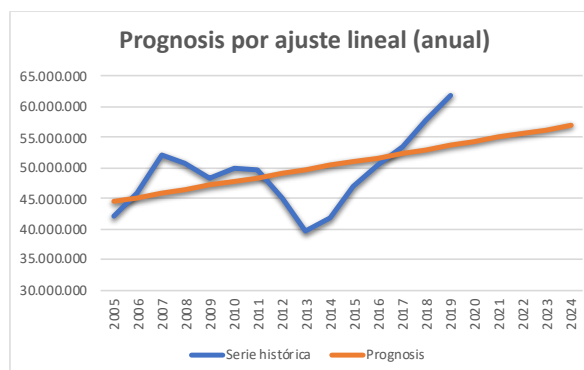
Con ella, obtenemos la prognosis por ajuste lineal para los próximos cinco años:

**Tabla 10.7 Prognosis Lineal Anual**

Año	Prognosis
2020	54.304.865
2021	54.960.414
2022	55.615.963
2023	56.271.512
2024	56.927.061

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.6 Prognosis por Ajuste Lineal Anual**



Fuente: elaboración propia

### 10.2.2 Ajuste parabólico

En segundo lugar, se calculará el ajuste parabólico anual, a través de la siguiente tabla:

**Tabla 10.8 Ajuste Parabólico Anual**

	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X*Y	X <sup>2</sup> *Y
2005	0	42.146.784	0	0	0	0	-
2006	1	45.799.983	1	1	1	45.799.983	45.799.983
2007	2	52.110.787	4	8	16	104.221.574	208.443.148
2008	3	50.846.494	9	27	81	152.539.482	457.618.446
2009	4	48.437.147	16	64	256	193.748.588	774.994.352
2010	5	49.866.113	25	125	625	249.330.565	1.246.652.825
2011	6	49.671.270	36	216	1296	298.027.620	1.788.165.720
2012	7	45.190.528	49	343	2401	316.333.696	2.214.335.872
2013	8	39.735.618	64	512	4096	317.884.944	2.543.079.552
2014	9	41.833.686	81	729	6561	376.503.174	3.388.528.566
2015	10	46.824.838	100	1.000	10000	468.248.380	4.682.483.800
2016	11	50.418.909	121	1.331	14641	554.607.999	6.100.687.989
2017	12	53.400.844	144	1.728	20736	640.810.128	7.689.721.536
2018	13	57.890.057	169	2.197	28561	752.570.741	9.783.419.633
2019	14	61.734.037	196	2.744	38416	864.276.518	12.099.871.252
SUMATORIO	105	735.907.095	1.015	11.025	127.687	5.334.903.392	53.023.802.674

Fuente: elaboración propia



De esta forma, deberemos ajustar los datos de la serie histórica a la siguiente ecuación:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Para lo cual se deberá calcular el valor de  $a_0$ , el de  $a_1$  y el de  $a_2$ :

$$\begin{cases} a_0N + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 = \sum xy \\ a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 = \sum x^2y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 15a_0 + 105a_1 + 1.015a_2 = 735.907.095 & a_0 = 49.307.441,6 \\ 105a_0 + 1.015a_1 + 11.025a_2 = 5.334.903.392 & a_1 = -1.576.364,1 \\ 1.015a_0 + 11.025a_1 + 127.687a_2 = 53.023.802.674 & a_2 = 159.422,37 \end{cases}$$

Así, obtenemos la curva ajustada a la función:

$$y = 49.307.441,6 - 1.576.364,1x + 159.422,37x^2$$

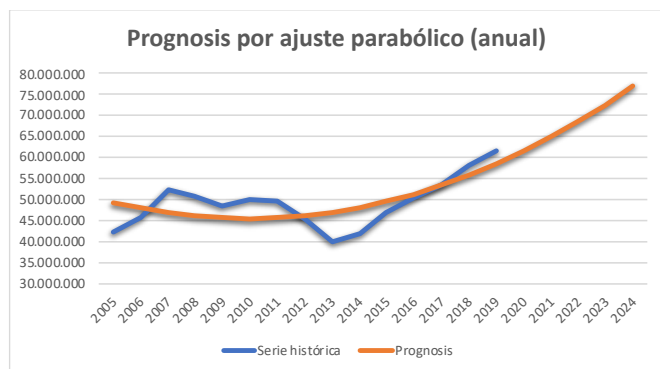
Con ella, obtenemos la prognosis por ajuste parabólico para los próximos cinco años:

**Tabla 10.10 Prognosis Parabólica Anual**

Año	Prognosis
2020	61.532.013
2021	64.897.743
2022	68.582.317
2023	72.585.736
2024	76.907.999

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.9 Prognosis por Ajuste Parabólico Anual**



Fuente: elaboración propia

### 10.2.3 Ajuste logarítmico

Por último, se calculará el ajuste logarítmico anual, a través de la siguiente tabla:

**Tabla 10.11 Ajuste Logarítmico Anual**

	X	Y	X'	X'*Y	X'^2
2005	0	42.146.784	-	-	-
2006	1	45.799.983	-	-	-
2007	2	52.110.787	0,69	36.120.445,09	0,48
2008	3	50.846.494	1,10	55.860.583,14	1,21
2009	4	48.437.147	1,39	67.148.143,75	1,92
2010	5	49.866.113	1,61	80.256.412,81	2,59
2011	6	49.671.270	1,79	88.998.968,37	3,21
2012	7	45.190.528	1,95	87.936.707,08	3,79
2013	8	39.735.618	2,08	82.627.894,75	4,32
2014	9	41.833.686	2,20	91.918.003,04	4,83
2015	10	46.824.838	2,30	107.818.173,96	5,30
2016	11	50.418.909	2,40	120.899.263,55	5,75
2017	12	53.400.844	2,48	132.696.112,36	6,17
2018	13	57.890.057	2,56	148.485.064,51	6,58
2019	14	61.734.037	2,64	162.919.662,83	6,96
<b>SUMATORIO</b>	<b>105</b>	<b>735.907.095</b>	<b>25</b>	<b>1.263.685.435</b>	<b>53</b>

Fuente: elaboración propia

De esta forma, deberemos ajustar los datos de la serie histórica a la siguiente ecuación:

$$y = A + B * \ln(x) \quad \text{teniendo en cuenta que } \ln(x) = x'$$

Para lo cual se deberá calcular el valor de A y el B:

$$B = \frac{n * (\sum x'y) - (\sum x')(\sum y)}{n * (\sum x'^2) - (\sum x')^2} = \frac{15 * 1.263.685.435 - 25 * 735.907.095}{15 * 53 - 25^2}$$

$$B = 3.280.024,41$$

$$A = \bar{y} - B * \bar{x}' = 49.060.473 - 3.280.024,41 * 1,8$$

$$A = 43.156.429,06$$

De esta forma obtenemos la curva ajustada a la función:

$$y = 43.156.429,06 + 3.280.024,41 * \ln(x)$$

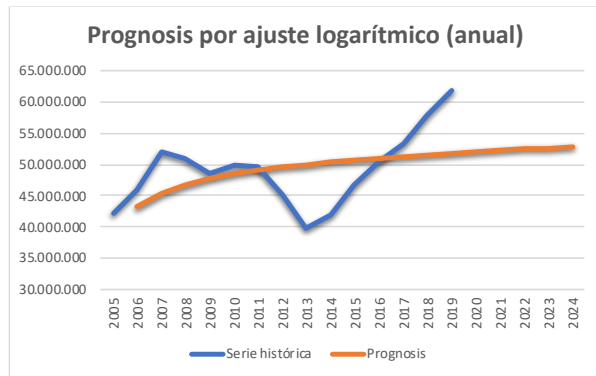
Con ella, obtenemos la prognosis por ajuste logarítmico para los próximos cinco años:

**Tabla 10.13 Prognosis Logarítmica Anual**

Año	Prognosis
2020	52.038.900
2021	52.250.588
2022	52.449.438
2023	52.636.919
2024	52.814.261

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.12 Prognosis por Ajuste Logarítmico**



Fuente: elaboración propia

### 10.2.4 Análisis del ajuste de curvas

Observando los gráficos resultantes de los tres tipos de ajustes calculados se puede llegar a la conclusión de que el ajuste logarítmico no será representativo de la demanda futura puesto que difiere significativamente de los datos representados en la serie histórica.

Por otro lado, se podría decir que los ajustes lineal y parabólico sí que podrían representarla fielmente, siendo el parabólico un modelo más similar a la tendencia actual y más optimista. Para poder discriminar entre ellos, se procederá a realizar ambos ajustes con los datos mensuales.

#### 10.2.4.1 Ajuste lineal mensual

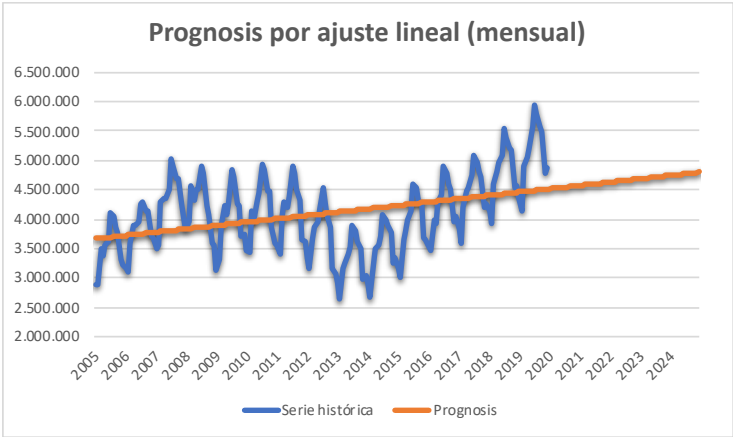
Para realizar el ajuste lineal mensual se emplearán las mismas fórmulas que en el ajuste anual, sin embargo, nos encontraremos con una población de  $n = 180$  en lugar de  $n = 15$  y la tabla  $(x, y, xy, x^2)$  tendrá datos diferentes. Todas las tablas y cálculos empleados para realizar este ajuste, dada su excesiva extensión, están recogidos en el **Anexo 5 – Prognosis lineal mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.**

Realizados los cálculos, se obtiene la función:

$$y = 4.739,97x + 3.664.225,99$$

Con ella, se obtiene la siguiente prognosis:

**Gráfico 10.14 Prognosis Lineal Mensual**



Fuente: elaboración propia

**10.2.4.2. Ajuste parabólico mensual**

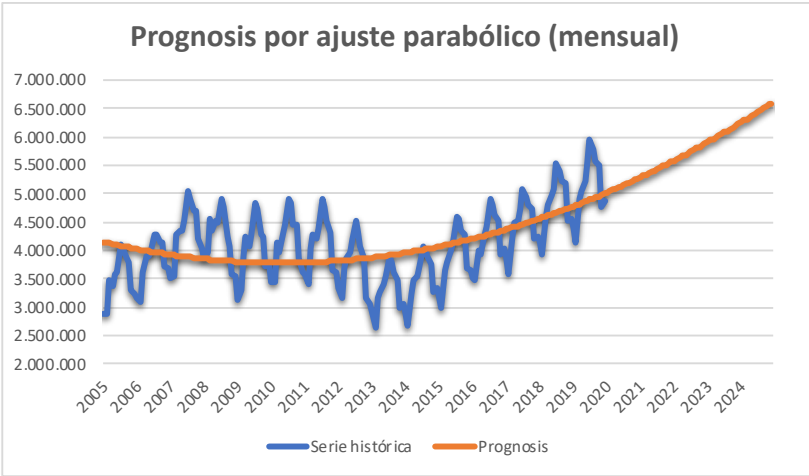
Al igual que en el punto anterior, todos los cálculos y tablas empleadas para obtener la prognosis por ajuste parabólico mensual se encuentran recogidas en el **Anexo 6 – Prognosis parabólica mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.**

Realizados los cálculos, se obtiene la función:

$$y = 49.307.441,6 - 1.576.364,1x + 159.422,37x^2$$

Con ella, se obtiene la siguiente prognosis:

**Gráfico 10.15 Prognosis Parabólica Mensual**



Fuente: elaboración propia

### 10.2.5 Selección de ajuste

Calculadas las pronosis mensuales de los ajustes lineal y parabólico se debe elegir entre uno de los dos para continuar con la investigación. Teniendo en cuenta que, tanto el ajuste lineal (56.927.061 pasajeros) como el ajuste logarítmico (52.814.261 pasajeros) proyectan una demanda no superior a los 60 millones de pasajeros para el año 2024 y que en el año 2020 ya se han superado los 61 millones de pasajeros, se optará por seleccionar como ajuste más adecuado al **ajuste parabólico**, el cual proyecta una demanda de cerca de **77 millones de pasajeros para el año 2024 y 87 millones para 2026** con un crecimiento de entre el 5 y el 6% anual.

### 10.3 Eliminación de perturbaciones

Se entiende por perturbación al hecho o hechos que tienen o han podido tener una influencia sobre el dato recogido en la serie histórica. Para poder corregir el dato, es preciso sustituir el dato de la serie histórica por la media móvil.

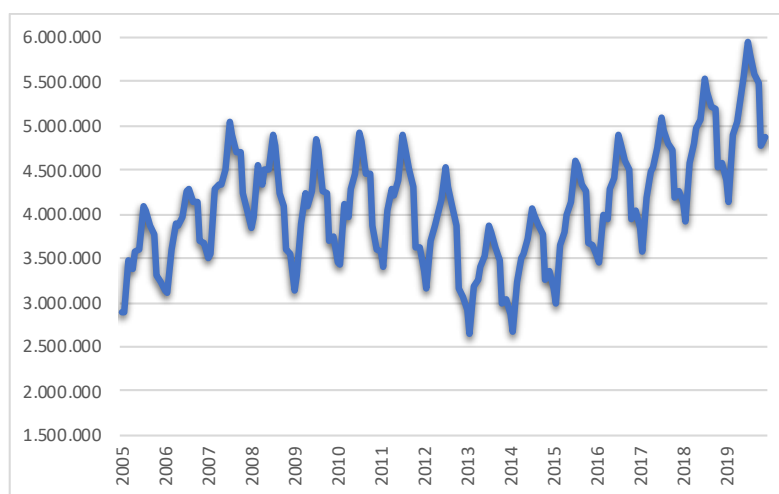
Para nivelar la serie se calcularán medias móviles de periodo tres y de periodo cinco a través las siguientes fórmulas:

$$M_3 = \frac{1}{3} (m_{n-1} + m_n + m_{n+1})$$

$$M_5 = \frac{1}{5} (m_{n-2} + m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + m_{n+2})$$

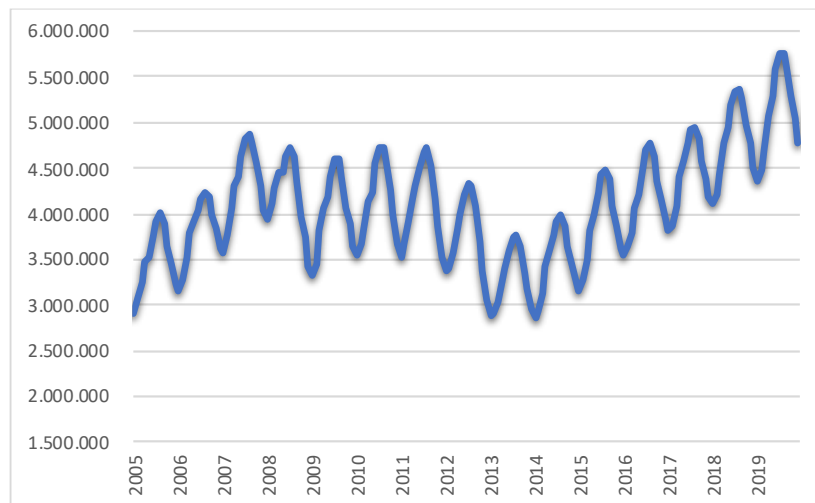
De nuevo, dada la excesiva extensión de las tablas calculadas, se incluyen las mismas en el **Anexo 7 – Serie nivelada por medias móviles de periodo 3 y 5**. De esta forma, se obtienen los siguientes gráficos:

**Gráfico 10.16 Serie Histórica (2005-2019)**



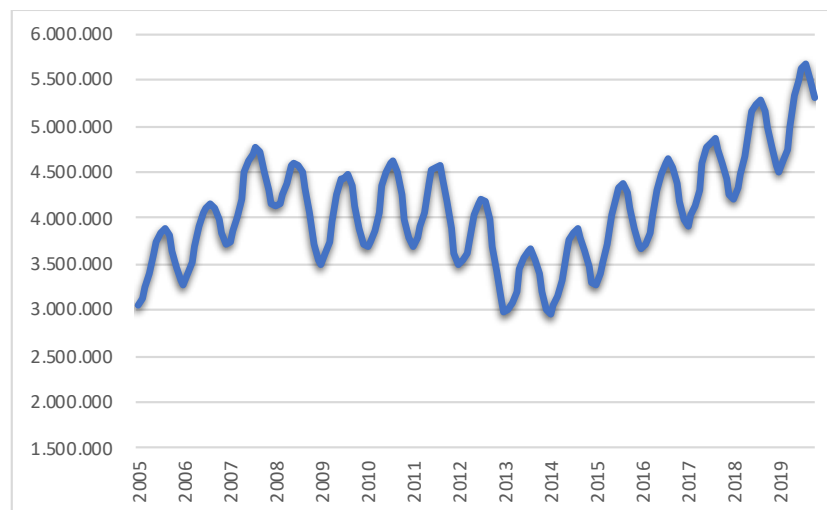
Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.17 Serie Nivelada por Medias Móviles (M<sub>3</sub>)**



Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.18 Serie Nivelada por Medias Móviles (M<sub>5</sub>)**



Fuente: elaboración propia

Comparando las tres gráficas, se puede observar una clara disminución de las diferencias entre el mes de mayor número de pasajeros y el de menor dentro de cada año, así como una suavización notable de los ciclos. Para continuar con el análisis, se utilizarán los datos resultantes de las medias móviles de periodo 5, ya que eliminan más eficazmente las distorsiones provocadas por las perturbaciones.

#### 10.4 Desestacionalización

El siguiente paso, una vez eliminadas las perturbaciones y nivelada la serie, será desestacionalizar la serie. Como ya se ha mencionado anteriormente, y se ve claramente reflejado en los tres gráficos anteriores, dentro de cada año se presentan ciclos y variaciones estacionales significativas que producen puntas en las gráficas que repercuten en la prognosis obtenida.

Para desestacionalizar se calculará la media móvil de cada año a través de la fórmula:

$$M_{12} = \frac{1}{2} \sum_6^{-5} n_{it}$$

No obstante, esta media móvil anual será la correspondiente a 6,5 meses (la mitad del año), por lo que se deberá centrar a través de la siguiente fórmula:

$$MC_{12} = M_{12t} + M_{12t-1}$$

Obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 10.19 Desestacionalización**

	<b>M12t</b>	<b>MC12</b>
2005	21.063.796	40.423.103
2006	22.884.095	43.947.891
2007	26.045.574	48.929.669
2008	25.373.241	51.418.815
2009	24.245.443	49.618.684
2010	24.964.855	49.210.298
2011	24.784.486	49.749.341
2012	22.616.569	47.401.055
2013	19.885.277	42.501.845
2014	20.917.480	40.802.757
2015	23.429.548	44.347.028
2016	25.183.166	48.612.714
2017	26.723.239	51.906.406
2018	28.921.444	55.644.683
2019	30.879.457	59.800.900

Fuente: elaboración propia

### 10.5 Segundo ajuste de curvas

Con la serie histórica de datos nivelada, se procederá a realizar un nuevo ajuste parabólico anual para calcular la prognosis de los próximos cinco años.

Para ello, se emplearán las mismas fórmulas que en el apartado 10.2.2 *Ajuste parabólico*. Se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 10.20 Ajuste Parabólico Anual Desestacionalizado**

	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X*Y	X <sup>2</sup> *Y
2005	0	40.423.103	0	0	0	-	-
2006	1	43.947.891	1	1	1	43.947.891	43.947.891
2007	2	48.929.669	4	8	16	97.859.338	195.718.676
2008	3	51.418.815	9	27	81	154.256.446	462.769.338
2009	4	49.618.684	16	64	256	198.474.736	793.898.942
2010	5	49.210.298	25	125	625	246.051.489	1.230.257.445
2011	6	49.749.341	36	216	1296	298.496.047	1.790.976.283
2012	7	47.401.055	49	343	2401	331.807.385	2.322.651.695
2013	8	42.501.845	64	512	4096	340.014.762	2.720.118.099
2014	9	40.802.757	81	729	6561	367.224.809	3.305.023.285
2015	10	44.347.028	100	1000	10000	443.470.277	4.434.702.770
2016	11	48.612.714	121	1331	14641	534.739.856	5.882.138.418
2017	12	51.906.406	144	1728	20736	622.876.870	7.474.522.435
2018	13	55.644.683	169	2197	28561	723.380.878	9.403.951.410
2019	14	59.800.900	196	2744	38416	837.212.604	11.720.976.459
<b>SUMATORIO</b>	<b>105</b>	<b>724.315.190</b>	<b>1.015</b>	<b>11.025</b>	<b>127.687</b>	<b>5.239.813.389</b>	<b>51.781.653.147</b>

Fuente: elaboración propia

De esta forma, deberemos ajustar los datos de la serie histórica a la siguiente ecuación:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

\*Todos los cálculos se reflejarán en el **Anexo 8 – Ajuste parabólico desestacionalizado. Cálculos y tablas**

Obtenemos la curva ajustada a la función:

$$y = 46.953.089,61 - 735.300,54x + 95.788,57x^2$$



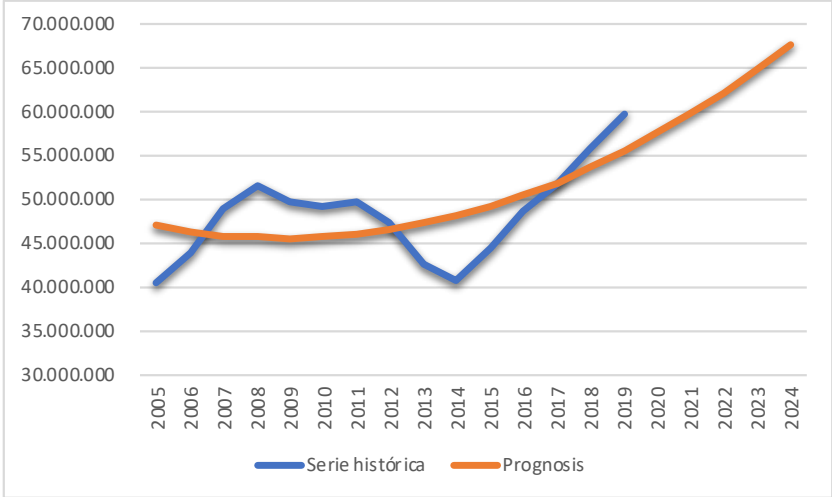
Con ella, obtenemos la prognosis por ajuste parabólico para los próximos cinco años:

**Tabla 10.21 Prognosis Parabólica Anual**

Año	Prognosis
2020	57.476.010
2021	59.710.155
2022	62.135.877
2023	64.753.177
2024	67.562.053

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 10.22 Prognosis Parabólica Anual**



Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, de acuerdo con este nuevo ajuste se pronostica un **crecimiento del 4% anual** durante los próximos cinco años, frente al 6% anual que pronosticaba el primer ajuste parabólico.

**10.6 Tendencias del sector aeronáutico y otras variables socioeconómicas**

Teniendo en consideración que el estudio en profundidad de la evolución de las variables socioeconómicas no es el objeto del presente Trabajo, a continuación, se muestra una descripción general de los principales cambios esperados para los próximos años:

**Tabla 10.23 Evolución de Variables Socioeconómicas (2019)**

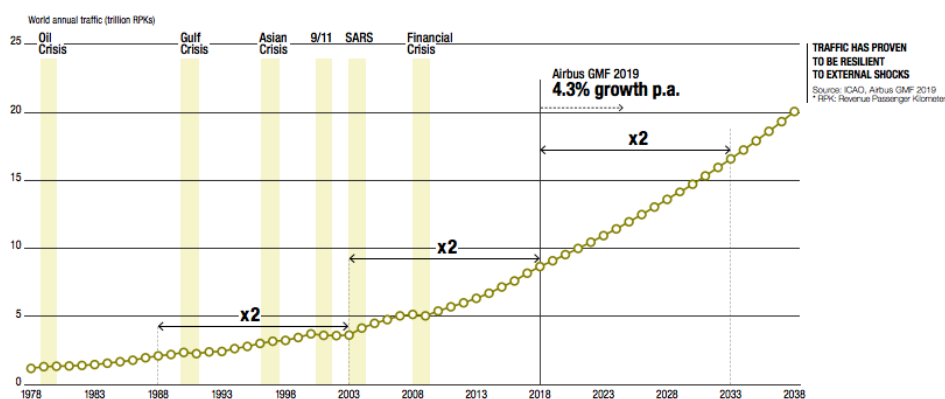
Indicador	Estado	Tendencia	Comentario
Geopolítica	Neutral	Se mantiene	Aumento del proteccionismo
Economía	Neutral	Desacelera	Lenta estabilización y recuperación
Tráfico aéreo	Positivo	Desacelera	Ligera reducción del crecimiento
Población	Positivo	Se mantiene	Se mantiene el crecimiento poblacional

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Airbus, Boeing, IATA, FMI y ONU (2019).

Por lo que respecta a la evolución del tráfico aéreo, tanto fabricantes, como Airbus y Boeing, como organismos internacionales, como IATA, prevén un crecimiento del mismo para los próximos años.

- **Airbus** (2018): el fabricante europeo, en su “*Global Market Forecast 2019-2038*” prevé un crecimiento del tráfico aéreo mundial de un 4,3% anual para los próximos 5 años, reduciéndose la previsión al 3,3% en el caso del mercado europeo.

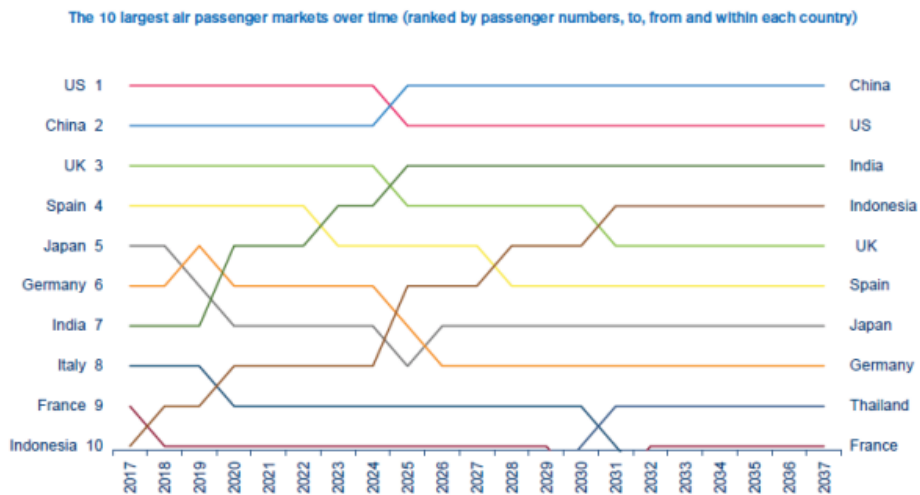
**Gráfico 10.24 Previsión de Crecimiento del Tráfico Aéreo (2018)**



Fuente: gmf.airbus.com (2018)

- **Boeing** (2018): el fabricante pronostica en su “*Commercial Market Outlook 2019-2038*” un crecimiento mundial del tráfico aéreo de un 4,6% anual y de un 3,6% en el caso de Europa.
- **IATA** (2018): si bien es verdad que la asociación internacional presenta tres posibles escenarios (globalización inversa, política estable o liberalización máxima), se utilizará el crecimiento previsto para una política estable, el cual ronda el 3,5% anual. Además, como se puede observar en el siguiente gráfico, en 2024 España se encontrará entre los mercados de pasajeros aéreos más importantes del mundo ocupando la quinta posición, frente a la cuarta posición que ocupa en la actualidad. De esta forma, España se consolida, junto con el Reino Unido, como el líder europeo de tráfico aéreo.

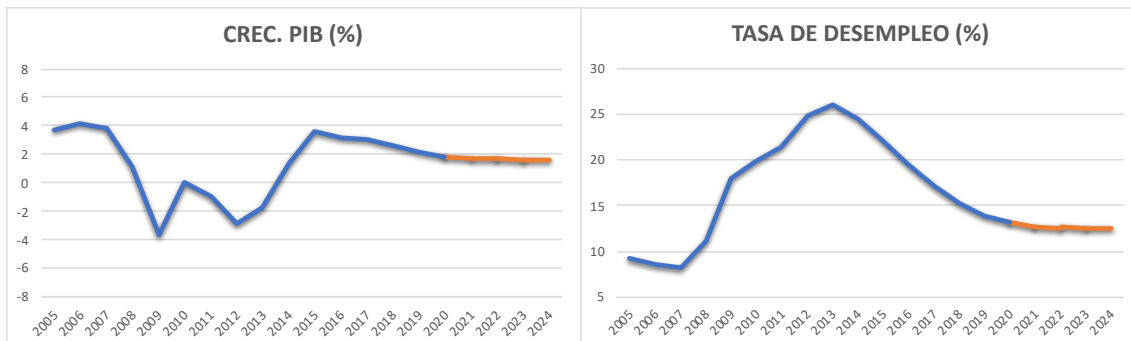
### Gráfico 10.25 Mercados de Pasajeros Más Importantes del Mundo (2018)



Fuente: iata.org (2018)

Por otro lado, en lo relativo a la economía, aunque se pronostica que el crecimiento de la economía mundial ascienda del 2,9% anual actual al 3,4% para los próximos años, en el caso español la reducción del crecimiento del PIB (del 2,2% actual al 1,6% en 2024) (IMF, 2020), así como el estancamiento en la reducción del paro son claros indicadores de la desaceleración de la economía española.

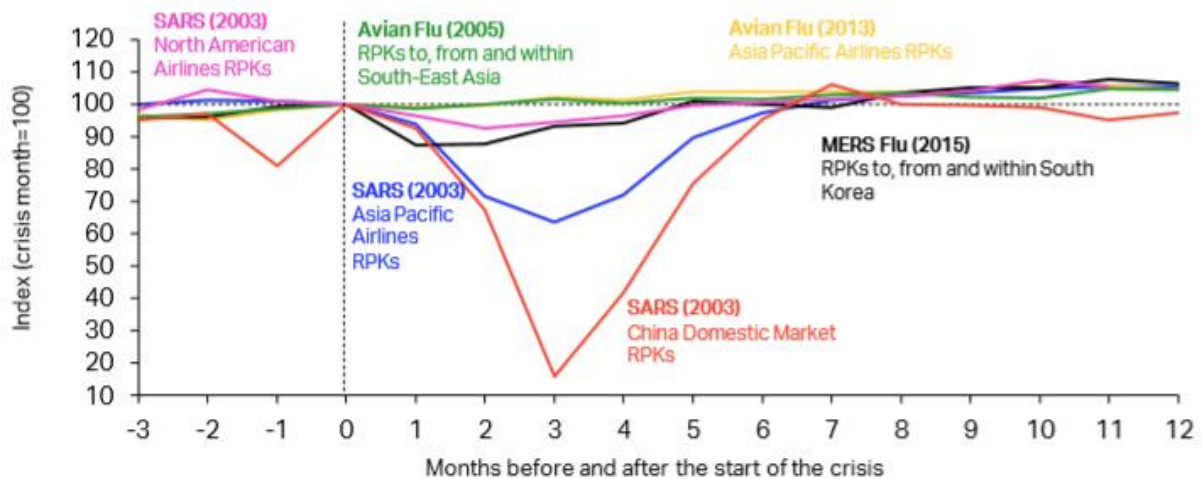
### Gráfico 10.26 Previsión de Evolución de la Economía Española (2020)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de imf.org (2020)

Por último, en lo que se refiere al impacto de la pandemia del nuevo coronavirus **COVID-19**, como bien explica IATA en su *COVID-19 Impact Assessment* (2020), así como numerosos organismos sanitarios oficiales, y tomando como referencia otros brotes como el SARS, el impacto de los brotes de enfermedades alcanza su punto máximo entre 1 y 3 meses después de su aparición, recuperándose los niveles previos al brote entre 6 y 7 meses después, como se puede observar en el siguiente gráfico:

**Gráfico 10.27 Impacto de Pasados Brotes de Enfermedades en la Aviación (2020)**



Fuente: [iata.org/economics](http://iata.org/economics) (2020)

Esta evaluación realizada por el organismo internacional plantea dos posibles escenarios:

- Propagación limitada:** en el cual se prevé que el número de pasajeros tanto en España, como en toda Europa (exceptuando Italia, Alemania y Francia) se vea reducido en un 7% durante los próximos meses.
- Propagación extensa:** en el cual se prevé que el número de pasajeros tanto en España, como en la mayoría de los Países de Europa se vea reducido en un 24% durante los próximos meses.

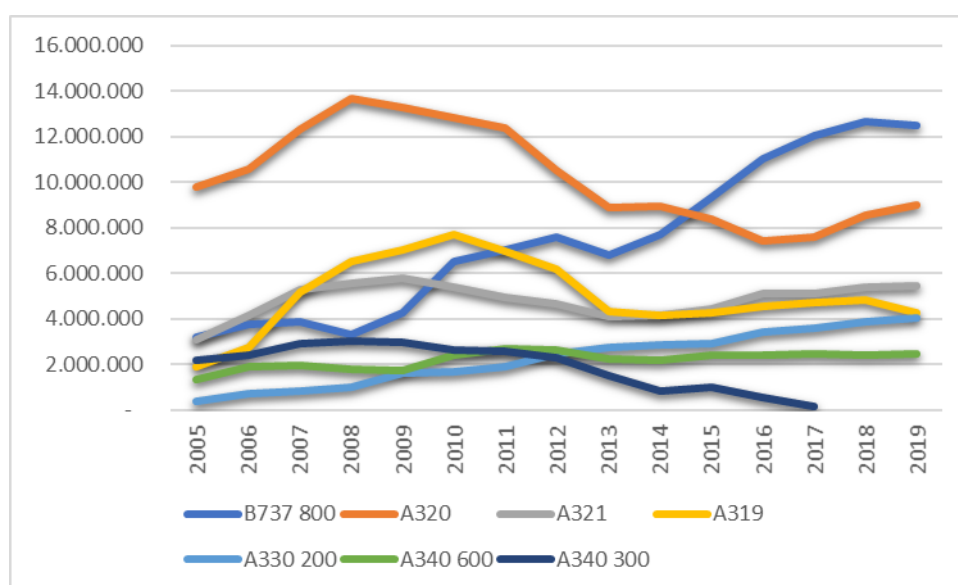
Teniendo en cuenta la situación que actual que se está viviendo en España y en los países de su alrededor, se optará por seleccionar para la investigación el escenario de **propagación extensa**. De esta forma, se tomará como referencia de **punto máximo** en España el mes de **abril de 2020**, donde el número de pasajeros se reducirá hasta en un 24%, y **se recuperará** a niveles anteriores de la pandemia en los meses de **noviembre y diciembre de 2020**. Si bien es verdad que el impacto de esta pandemia será significativo durante todo el año, en línea con las consideraciones expuestas en el **Anexo 9 – “COVID-19. Impacto y Recuperación”**, a finales del 2020 se habrán recuperado los niveles de tráfico anteriores a esta “crisis”, y por lo tanto, no tendrá un efecto extremadamente significativo a largo plazo. En definitiva, pese a que el tráfico aéreo continuará creciendo durante los próximos años, lo hará más lentamente, contenido por la desaceleración económica y, en el año 2020, por el COVID-19.

### 10.7 Evolución del total de pasajeros por tipo de avión, compañía y país de origen

Partiendo de los datos presentados en el **Anexo 10 – Total de pasajeros por tipo de avión, compañía y país de origen**, se procederá a realizar un breve análisis de los principales países de origen de los que proceden los pasajeros, en qué tipo de avión llegan y la compañía que seleccionan para el viaje.

En primer lugar, por lo que respecta al **tipo de avión**, como se refleja en el siguiente gráfico, gran parte de los pasajeros que llegan al aeropuerto lo hacen en aviones de **capacidad media**, como son el Boeing B737 o el Airbus A320. No obstante, aunque de forma mucho menos significativa, también predominan aeronaves de gran capacidad como son el Airbus A340 600.

**Gráfico 10.28 Total de Pasajeros por Tipo de Avión**

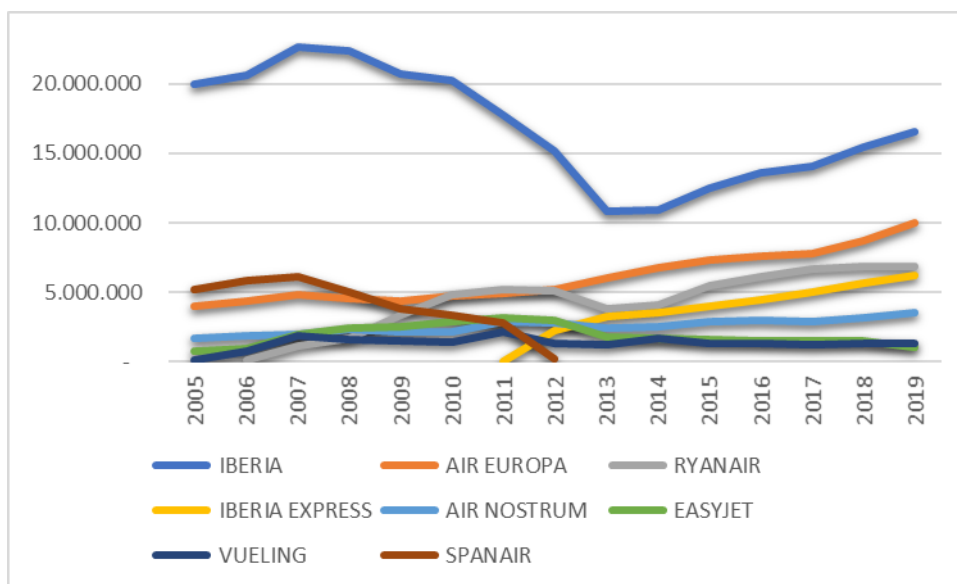


Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (2020)

Por otro lado, en lo que se refiere a las principales **compañías**, la línea aérea más relevante del aeropuerto es **Iberia**, casi doblando en pasajeros transportados a **Air Europa**, que ocupa el segundo puesto. Durante los últimos años Iberia ha reducido el número de pasajeros transportados, cedidos probablemente a compañías del grupo o filiales como Iberia Express, Air Nostrum o Vueling.

Además, conviene destacar que la gran mayoría de operadores relevantes del aeropuerto ofrecen vuelos nacionales o regionales y, en menor magnitud, internacionales. De esta forma, se puede concluir que se tratarán principalmente vuelos de **medio radio**.

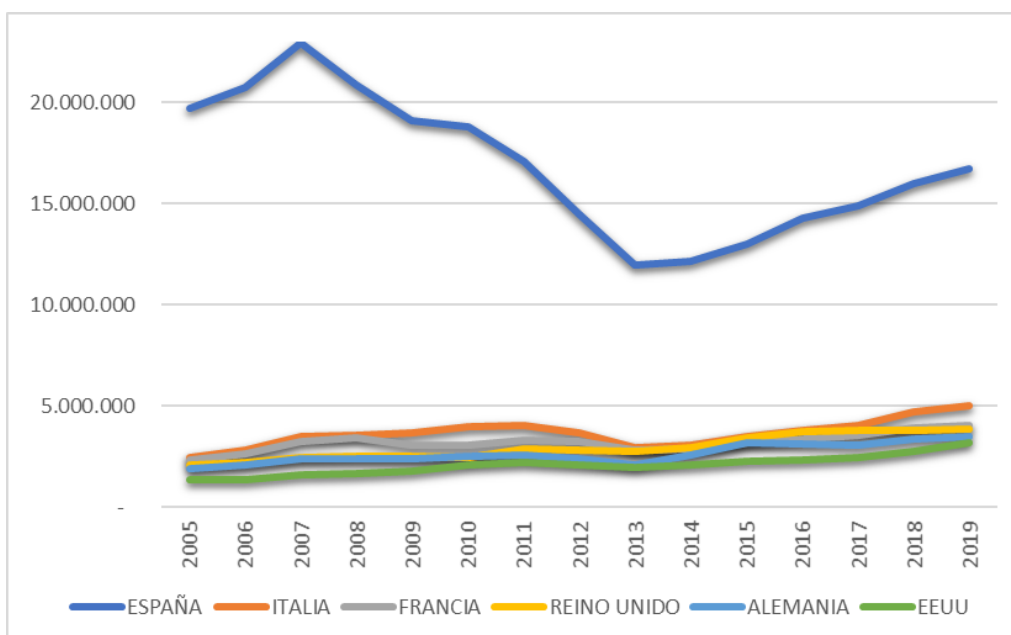
**Gráfico 10.29 Total de Pasajeros por Compañía**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (2020)

Por último, los cinco principales países de origen de los pasajeros del aeropuerto son europeos seguidos por, en sexto lugar, Estados Unidos. Como se puede observar en el siguiente gráfico, España destaca significativamente como país principal de origen, triplicando a Italia, que ocupa el segundo lugar. Asimismo, es importante destacar que, mientras que el número de pasajeros del resto de países de origen permanece estable o crece lentamente, el número de pasajeros que llegan a España crece de forma significativa.

**Gráfico 10.30 Total de Pasajeros por País de Origen**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (2020)

Para poder realizar un análisis completo del impacto de las tres variables en el aeropuerto se debe tener en consideración la información reflejada en el **Anexo 11 – Serie histórica y previsiones del total de pasajeros, operaciones y ocupación de aeronaves.**

Durante los últimos 6 años, tanto el número de pasajeros y operaciones como la ocupación de las aeronaves no han parado de crecer. Al no ser ilimitada la capacidad de las instalaciones, ni existir una sobrecapacidad excesiva en las mismas, este crecimiento debe buscar formas de adaptarse a las infraestructuras, y la tendencia no indica lo contrario. Mientras que el número de pasajeros ha crecido a una media del 8% anual, el número de operaciones y la ocupación de aeronaves lo han hecho a un 4% y 3% respectivamente (Aena, 2020).

En definitiva, se pueden obtener las siguientes previsiones:

- a) Se consolidará el predominio de aeronaves de **capacidad media**, no obstante, la capacidad de los mismos aumentará. Se estabilizará el número de aeronaves cuya capacidad ronda los 180 pasajeros como son el B737 (Boeing, 2015) y el A320 (Iberia, 2017), mientras que el aumento de capacidad se realizará a través de la progresiva sustitución de los A319 (141 pasajeros, Iberia 2018) por aeronaves con capacidad para los 200 – 300 pasajeros como son el A321 o el A330-200 (Iberia, 2018).
- b) Se mantendrá la hegemonía de **operadores europeos** motivado por el fortalecimiento de las aerolíneas de bajo precio, cuyos tiempos de estacionamiento es inferior.
- c) Se continuará con el dominio del **corto – medio radio** de las rutas.

### 10.8 Previsión definitiva

Teniendo en consideración todos los datos mencionados anteriormente, se considera necesario realizar una última revisión a la prognosis realizada por el investigador. De esta forma, y aunque en un principio se había decidido establecer el crecimiento del número de pasajeros en el 3,5% anual, se procederá a **reducir** de nuevo la **previsión de crecimiento del 4%** obtenido a priori al **3%**.

Siendo las principales razones de esta última revisión las tendencias globales de desaceleración económica, lastradas o adelantadas por situaciones excepcionales como el COVID-19. De esta forma, se prevén 71 millones de pasajeros en 2024 y 76 millones en 2026.

**Tabla 10.31 Previsión Definitiva de Pasajeros del Aeropuerto AS Madrid – Barajas (2024-2026)**

Año	2019	2024	2026
Pasajeros	61.734.037	71.566.669	75.925.079

Fuente: elaboración propia

## 11. Resultados

Por lo que respecta a la previsión del número de pasajeros, se ha considerado que el ajuste parabólico es el más adecuado, teniendo en cuenta la serie histórica de datos de los últimos quince años, el cual pronostica un crecimiento del 6% anual para los próximos años y un total de 86,7 millones de pasajeros para el año 2026. Con estos resultados la situación del Aeropuerto de AS Madrid – Barajas en 2026 sería insostenible al superarse notablemente su capacidad de 80 millones de pasajeros.

No obstante, como ya se ha mencionado anteriormente, la notable estacionalidad entre la temporada de invierno y la de verano existente en el aeropuerto, provocan que esta primera previsión sea totalmente imprecisa. Por ello, tras desestacionalizar la serie histórica, se modificó la previsión de crecimiento, reduciéndose del 6% anual al 4% y, por lo tanto, pronosticando una demanda total de 81,2 millones de pasajeros en el año 2026.

Si bien es verdad que con estos nuevos datos la potencial sobresaturación del aeropuerto sigue patente, la evolución de las variables socioeconómicas del país, las tendencias del sector y la actual crisis del nuevo coronavirus COVID-19 son claros indicadores de una ralentización aún mayor de este crecimiento. De esta forma, el crecimiento sostenido del total de pasajeros del 8% anual obtenido durante los últimos años se va a ver desacelerado notablemente hasta la cifra del 3% anual lastrado principalmente por la situación económica actual y por la pandemia vivida en 2020, siendo la previsión definitiva para el año 2026 un total de **76 millones de pasajeros**.

En cuanto al número de operaciones, que en el año 2019 se encontraba en 426 mil al año, se espera que estas continúen creciendo durante los próximos años de manera lineal, pero de forma menos acusada que otros años, situándose en el año 2026 en un total de 472 mil, con un crecimiento anual medio del 1,2%.

Por último, en lo relativo al factor de ocupación de las aeronaves, se espera que este también continúe creciendo linealmente, aunque más rápidamente que el número de operaciones, lo que refleja de nuevo la paulatina transición de aeronaves de capacidad media que rondan la capacidad de 100-200 pasajeros hacia aeronaves de mayor capacidad cercanas a los 200-300 pasajeros.

En definitiva, los resultados obtenidos de esta investigación reflejan una situación mejor a la esperada a priori para el aeropuerto de AS Madrid – Barajas, presentando todavía cierto margen de capacidad ociosa para el año 2026.



## 12. Conclusiones, propuestas y sugerencias

Una vez finalizados todos los cálculos y previsiones necesarios, el resultado del análisis realizado en este Trabajo de Fin de Grado lleva a la conclusión de que un nuevo aeropuerto que permita evitar el colapso en Madrid y hacer frente a las operaciones comerciales de los operadores aéreos que demanden volar a Madrid no será necesario hasta el año 2036 y, por lo tanto, no se considera necesario el comienzo del desarrollo de un nuevo aeropuerto en Madrid durante los próximos 6 años.

Para el escenario considerado en esta investigación, previo al surgimiento de la pandemia mundial provocada por el COVID-19, se concluye que el objetivo fijado por el autor de este TFG ha sido alcanzado en su totalidad. No sólo no se prevé una saturación del aeropuerto en los próximos años, sino que además ésta se producirá aún más tarde que lo previsto en esta investigación por la ralentización económica sobrevenida por la pandemia y su gran afección sobre el turismo internacional.

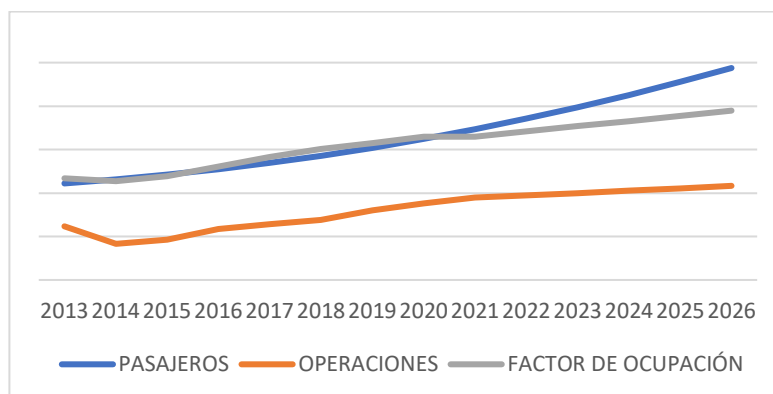
La situación prevista para el aeropuerto de cara al año 2026, en el que finaliza la segunda parte de su Plan Director vigente, es bastante positiva. España tiene un posicionamiento estratégico dentro de Europa, especialmente en las conexiones con Latinoamérica, siendo el país con más tráfico de Europa hacia y desde Latinoamérica. Además, Madrid tiene una posición geográfica privilegiada, al estar en el centro de la Península, pudiéndose establecer rutas cortas con todos los aeropuertos del país. Todo ello, unido a las bajas tasas de escala (más de un 50% inferiores a las de otros aeropuertos como Heathrow o Gatwick, Aena 2020) y a los reducidos costes operativos por pasajeros de Aena (situados en 4,6€ por pasajero, más de cuatro puntos por debajo de la media, Aena 2020) justifica y explica la posición dominante del aeropuerto y apoya aún más la previsión de crecimiento de los próximos años.

El total de pasajeros previstos para el año 2026, que presenta un margen de capacidad superior a los 3 millones de pasajeros, no hace necesaria la construcción de un nuevo aeropuerto en Madrid en los próximos años. Para el año 2026, el aeropuerto contará con capacidad para albergar 80 millones de pasajeros y las cuatro pistas operativas que tiene ofrecen una capacidad total del campo de vuelo de 120 operaciones por hora (DORA, AESA 2017).

Sin embargo, se estima que los 80 millones de pasajeros se sobrepasen entre los años 2028 y 2029, lo que hará que la capacidad prevista se convierta en insuficiente rápidamente, pero ¿hace esto necesario el desarrollo de un nuevo aeropuerto en el medio plazo? ¿pueden las instalaciones actuales hacer frente a una mayor capacidad?

De acuerdo a las líneas de argumentación de este TFG, la inversión en infraestructuras no debe ser la prioridad de un aeropuerto y no es la única solución o medio disponible para lograr un aumento de la capacidad de las instalaciones. Si bien es verdad que el disponer de unas adecuadas infraestructuras es fundamental, contar con las tecnologías y procesos adecuados es igual de importante.

**Gráfico 12.1 Curvas de Crecimiento de Pasajeros, Operaciones y Factor de Ocupación**



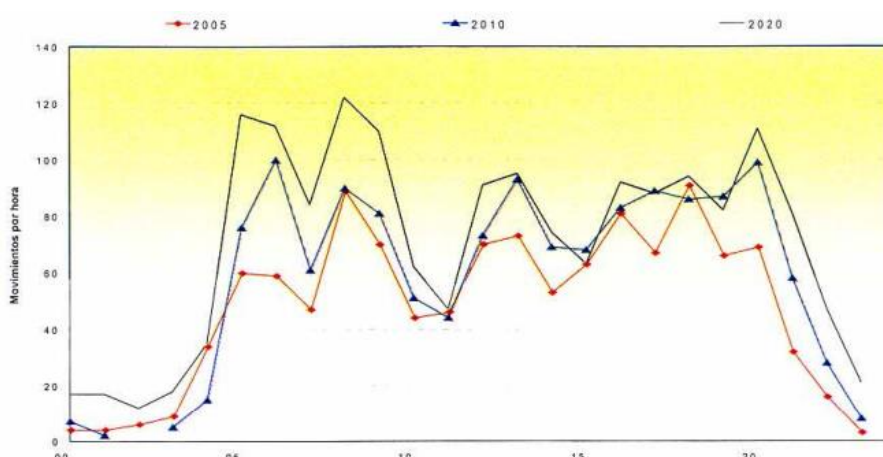
Fuente: elaboración propia

Por lo que respecta al campo de vuelo, como ya se ha mencionado anteriormente, puede albergar un máximo de 120 operaciones la hora, permitiendo picos de demanda puntuales de hasta 130. Observando las tendencias reflejadas en el gráfico anterior, el crecimiento parabólico del número de pasajeros del aeropuerto (3% anual) no va a tener un gran impacto en el crecimiento del número de operaciones (1,2%) al ser absorbido principalmente por el aumento del factor de ocupación de las aeronaves (2%). La actual transición hacia aeronaves de mayor capacidad (A321 o A330) unidas a inversiones en la mejora de las ayudas a la navegación y en modificaciones de las plataformas, que optimizarán las operaciones desde y hacia la terminal, permitirán que el campo de vuelo tenga capacidad suficiente en los próximos años. En cuanto a los edificios terminales, los cinco terminales con los que cuenta hoy en día el aeropuerto son suficientes para poder albergar la demanda prevista. Sin embargo, para poder ir más allá de los 80 millones de pasajeros será necesario contar con la tecnología, el diseño y los procesos adecuados. En este aspecto, el rediseño funcional de las terminales, así como la inversión en la mejora de los cuellos de botella, como pueden ser los filtros de seguridad, será determinante.

Además de estacionalidad entre las temporadas de invierno y verano, como se puede observar en el siguiente gráfico del Plan Director del aeropuerto, el aeropuerto cuenta con una gran estacionalidad horaria. Por ello, otro aspecto clave para sobrepasar los 80 millones de pasajeros de capacidad será tratar de trasladar tráfico desde las horas pico hacia las horas valle a través de tasas más competitivas, por ejemplo.

Estos picos de demanda, producidos a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde, se deben principalmente a la operación hub que desarrollan en el aeropuerto compañías como Iberia y Air Europa, así como a los vuelos regionales destinados a pasajeros de negocios y que deben coincidir con el horario de trabajo. Sin embargo, hay otros operadores, como los de bajo precio y chárter, menos sensibles a las horas de operación, que podrían beneficiarse de tarifas reducidas a cambio de operar en horas valle.

**Gráfico 12.2 Perfil Horario de Operaciones (1999)**



Fuente: Plan Director del aeropuerto Madrid – Barajas (mitma.gob.es, 1999)

En cualquier caso, según se vaya alcanzando el tope de capacidad del aeropuerto, el número de retrasos aumentará, y se deberán emplear los slots libres para que se pueda llevar a cabo el vuelo.

En definitiva, se trabaja sobre la hipótesis de que siempre y cuando se ejecuten todas las inversiones establecidas en el DORA, reflejadas en el **Anexo 12 – DORA: Inversiones previstas**, y se avance en el rediseño y la optimización de los procedimientos, el aeropuerto podría llegar a alcanzar una capacidad total de 100 millones de pasajeros, siendo aspectos fundamentales el aumento progresivo del factor de ocupación de las aeronaves, la movilización de demanda a horas valle y la reducción de los cuellos de botella, en especial los filtros de seguridad. De esta forma, y de acuerdo con el ajuste de curva seleccionado por el autor para esta investigación, no se alcanzarían los 100 millones de pasajeros hasta el año 2036 y, teniendo en cuenta que el tiempo medio transcurrido entre que se toma la decisión de desarrollar un nuevo aeropuerto hasta que este está completamente operativo es de 10 años, se fija como año clave para tomar la decisión el año 2026.

Como conclusión, partiendo de la base de que los 100 millones de pasajeros no se alcanzarán hasta el año 2036, **no se considera necesario el desarrollo de un nuevo aeropuerto en Madrid** en el medio plazo.

Por lo que respecta a las propuestas, si bien es verdad que el objetivo de este Trabajo de Fin de Grado se ha dado por completado, y siguiendo lo expuesto en la introducción, el momento temporal en el que se ha desarrollado la investigación con la inevitable irrupción del COVID-19 al término de la misma, se considera muy recomendable reajustar de nuevo todos los cálculos de previsiones una vez se conozca de forma definitiva el impacto real del mismo sobre el tráfico aéreo para poder calcularlas con una mayor certeza y acierto.

Por último, aunque la desaceleración económica y el COVID-19 van a tener un impacto significativo sobre el crecimiento del número de pasajeros transportados hacia y desde Madrid, es un hecho que España está situada en una posición muy favorable en cuanto a turismo y posición geográfica. Además, las previsiones indican que en los próximos años España se consolidará como uno de los principales focos de turismo de Europa. Como ya se ha mencionado en numerosas ocasiones a lo largo de este TFG, el principal aeropuerto de España, y uno de los que más crece, es el aeropuerto de AS Madrid – Barajas por lo que, aunque en el medio plazo no se considere necesario el desarrollo de un nuevo aeropuerto, es un hecho que el número de pasajeros continuará creciendo y en un futuro más lejano, ante la imposibilidad de tener infraestructuras ilimitadas en Barajas, sea necesaria la búsqueda de soluciones alternativas.

Ante esta realidad, es necesario desarrollar líneas de estudio adicionales que permitan dar una solución eficiente, realista y factible a esta solución en el largo plazo, para lo cual se propondrán algunas de ellas. En primer lugar, y como principal línea de investigación complementaria a este Trabajo, se considera necesario avanzar en el estudio de las características propias y del entorno que debería presentar el futuro nuevo aeropuerto de Madrid como son su emplazamiento, sus instalaciones, sus capacidades y sus procesos, buscando el mayor grado de compatibilidad y coordinación posible con el actual aeropuerto de Madrid. Sin olvidar la imprescindible y necesaria coordinación con los proveedores de servicios de navegación aérea, operadores aéreos y otros medios de transporte de superficie, además de la recomendable coordinación con los gestores aeroportuarios, en caso de no pertenecer a la red de Aena. Otra línea de estudio muy sugerente será el análisis de la complementariedad y capacidad que pueden ofrecer otros aeropuertos o aeródromos circundantes a la Comunidad de Madrid que, siempre que se cuente y se apueste por una adecuada intermodalidad, podrían atraer ciertos nichos del mercado y absorber parte del tráfico que actualmente opera en el Aeropuerto de AS Madrid – Barajas.

Por último, se propone como otra posible línea de estudio la progresiva transición y especialización del aeropuerto de AS Madrid – Barajas en el tráfico aéreo internacional, dando un fuerte apoyo y desarrollo a la operación hub, cuyo interés y atractivo ya han quedado reflejados en el Plan Director 2017-2026 del aeropuerto, de forma que se aumenten considerablemente las operaciones con aeronaves de gran capacidad, permitiendo así aumentar aún más el ratio de pasajeros por operación, dejando la operativa regional y de corto radio a otros medios de transporte terrestres o a otros posibles aeropuertos circundantes.

### 13. Bibliografía

ASHFORD, N.; MARTIN STANTON, H.P.; A. MOORE, C. (1997): *Airport operations*. Editorial McGraw Hill. Nueva York.

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (1996): “**Directiva 97/67/CE** del Consejo de 15 de octubre de 1996 relativa al acceso al mercado de asistencia en tierra en los aeropuertos de la Comunidad”. Diario Oficial de la Comunidad Europea del 25 de octubre de 1996. Bruselas.

DOGANIS, R. (1995): *La empresa aeroportuaria*. Editorial Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea. Madrid.

FIGUERAS, B.; MERINO, A.; DE LA NUEZ, C. (2020). *COVID-19. Salida de esta crisis: lecciones de China y de 2008*. Strategy&. Madrid.

GARCÍA CRUZADO, M (2000): *Ingeniería Aeronáutica*. Editorial Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos. Madrid.

GARCÍA CRUZADO, M (2002): *Planeamiento de aeropuertos*. Editorial Fundación Aena. Madrid.

JEFATURA DEL ESTADO (1996): “**Ley 13/1996**, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social”. BOE núm. 315, de 31/12/1996. Madrid.

JEFATURA DEL ESTADO (1960): “**Ley 48/1960**, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea”. BOE núm. 176, de 23/07/1960. Madrid.

JEFATURA DEL ESTADO (2003): “**Ley 21/003**, de 7 de julio, de Seguridad Aérea. BOE núm. 162, de 08/07/2003. Madrid.

LAGUILLO REVUELTA, A. (2015): *El transporte aéreo europeo y su futuro tras el Brexit*. Editorial Cuadernos Cantabria Europa. Cantabria.

OACI-ICAO (2013): *Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Aeródromos*. Organización de Aviación Civil Internacional. Montreal.

MINISTERIO DE FOMENTO (1998). “**Real Decreto 2591/1998**, de 4 de diciembre, sobre la Ordenación de los Aeropuertos de Interés General y su Zona de Servicio, en ejecución de lo dispuesto por el artículo 166 de la Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social”. BOE núm. 292, de 7 de diciembre de 1998. Madrid.

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009). “**Real Decreto 862/2009**, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado”. BOE núm. 132, de 01/06/2009. Madrid

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO (1981). “**Real Decreto 2858/1981**, de 27 de noviembre, sobre la calificación de aeropuertos civiles”. BOE núm. 290, de 04/12/1981. Madrid.

## **WEBS DE INTERÉS CITADAS**

AECFA (2010). *Clasificación de Aeropuertos*. Recuperado de: <https://www.slotcoordination.es/csee/Satellite/Slots/es/Page/1237545152315/1237544440201/Clasificacion-de-aeropuertos.html>

AECFA (2020). *Normativa*. Recuperado de: <https://www.slotcoordination.es/csee/Satellite/Slots/es/Page/1237544440299//Normativa.html>

AENA (2009). *Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas. Historia*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-madrid-barajas/historia.html>

AENA (2018). *MAD Plan Director 2017-2026*. Recuperado de: <http://www.aena.es/DescargaNotasPrensa/180321-mad-plan-director-2017-2026.pdf>

AENA (2020). *Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas. Presentación*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/aeropuerto-madrid-barajas/presentacion.html>

AENA (2020). *Aena reorganiza las instalaciones de sus aeropuertos para adaptarse a la situación operativa*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/corporativa/aena-reorganiza-instalaciones-aeropuertos-adaptarse---situacion-operativa.html?p=1237548067609>

AENA (2020). *El Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas registra el mejor mes de enero de su historia con más de 4,6 millones de pasajeros*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/corporativa/aeropuerto-adolfo-suarez-madrid-barajas-registra-mejor-mes-enero---de-historia-mas-46-millones-pasajeros.html?p=1237548067609>

AENA (2020). *El Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid – Barajas registra un crecimiento del 6% en febrero con más de 4,3 millones de pasajeros*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/corporativa/aeropuerto-adolfo-suarez-madrid-barajas-registra-crecimiento-6-en-febrero-mas-43-millones-pasajeros.html?p=1237548067609>

AENA (2020). *El tráfico de pasajeros de la red de Aena cae un 59,3% en marzo debido a la crisis del Covid-19*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/corporativa/trafico-pasajeros-red-aena-cae-593-en-marzo-debido---la-crisis-covid-19.html?p=1237548067436>

AENA (2020). *Estadísticas de Tráfico Aéreo*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/corporativa/estadisticas-trafico-aereo.html>

AENA (2020). *Guía de tarifas*. Recuperado de: <http://www.aena.es/es/comercial/guia-tarifas.html>

AENA (2020). *Resultados 2019*. Recuperado de: <http://www.aena.es/csee/Satellite/Accionistas/es/Page/1237572838468/1237568522644/>

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA (2017). *Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA)*. Recuperado de: [https://www.seguridadaerea.gob.es/lang\\_castellano/aeropuertos\\_2/dora.aspx](https://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/aeropuertos_2/dora.aspx)

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA (2017). *Ficha Situación Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid – Barajas*. Recuperado de: [https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4628738/ficha\\_madrid.pdf](https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4628738/ficha_madrid.pdf)

AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA (2019). *AEASA – Aeropuertos*. Recuperado de: [https://www.seguridadaerea.gob.es/lang\\_castellano/aeropuertos\\_2/default.aspx](https://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/aeropuertos_2/default.aspx)

AIRBUS (2018). *Global Market Forecast 2019-2038*. Recuperado de: <http://gmf.airbus.com/>

AIRPORTS COUNCIL INTERNATIONAL (2019). *Airports Statistics and Data Centre*. Recuperado de: <https://aci.aero/Data-Centre/>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS TECNOLÓGICAS DE DEFENSA, AERONÁUTICA Y ESPACIO (2017). *La Aeronáutica Española. Una Apuesta de Futuro*. Recuperado de: [https://www.tedae.org/uploads/files/1499861551\\_retos-aeronautica-pdf.pdf](https://www.tedae.org/uploads/files/1499861551_retos-aeronautica-pdf.pdf)

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DEL TRANSPORTE AÉREO (2018). *IATA pronostica 8.200 millones de pasajeros aéreos en 2037 (Comunicado No: 62)*. Ginebra. Recuperado de: <https://www.iata.org/contentassets/db9e20ee48174906aba13acb6ed35e19/2018-10-24-02-sp.pdf>

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DEL TRANSPORTE AÉREO (2020). *COVID-19 Updated impact\* assessment of the novel Coronavirus*. Recuperado de: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/coronavirus-updated-impact-assessment/>

BOEING (2018). *Commercial Market Outlook*. Recuperado de: <https://www.boeing.com/commercial/market/commercial-market-outlook/>

BOEING ESPAÑA (2015). *737 Next-Generation*. Recuperado de: <https://www.boeing.es/productos-y-servicios/commercial-airplanes/737ng.page>

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (2011). *Sistemas aeroportuarios, servicio público e iniciativa privada*. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6356/1/S1100093\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6356/1/S1100093_es.pdf)

ENAIRES (2020). *AIP España – Servicio de Información Aeronáutica*. Recuperado de: <https://ais.enaire.es/aip/>

ENCICLOPEDIA ECONÓMICA (2018). *Sector terciario. ¿Qué es?, características, importancia y ejemplos*. Recuperado de: <https://enciclopediaeconomica.com/sector-terciario/>

EUROCONTROL (2020). *Supporting European Aviation*. Recuperado de: <https://www.eurocontrol.int/>



EUROSTAT (2019). *Database*. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/data-base>

FONDO MONETARIO INTERNACIONAL (2020). *IMF Data Mapper*. Recuperado de: <https://www.imf.org/external/datamapper/profile/ESP/WEO>

IBERIA (2016). *Iberia Express incorpora su segundo avión Airbus A321 a su flota La aerolínea*. Recuperado de: <https://www.iberiaexpress.com/informacion-general/iberia-express/prensa/2016-05-12>

IBERIA (2017). *Detalle Aviones Históricos. Airbus A340-300*. Recuperado de: <https://www.iberia.com/es/flota/iberia/A340-300/>

IBERIA (2017). *Detalle Aviones Iberia Express. Airbus A320*. Recuperado de: <https://www.iberia.com/es/flota/iberia-express/A320/>

IBERIA (2017). *Detalle Flota Iberia. Airbus A340-600*. Recuperado de: <https://www.iberia.com/es/flota/iberia/A340-600/>

IBERIA (2018). *Detalle Flota Iberia. Airbus A319*. Recuperado de: <https://www.iberia.com/es/flota/iberia/A319/>

IBERIA (2018). *Detalle Flota Iberia. Airbus A330-200*. Recuperado de: <https://www.iberia.com/es/flota/iberia/A330-200/>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2018). *Cuenta Satélite del Turismo en España (CSTE)*. Recuperado de: [https://www.ine.es/prensa/cst\\_2017.pdf](https://www.ine.es/prensa/cst_2017.pdf)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2018). *España en cifras 2018*. Recuperado de: [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=4f7e7b429c56ccbc4bf56b3e93ebc47b)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2019). *Encuesta de Gasto Turístico*. Recuperado de: <https://www.ine.es/daco/daco42/egatur/egatur1218.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2019). *Estadística de Movimientos Turísticos en Fronteras (FRONTUR)*. Recuperado de: <https://www.ine.es/daco/daco42/frontur/frontur1218.pdf>

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. *Portal de Educación*. Recuperado de: <http://www.educa.jcyl.es/>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA (2017). *Sector Aeronáutico*. Recuperado de: [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362821\\_recurso.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-362821_recurso.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (2019). *Aviación Civil*. Recuperado de: <http://www.fomento.gob.es/BE/?nivel=2&orden=03000000>

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (1999). *Plan Director del aeropuerto de Madrid – Barajas*. Recuperado de: <https://www.fomento.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/plan-director-del-aeropuerto-de-madrid-barajas>

NACIONES UNIDAS (2019). *Población*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (2019). *Glosario de Términos de Turismo*. Recuperado de: <https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos>

PREFERENTE (2020). *La Reactivación Total del Turismo Internacional Empezará en diciembre*. Recuperado de: <https://www.preferente.com/noticias-turismo-internacional/la-reactivacion-total-del-turismo-internacional-empezara-en-diciembre-298910.html>

# 14. Anexos

## Anexo 1. Presentación del Aeropuerto AS Madrid – Barajas (Aena)



### AS Madrid-Barajas



## Contents

### Highlights

#### AS Madrid-Barajas Airport

- Traffic statistics
- Route maps
- New routes and new airlines
- Passenger profile
- Operational data
- Infrastructures & facilities
- Quality, environment & awards

#### Incentives & marketing support

## AS Madrid-Barajas



## Highlights 2018

## AS Madrid-Barajas



Pax

**57.9M**

% Var. previous year

**8,4 %**



Ops

**409,8K**

% Var. previous year

**5,7 %**



Cargo

**518.9M**

% Var. previous year

**9,9 %**

Source:

Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

## Highlights 2018

AS Madrid-Barajas



Avg. pax / week  
**1,1M**

Avg. ops / week  
**7.881**

**74**  
Destinations  
**218**

**81**  
Airlines

Low cost  
13 Airlines **32%**

**406**  
Routes

Domestic  
67  
International  
339

**Pax profile**

26% business  
- Residence -  
28% MAD apt. province  
29% rest of Spain  
43% foreign

**Info**

H24 airport  
Runway cap.  
Ops. dep: 48  
Ops. arr: 52  
Total ops: 100

Sources:

\* + 5,000 pax/year; Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

Aena survey

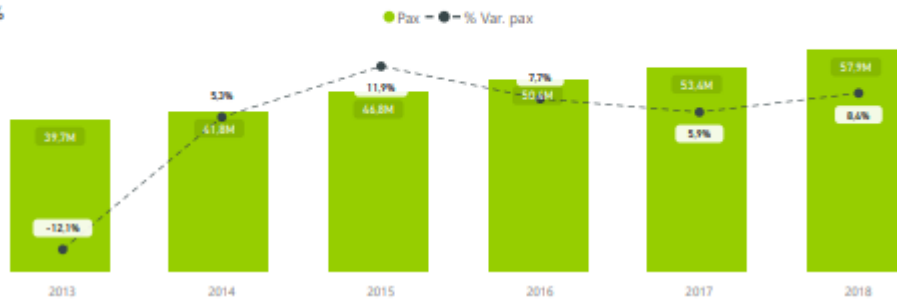
## Traffic statistics 2018

AS Madrid-Barajas

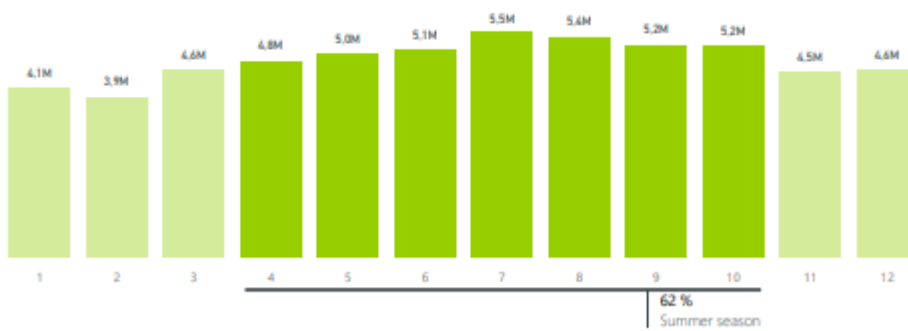


### Annual traffic evolution

**8,5 %**  
CAGR



### Monthly traffic evolution



Source:

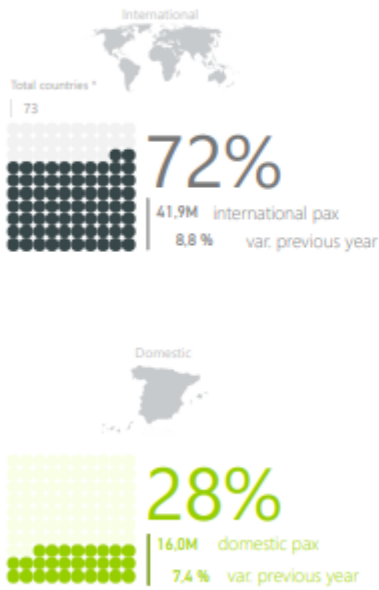
Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

# Traffic statistics 2018

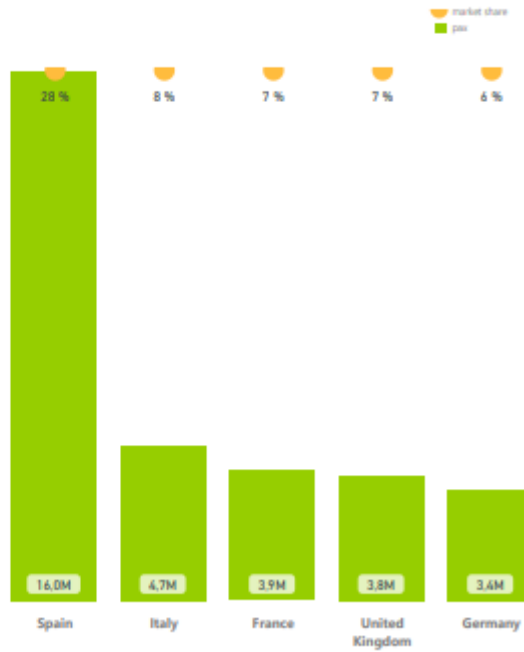
## AS Madrid-Barajas



### Traffic distribution



### Main countries \*



Source: \* - 5,000 pax/year. Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

# Traffic statistics 2018

## AS Madrid-Barajas



### Main destinations \*



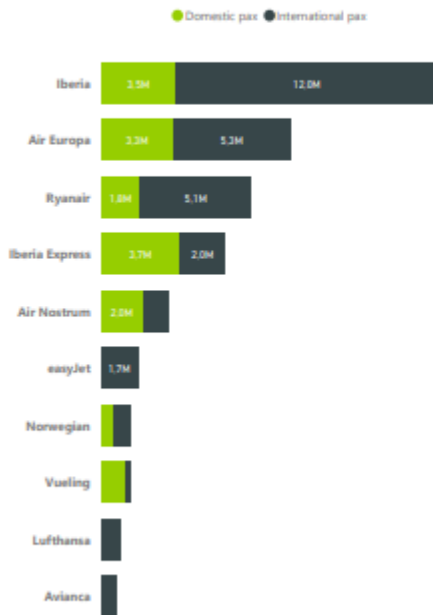
Source: \* - 5,000 pax/year. Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

# Traffic statistics 2018

AS Madrid-Barajas



## Main airlines \*



Airline	Pax	% Var.	Share	Routes *
Iberia	15.474.276	10 %	27 %	73
Air Europa	8.689.654	12 %	15 %	53
Ryanair	6.896.957	3 %	12 %	55
Iberia Express	5.693.011	14 %	10 %	45
Air Nostrum	3.127.006	7 %	5 %	35
easyJet	1.691.512	-2 %	3 %	12
Norwegian	1.420.507	7 %	2 %	17
Vueling	1.338.342	9 %	2 %	6
Lufthansa	853.801	4 %	1 %	2
Avianca	707.083	21 %	1 %	3

### Airlines

81



### Lowcost



18,3M Pax | 13 Airlines

### Charter

1 %

423K Pax

Source: \* + 5,000 pax/year. Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

# Route map · Domestic · 2018

AS Madrid-Barajas



Pax  
16,0M

Share  
28 %

Destinations  
28

Routes  
67



● Destination  
● New destination

Source: Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)  
Destination: airport pair. Route is destination by airline

Destination: +5,000 pax/year  
New destination: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

## Route map · Europe · 2018

AS Madrid-Barajas



Pax  
27,1M

Share  
47 %

Destinations  
112

Routes  
209

Top countries	Destinations
Italy	21
France	12
United Kingdom	12
Germany	10
Portugal	5

Source:

Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)  
Destination: airport pair. Route is destination by airline



Destinations: +5,000 pax/year

New destinations: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

● Destination  
● New destination

## Route map · Africa · 2018

AS Madrid-Barajas



Pax  
1M

Share  
2,5 %

Destinations  
15

Routes  
24

Top countries	Destinations
Morocco	5
Algeria	2
Egypt	1
Senegal	1
South Africa	1

Source:

Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)  
Destination: airport pair. Route is destination by airline



● Destination  
● New destination

Destination: +5,000 pax/year

New destination: +5,000 pax and -1,000 pax previous year



## Route map · M.E & Asia · 2018

AS Madrid-Barajas



Pax  
2M

Share  
4,2 %

Destinations  
17

Routes  
21

Top countries	Destinations
China	5
United Arab Emirates	2
Hong Kong	1
Israel	1
Qatar	1

Source:

Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)  
Destination: airport pair. Route is destination by airline



● Destination  
● New destination

Destination: +5,000 pax/year

New destination: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

## Route map · America · 2018

AS Madrid-Barajas



Pax  
11,0M

Share  
19 %

Destinations  
46

Routes  
85

Top countries	Destinations
U.S.A	12
Brazil	4
Colombia	3
Argentina	2
Mexico	2

Source:

Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)  
Destination: airport pair. Route is destination by airline



**North America**  
2,901 K pax  
5% share  
14 destinations  
21 routes

**Latin America**  
8,107 K pax  
14% share  
32 destinations  
64 routes

● Destination  
● New destination

Destination: +5,000 pax/year

New destination: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

## New routes and airlines

AS Madrid-Barajas



### New Routes

AirEuropa	VENECIA / DUSSELDORF / QUITO / TERCEIRA	TRAVEL	TEL AVIV
AIR NOSTRUM	CASABLANCA / ARGEL / ORÁN / BRUSELAS	IBERIA	OPORTO / SAN FRANCISCO / TRONDHEIM
Alitalia	MILÁN	IBERIA EXPRESS	TRONDHEIM / MIKONOS / PALERMO
HAINAN AIRLINES	SHENZHEN	Laudamotion	VIENA
Estelar	CARACAS	MEA	BEIRUT
evelop!	SAMANÁ	norwegian	LOS ÁNGELES / NUEVA YORK / BERGEN
easyJet	BERLÍN	PLUSULTRA	CARACAS
		VOLOTEA	GÉNOVA / CERDEÑA

Source:  
Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

New route and airline: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

## New routes and airlines

AS Madrid-Barajas



### New Airlines 2018



### New Airlines 2019

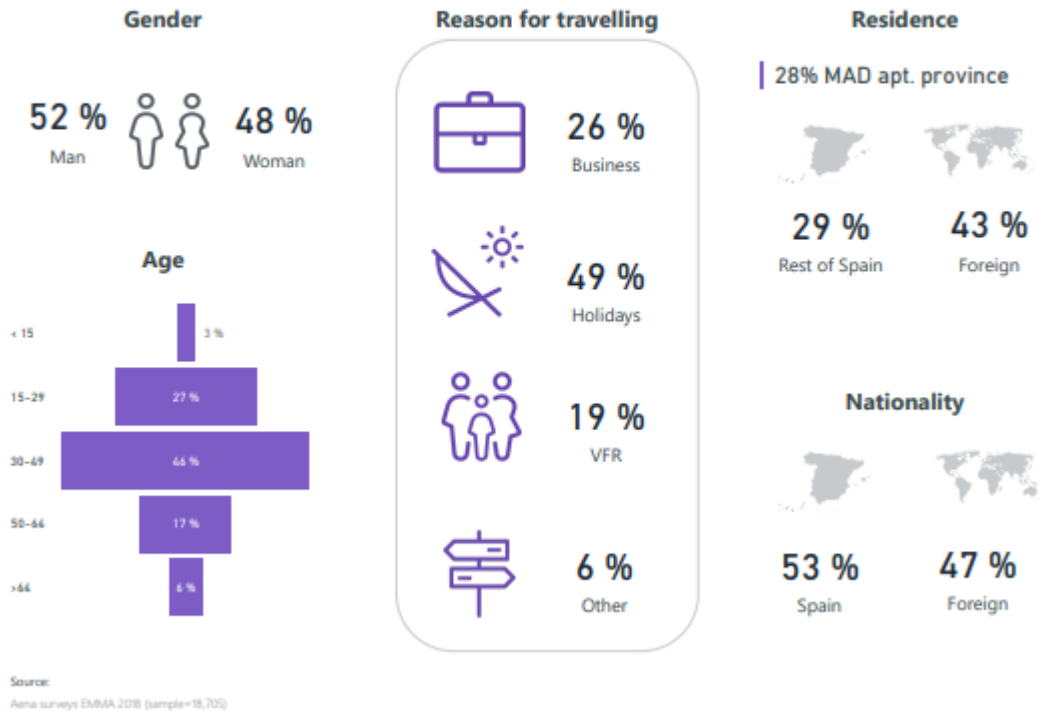


Source:  
Aena. Provisional non-audited data 2018 (round trip)

New route and airline: +5,000 pax and -1,000 pax previous year

## Passenger profile

AS Madrid-Barajas



## Operational data

AS Madrid-Barajas



Capacity 70 M passenger

### Summer 19

	Arrivals	Departures	Total	
Runway capacity	00:00 - 03:59	20	20	38
	04:00 - 04:59	19	29	
	05:00 - 20:59	48	52	
	21:00 - 21:59	28	22	
	22:00 - 23:59	20	20	38



- ⇒ Code OACI: LEMD
- ⇒ Code IATA: MAD
- ⇒ Altitude (reference point): 609 m.
- ⇒ Reference temperature: 34°C.
- ⇒ Service timetable (UTC): H-24
- ⇒ ICAO category: 4F
- ⇒ Fire category: 10

- ⇒ Total surface: 4,000 ha
- ⇒ Terminal buildings area: 940,000 m<sup>2</sup>
- ⇒ T1, T2, T3, T4, T4S and BA&GA terminal
- ⇒ Apron: 3,000,000 m<sup>2</sup>
- ⇒ Aircraft parking stands: 340
- ⇒ Boarding jetways: 121

#### Runways:

- ⇒ 18L/36R (3,500x60 m.)
- ⇒ 18R/36L (4,179x60 m.)
- ⇒ 14L/32R (3,500x60 m.)
- ⇒ 14R/32L (3,988x60 m.)

## Infrastructures & facilities

AS Madrid-Barajas



## Quality, environment & awards

AS Madrid-Barajas



The airport is focused on having the best image possible. AS Madrid-Barajas airport has implemented an **Integrated Quality and Environmental Management System**, certified according to **ISO 9001, ISO 14001 and ISO 50001** standards.



**SKYTRAX**  
World Airport Awards

• **Best airport in Southern Europe** at the Skytrax World Airport Awards 2015, 2017.

- In 2018, the **Avion Revue International** magazine awards Excellence Prize in the category of airports to Adolfo Suárez Madrid-Barajas for its continued growth.
- In 2018, the airport receives the **'Madrid Excelente for the Customers Trust'** prize, awarded by the Madrid for Excellence Foundation, an entity dependent on the Community of Madrid.
- The online travel agency **eDreams** has placed the airport among the ten best in the world in its study **"Best airports 2018"**. The people surveyed considered the airport as the third best in the world in terms of its food and drinks establishments.
- **Best airport of Europe** in the "over 25 million passenger" category at the **XIII ACI Europe Awards** in 2017.
- **Highly Commended Airport** in the "over 25 million passenger" category at the **XI ACI Europe Best Airport Awards**.
- AS Madrid-Barajas Airport has **Level-2** certification under **ACI Europe's Airport Carbon Accreditation Programme for its reduced carbon footprint**.
- **Spanish registry of carbon footprint, offsetting and CO2 removal.**



## Quality, environment & awards

AS Madrid-Barajas



- In 2016, Anna.aero recognizes the Adolfo Suárez Madrid-Barajas Airport as the European airport with the **largest number of long haul routes opened in 2015**.
- In 2015, Recognition of the Madrid City Council to the airport for the **contribution to the international reputation of the City of Madrid as a tourist destination**.
- **EFQM+500** Excellence Award 2015.
- Recognized with the **Award for Excellence in Safety in the Community of Madrid** (Transport Section) which is awarded each year by the radio program 'Protegidos' on the radio station Cope Madrid Sur in 2015.
- **International Airport of the Year award** in the 'Large Airport' category (for airports with over 25 million passengers) by the aeronautical consultancy firm **CAPA-Centre for Aviation in 2014**.
- **'Gold Fast Travel Award'** from the International Air Transport Association (IATA) in 2012.
- Madrid airport was **certified by the Spanish Aviation Agency (AESA), according to EU 139/2014 regulation**.



Yearly **quality surveys** for airlines and passengers are carried out in order to monitor their perception of the airport services.

## Incentives & marketing support

AS Madrid-Barajas



### Incentives and discounts



Bussiness opportunities

A very diverse programme of rate incentives for airlines



### Marketing Support



Marketing

Marketing campaigns to promote new routes



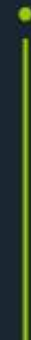
Anexo 2. Plan Inmobiliario Aeropuerto AS Madrid – Barajas (Aena).

**PLAN INMOBILIARIO**

**AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS**



Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas  
Un aeropuerto de referencia



## Puerta a Latinoamérica



## En situación inmejorable para ser el hub principal entre Asia y Latinoamérica



**25% asientos**

Entre Latam y Asia

**+ 77,1%**  
**Asia**

Conectividad aeroportuaria  
respecto a 2016

**611.000 habitantes**

Latinoamericanos residiendo en la ciudad de Madrid



Líder en el transporte  
de carga aérea

**470 mil Tm**

Mercancías

+13,1%

**92 empresas**

Centro de carga aérea







Comprometido con la sostenibilidad, la innovación y el medio ambiente

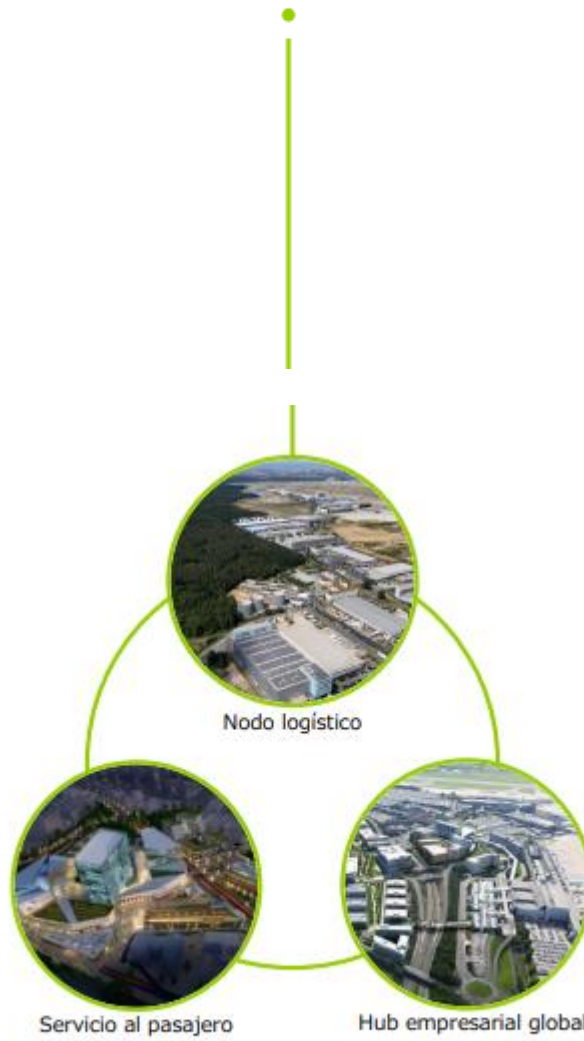




## Puerta a la conectividad y economía global



Sustentada en tres ejes de desarrollo



**Sostenibilidad e Innovación como criterios de diseño**

## Visión general de los terrenos

920 ha  
Suelo comercializable

562 ha  
Suelo bruto desarrollado

2,7 mill. m<sup>2</sup>  
Edificabilidad

140 ha  
Espacios verdes

2.997 mill. €  
Inversión



## Propuesta de usos



Actividades aeronáuticas



 <b>5 hangares ya operando</b> 6 Ha parcelas / 52.000 m <sup>2</sup>	 <b>9 ha</b> Parcelas netas Nuevos desarrollos.	 <b>74.000 m<sup>2</sup></b> Edificabilidad	 <b>99 Mill. €</b> INVERSIÓN
---	---	---	---

Asegurando que el aeropuerto se mantiene como centro de referencia en mantenimiento de aeronaves

Actividades aeronáuticas



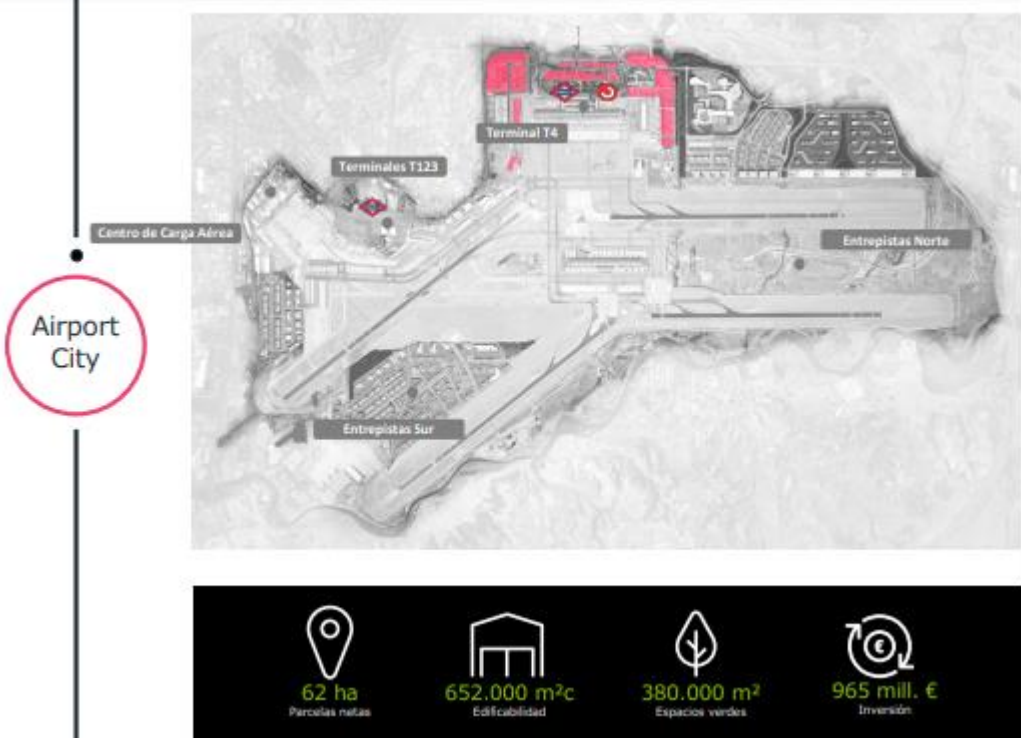
Polo logístico



Desarrollo del mayor polo logístico de España, con acceso directo a los principales ejes de comunicación

Polo logístico





Convirtiendo el aeropuerto en el principal hub global para el desarrollo empresarial





Diseño urbanístico innovador y sostenible

Airport City



Centro de ocio y comercial



 57 ha Parcelas netas	 341.000 m <sup>2</sup> c Edificabilidad	 298.000 m <sup>2</sup> Espacios verdes	 681 mill. € Inversión
--	---	---	---

Una oferta de ocio y servicios que constituirá un polo de atracción para Madrid y su aeropuerto

Centro de ocio y comercial



## Diseño sostenible e innovador





### **Anexo 3. Ficha situación Aeropuerto de AS Madrid – Barajas. Estado del certificado (AESA)**

Como bien se menciona en la *Ficha Situación Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas* de AESA, con la resolución de fecha 17/03/2017, el aeropuerto dispone del certificado de aeródromo ES-008, otorgado por AESA.

Este certificado permite la realización de operaciones diurnas y nocturnas y abarca las operaciones con reglas de vuelo instrumental (IFR) para todas las pistas. Si bien es verdad que en el aeropuerto pueden operar la gran mayoría de aeronaves, la aeronave An-224 no forma parte de los términos del certificado y no se llevan a cabo operaciones de helicópteros.

El aeropuerto cuenta con cuatro pistas, cuyas cabeceras solamente estarán disponibles para realizar despegues o aterrizajes según su orientación. Todas ellas son aptas para realizar operaciones con un rango visual en pista inferior a los 400 metros y para realizar aproximaciones de precisión de Categoría III.

En cuanto al control normativo, durante los últimos 5 años, AESA ha realizado un total de 48 inspecciones para verificar el cumplimiento de la normativa aplicable al aeropuerto, las cuales se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- a) **SDP:** Servicio de dirección de las aeronaves durante su rodaje en plataforma.
- b) **HAND:** Servicio de Handling.
- c) **SLO:** Vigilancia y control de obstáculos dentro y fuera del recinto aeroportuario.
- d) **GEN/VIG:** Inspección general al aeropuerto que se realiza periódicamente en un proceso de vigilancia continuada.
- e) **MMP:** Manipulación de mercancías peligrosas.
- f) **GP:** Gestión de plataforma aeroportuaría.
- g) **SEI:** Servicio de extinción de incendios.
- h) **FAU:** Gestión del peligro de la fauna dentro y fuera de las inmediaciones del aeropuerto.
- i) **LVP/CMA:** Operaciones en condiciones meteorológicas adversas, incluyendo visibilidad reducida (LVP).
- j) **COMB:** Inspección de agentes de asistencia en tierra del grupo 7 y de la inspección del gestor aeroportuario en materia de coordinación con ellos.

#### **Anexo 4. Plan Director AS Madrid – Barajas 2017 – 2026**

- Extracto de la Nota de Prensa de Aena publicada el 21 de marzo de 2018

#### **Aena invertirá 1.571 M€ en el Plan Director del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas 2017-2026, que aumentará su capacidad hasta los 80 millones de pasajeros**

El ministro de Fomento, Iñigo de la Serna, ha presentado esta mañana el Plan Director del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas 2017-2026, que contempla todas las actuaciones e inversiones previstas para los próximos 10 años y que supone una inversión total estimada de 1.571 millones de euros para el periodo.

Todas estas actuaciones suponen una inversión total estimada de 1.571 millones de euros para el período 2017-2026, de los cuales 530 millones corresponden al primer período en los años 2017-2021 y el resto, 1.041 millones, al segundo período, de 2022 a 2026.

En virtud de este plan se adaptarán las infraestructuras a la demanda de tráfico esperada, de manera que se garantice el aumento de capacidad de las instalaciones para atender hasta 80 millones de pasajeros, y también al nuevo perfil del pasajero y al incremento de aeronaves de gran tamaño.

El Plan Director se estructurará en base a 5 objetivos principales:

- Adaptar las infraestructuras a la demanda de tráfico prevista con el fin de no limitar el desarrollo del aeropuerto.
- Garantizar unos elevados niveles de conectividad para mantener una posición de liderazgo como destino turístico.
- Modernizar y potenciar la calidad de las infraestructuras, mejorando además la experiencia del pasajero y la calidad percibida por las aerolíneas.
- Fomentar la intermodalidad, mejorando el acceso en transporte público.
- Lograr un equilibrio entre el desarrollo de la actividad y el respeto al entorno.

Teniendo en cuenta estos objetivos, y como ha señalado De la Serna, el Plan 2017-2026 incluye una ampliación para el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas hasta dotarlo de una capacidad para atender a 80 millones de pasajeros. Es importante destacar que el volumen de tráfico de pasajeros ha subido en los últimos 10 años hasta los 53,4 millones a cierre de 2017 y que la tipología del pasajero, así como el tamaño de la flota del aeropuerto, han variado también considerablemente.

**Anexo 5. Prognosis lineal mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.**

**Tabla 14.1 Ajuste Lineal Mensual**

AÑO	MES	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
2005	ENERO	0	2.884.617	-	0
	FEBRERO	1	2.893.467	2.893.467	1
	MARZO	2	3.486.842	6.973.684	4
	ABRIL	3	3.373.894	10.121.682	9
	MAYO	4	3.567.937	14.271.748	16
	JUNIO	5	3.611.572	18.057.860	25
	JULIO	6	4.095.634	24.573.804	36
	AGOSTO	7	4.049.233	28.344.631	49
	SEPTIEMBRE	8	3.869.432	30.955.456	64
	OCTUBRE	9	3.774.460	33.970.140	81
	NOVIEMBRE	10	3.316.639	33.166.390	100
	DICIEMBRE	11	3.223.057	35.453.627	121
2006	ENERO	12	3.144.206	37.730.472	144
	FEBRERO	13	3.107.521	40.397.773	169
	MARZO	14	3.597.769	50.368.766	196
	ABRIL	15	3.893.679	58.405.185	225
	MAYO	16	3.879.037	62.064.592	256
	JUNIO	17	3.969.165	67.475.805	289
	JULIO	18	4.272.071	76.897.278	324
	AGOSTO	19	4.279.750	81.315.250	361
	SEPTIEMBRE	20	4.142.800	82.856.000	400
	OCTUBRE	21	4.127.545	86.678.445	441
	NOVIEMBRE	22	3.704.258	81.493.676	484
	DICIEMBRE	23	3.682.182	84.690.186	529
2007	ENERO	24	3.499.813	83.995.512	576
	FEBRERO	25	3.543.208	88.580.200	625
	MARZO	26	4.280.314	111.288.164	676
	ABRIL	27	4.343.095	117.263.565	729
	MAYO	28	4.337.715	121.456.020	784

2008	JUNIO	29	4.516.591	130.981.139	841
	JULIO	30	5.038.882	151.166.460	900
	AGOSTO	31	4.895.617	151.764.127	961
	SEPTIEMBRE	32	4.701.209	150.438.688	1024
	OCTUBRE	33	4.700.452	155.114.916	1089
	NOVIEMBRE	34	4.224.793	143.642.962	1156
	DICIEMBRE	35	4.029.098	141.018.430	1225
	ENERO	36	3.847.022	138.492.792	1296
	FEBRERO	37	3.964.966	146.703.742	1369
	MARZO	38	4.552.899	173.010.162	1444
	ABRIL	39	4.335.908	169.100.412	1521
	MAYO	40	4.510.101	180.404.040	1600
2009	JUNIO	41	4.502.271	184.593.111	1681
	JULIO	42	4.903.104	205.930.368	1764
	AGOSTO	43	4.765.735	204.926.605	1849
	SEPTIEMBRE	44	4.240.877	186.598.588	1936
	OCTUBRE	45	4.077.968	183.508.560	2025
	NOVIEMBRE	46	3.590.825	165.177.950	2116
	DICIEMBRE	47	3.554.818	167.076.446	2209
	ENERO	48	3.138.117	150.629.616	2304
	FEBRERO	49	3.300.187	161.709.163	2401
	MARZO	50	3.884.825	194.241.250	2500
	ABRIL	51	4.237.324	216.103.524	2601
	MAYO	52	4.080.284	212.174.768	2704
2010	JUNIO	53	4.269.882	226.303.746	2809
	JULIO	54	4.841.990	261.467.460	2916
	AGOSTO	55	4.726.214	259.941.770	3025
	SEPTIEMBRE	56	4.265.791	238.884.296	3136
	OCTUBRE	57	4.236.214	241.464.198	3249
	NOVIEMBRE	58	3.710.279	215.196.182	3364
	DICIEMBRE	59	3.746.040	221.016.360	3481
	ENERO	60	3.456.709	207.402.540	3600
	FEBRERO	61	3.433.596	209.449.356	3721



2011	MARZO	62	4.123.191	255.637.842	3844
	ABRIL	63	3.964.202	249.744.726	3969
	MAYO	64	4.287.075	274.372.800	4096
	JUNIO	65	4.454.590	289.548.350	4225
	JULIO	66	4.918.246	324.604.236	4356
	AGOSTO	67	4.829.301	323.563.167	4489
	SEPTIEMBRE	68	4.461.380	303.373.840	4624
	OCTUBRE	69	4.464.195	308.029.455	4761
	NOVIEMBRE	70	3.871.315	270.992.050	4900
	DICIEMBRE	71	3.602.313	255.764.223	5041
	ENERO	72	3.570.127	257.049.144	5184
	FEBRERO	73	3.398.325	248.077.725	5329
2012	MARZO	74	4.043.816	299.242.384	5476
	ABRIL	75	4.292.285	321.921.375	5625
	MAYO	76	4.214.275	320.284.900	5776
	JUNIO	77	4.389.187	337.967.399	5929
	JULIO	78	4.898.507	382.083.546	6084
	AGOSTO	79	4.778.252	377.481.908	6241
	SEPTIEMBRE	80	4.515.923	361.273.840	6400
	OCTUBRE	81	4.309.183	349.043.823	6561
	NOVIEMBRE	82	3.634.177	298.002.514	6724
	DICIEMBRE	83	3.627.213	301.058.679	6889
	ENERO	84	3.344.690	280.953.960	7056
	FEBRERO	85	3.150.375	267.781.875	7225
MARZO	86	3.688.423	317.204.378	7396	
ABRIL	87	3.870.521	336.735.327	7569	
MAYO	88	3.965.980	349.006.240	7744	
JUNIO	89	4.158.872	370.139.608	7921	
JULIO	90	4.530.610	407.754.900	8100	
AGOSTO	91	4.305.237	391.776.567	8281	
SEPTIEMBRE	92	4.082.793	375.616.956	8464	
OCTUBRE	93	3.868.912	359.808.816	8649	
NOVIEMBRE	94	3.151.110	296.204.340	8836	

2013	DICIEMBRE	95	3.073.005	291.935.475	9025
	ENERO	96	2.911.200	279.475.200	9216
	FEBRERO	97	2.638.918	255.975.046	9409
	MARZO	98	3.173.963	311.048.374	9604
	ABRIL	99	3.249.035	321.654.465	9801
	MAYO	100	3.407.014	340.701.400	10000
	JUNIO	101	3.538.631	357.401.731	10201
	JULIO	102	3.879.482	395.707.164	10404
	AGOSTO	103	3.801.907	391.596.421	10609
	SEPTIEMBRE	104	3.614.692	375.927.968	10816
	OCTUBRE	105	3.490.406	366.492.630	11025
	NOVIEMBRE	106	2.983.383	316.238.598	11236
2014	DICIEMBRE	107	3.046.987	326.027.609	11449
	ENERO	108	2.869.248	309.878.784	11664
	FEBRERO	109	2.677.736	291.873.224	11881
	MARZO	110	3.224.909	354.739.990	12100
	ABRIL	111	3.491.682	387.576.702	12321
	MAYO	112	3.544.576	396.992.512	12544
	JUNIO	113	3.719.337	420.285.081	12769
	JULIO	114	4.065.925	463.515.450	12996
	AGOSTO	115	3.991.250	458.993.750	13225
	SEPTIEMBRE	116	3.879.090	449.974.440	13456
	OCTUBRE	117	3.764.739	440.474.463	13689
	NOVIEMBRE	118	3.260.436	384.731.448	13924
2015	DICIEMBRE	119	3.344.758	398.026.202	14161
	ENERO	120	3.148.894	377.867.280	14400
	FEBRERO	121	2.997.408	362.686.368	14641
	MARZO	122	3.659.969	446.516.218	14884
	ABRIL	123	3.804.165	467.912.295	15129
	MAYO	124	3.997.868	495.735.632	15376
	JUNIO	125	4.138.318	517.289.750	15625
	JULIO	126	4.595.447	579.026.322	15876
	AGOSTO	127	4.550.326	577.891.402	16129

2016	SEPTIEMBRE	128	4.331.479	554.429.312	16384
	OCTUBRE	129	4.271.138	550.976.802	16641
	NOVIEMBRE	130	3.679.424	478.325.120	16900
	DICIEMBRE	131	3.650.402	478.202.662	17161
	ENERO	132	3.516.501	464.178.132	17424
	FEBRERO	133	3.463.758	460.679.814	17689
	MARZO	134	3.989.219	534.555.346	17956
	ABRIL	135	3.937.147	531.514.845	18225
	MAYO	136	4.291.949	583.705.064	18496
	JUNIO	137	4.413.251	604.615.387	18769
	JULIO	138	4.905.692	676.985.496	19044
	AGOSTO	139	4.793.219	666.257.441	19321
2017	SEPTIEMBRE	140	4.610.324	645.445.360	19600
	OCTUBRE	141	4.516.960	636.891.360	19881
	NOVIEMBRE	142	3.944.901	560.175.942	20164
	DICIEMBRE	143	4.035.988	577.146.284	20449
	ENERO	144	3.843.112	553.408.128	20736
	FEBRERO	145	3.584.304	519.724.080	21025
	MARZO	146	4.196.923	612.750.758	21316
	ABRIL	147	4.488.410	659.796.270	21609
	MAYO	148	4.524.334	669.601.432	21904
	JUNIO	149	4.746.122	707.172.178	22201
	JULIO	150	5.088.000	763.200.000	22500
	AGOSTO	151	4.951.850	747.729.350	22801
2018	SEPTIEMBRE	152	4.807.733	730.775.416	23104
	OCTUBRE	153	4.725.786	723.045.258	23409
	NOVIEMBRE	154	4.191.270	645.455.580	23716
	DICIEMBRE	155	4.253.000	659.215.000	24025
	ENERO	156	4.130.547	644.365.332	24336
	FEBRERO	157	3.918.001	615.126.157	24649
	MARZO	158	4.582.353	724.011.774	24964
	ABRIL	159	4.802.335	763.571.265	25281
	MAYO	160	4.959.606	793.536.960	25600

2019	JUNIO	161	5.078.802	817.687.122	25921
	JULIO	162	5.531.916	896.170.392	26244
	AGOSTO	163	5.386.890	878.063.070	26569
	SEPTIEMBRE	164	5.203.244	853.332.016	26896
	OCTUBRE	165	5.188.978	856.181.370	27225
	NOVIEMBRE	166	4.537.521	753.228.486	27556
	DICIEMBRE	167	4.569.864	763.167.288	27889
	ENERO	168	4.386.788	736.980.384	28224
	FEBRERO	169	4.149.648	701.290.512	28561
	MARZO	170	4.907.161	834.217.370	28900
	ABRIL	171	5.052.318	863.946.378	29241
	MAYO	172	5.218.420	897.568.240	29584
	JUNIO	173	5.569.296	963.488.208	29929
	JULIO	174	5.944.835	1.034.401.290	30276
	AGOSTO	175	5.790.264	1.013.296.200	30625
	SEPTIEMBRE	176	5.571.359	980.559.184	30976
	OCTUBRE	177	5.487.159	971.227.143	31329
	NOVIEMBRE	178	4.779.867	850.816.326	31684
DICIEMBRE	179	4.876.922	872.969.038	32041	
SUMATORIO	16.110	735.907.095	68.166.802.714	1.927.830	

Fuente: elaboración propia

$$y = mx + b$$

$$m = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x) * (\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{68.166.802.714 - \frac{16.110 * 735.907.095}{180}}{1.927.830 - \frac{(16.110)^2}{180}}$$

$$m = 4.739,07$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x} = \frac{\sum y}{n} - m * \frac{\sum x}{n} = 4.088.372,75 - 4.739,07 * 89,5$$

$$b = 3.664.225,99$$

$$y = 4.739,97x + 3.664.225,99$$

**Tabla 14.2 Prognosis Lineal Mensual**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PROGNOSIS</b>	<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>PROGNOSIS</b>
2020	ENERO	4.517.259	2023	ENERO	4.687.865
	FEBRERO	4.521.998		FEBRERO	4.692.604
	MARZO	4.526.737		MARZO	4.697.343
	ABRIL	4.531.476		ABRIL	4.702.082
	MAYO	4.536.215		MAYO	4.706.821
	JUNIO	4.540.954		JUNIO	4.711.560
	JULIO	4.545.693		JULIO	4.716.300
	AGOSTO	4.550.432		AGOSTO	4.721.039
	SEPTIEMBRE	4.555.171		SEPTIEMBRE	4.725.778
	OCTUBRE	4.559.910		OCTUBRE	4.730.517
	NOVIEMBRE	4.564.649		NOVIEMBRE	4.735.256
	DICIEMBRE	4.569.388		DICIEMBRE	4.739.995
2021	ENERO	4.574.127	2024	ENERO	4.744.734
	FEBRERO	4.578.867		FEBRERO	4.749.473
	MARZO	4.583.606		MARZO	4.754.212
	ABRIL	4.588.345		ABRIL	4.758.951
	MAYO	4.593.084		MAYO	4.763.690
	JUNIO	4.597.823		JUNIO	4.768.429
	JULIO	4.602.562		JULIO	4.773.168
	AGOSTO	4.607.301		AGOSTO	4.777.907
	SEPTIEMBRE	4.612.040		SEPTIEMBRE	4.782.647
	OCTUBRE	4.616.779		OCTUBRE	4.787.386
	NOVIEMBRE	4.621.518		NOVIEMBRE	4.792.125
	DICIEMBRE	4.626.257		DICIEMBRE	4.796.864
2022	ENERO	4.630.996			
	FEBRERO	4.635.735			
	MARZO	4.640.474			
	ABRIL	4.645.213			
	MAYO	4.649.953			
	JUNIO	4.654.692			
	JULIO	4.659.431			
	AGOSTO	4.664.170			
	SEPTIEMBRE	4.668.909			
	OCTUBRE	4.673.648			
	NOVIEMBRE	4.678.387			
	DICIEMBRE	4.683.126			

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Prognosis parabólica mensual (2020-2024). Cálculos y tablas.

Tabla 14.3 Ajuste Parabólico Mensual

AÑO	MES	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X*Y	X <sup>2</sup> * Y
05	ENE	0	2.884.617	-	-	-	-	-
	FEB	1	2.893.467	1	1	1	2.893.467	2.893.467
	MAR	2	3.486.842	4	8	16	6.973.684	13.947.368
	ABR	3	3.373.894	9	27	81	10.121.682	30.365.046
	MAY	4	3.567.937	16	64	256	14.271.748	57.086.992
	JUN	5	3.611.572	25	125	625	18.057.860	90.289.300
	JUL	6	4.095.634	36	216	1.296	24.573.804	147.442.824
	AGO	7	4.049.233	49	343	2.401	28.344.631	198.412.417
	SEP	8	3.869.432	64	512	4.096	30.955.456	247.643.648
	OCT	9	3.774.460	81	729	6.561	33.970.140	305.731.260
	NOV	10	3.316.639	100	1.000	10.000	33.166.390	331.663.900
	DIC	11	3.223.057	121	1.331	14.641	35.453.627	389.989.897
06	ENE	12	3.144.206	144	1.728	20.736	37.730.472	452.765.664
	FEB	13	3.107.521	169	2.197	28.561	40.397.773	525.171.049
	MAR	14	3.597.769	196	2.744	38.416	50.368.766	705.162.724
	ABR	15	3.893.679	225	3.375	50.625	58.405.185	876.077.775
	MAY	16	3.879.037	256	4.096	65.536	62.064.592	993.033.472
	JUN	17	3.969.165	289	4.913	83.521	67.475.805	1.147.088.685
	JUL	18	4.272.071	324	5.832	104.976	76.897.278	1.384.151.004
	AGO	19	4.279.750	361	6.859	130.321	81.315.250	1.544.989.750
	SEP	20	4.142.800	400	8.000	160.000	82.856.000	1.657.120.000
	OCT	21	4.127.545	441	9.261	194.481	86.678.445	1.820.247.345
	NOV	22	3.704.258	484	10.648	234.256	81.493.676	1.792.860.872
	DIC	23	3.682.182	529	12.167	279.841	84.690.186	1.947.874.278

07	ENE	24	3.499.813	576	13.824	331.776	83.995.512	2.015.892.288
	FEB	25	3.543.208	625	15.625	390.625	88.580.200	2.214.505.000
	MAR	26	4.280.314	676	17.576	456.976	111.288.164	2.893.492.264
	ABR	27	4.343.095	729	19.683	531.441	117.263.565	3.166.116.255
	MAY	28	4.337.715	784	21.952	614.656	121.456.020	3.400.768.560
	JUN	29	4.516.591	841	24.389	707.281	130.981.139	3.798.453.031
	JUL	30	5.038.882	900	27.000	810.000	151.166.460	4.534.993.800
	AGO	31	4.895.617	961	29.791	923.521	151.764.127	4.704.687.937
	SEP	32	4.701.209	1.024	32.768	1.048.576	150.438.688	4.814.038.016
	OCT	33	4.700.452	1.089	35.937	1.185.921	155.114.916	5.118.792.228
	NOV	34	4.224.793	1.156	39.304	1.336.336	143.642.962	4.883.860.708
	DIC	35	4.029.098	1.225	42.875	1.500.625	141.018.430	4.935.645.050
08	ENE	36	3.847.022	1.296	46.656	1.679.616	138.492.792	4.985.740.512
	FEB	37	3.964.966	1.369	50.653	1.874.161	146.703.742	5.428.038.454
	MAR	38	4.552.899	1.444	54.872	2.085.136	173.010.162	6.574.386.156
	ABR	39	4.335.908	1.521	59.319	2.313.441	169.100.412	6.594.916.068
	MAY	40	4.510.101	1.600	64.000	2.560.000	180.404.040	7.216.161.600
	JUN	41	4.502.271	1.681	68.921	2.825.761	184.593.111	7.568.317.551
	JUL	42	4.903.104	1.764	74.088	3.111.696	205.930.368	8.649.075.456
	AGO	43	4.765.735	1.849	79.507	3.418.801	204.926.605	8.811.844.015
	SEP	44	4.240.877	1.936	85.184	3.748.096	186.598.588	8.210.337.872
	OCT	45	4.077.968	2.025	91.125	4.100.625	183.508.560	8.257.885.200
	NOV	46	3.590.825	2.116	97.336	4.477.456	165.177.950	7.598.185.700
	DIC	47	3.554.818	2.209	103.823	4.879.681	167.076.446	7.852.592.962
09	ENE	48	3.138.117	2.304	110.592	5.308.416	150.629.616	7.230.221.568
	FEB	49	3.300.187	2.401	117.649	5.764.801	161.709.163	7.923.748.987
	MAR	50	3.884.825	2.500	125.000	6.250.000	194.241.250	9.712.062.500

ABR	51	4.237.324	2.601	132.651	6.765.201	216.103.524	11.021.279.724
MAY	52	4.080.284	2.704	140.608	7.311.616	212.174.768	11.033.087.936
JUN	53	4.269.882	2.809	148.877	7.890.481	226.303.746	11.994.098.538
JUL	54	4.841.990	2.916	157.464	8.503.056	261.467.460	14.119.242.840
AGO	55	4.726.214	3.025	166.375	9.150.625	259.941.770	14.296.797.350
SEP	56	4.265.791	3.136	175.616	9.834.496	238.884.296	13.377.520.576
OCT	57	4.236.214	3.249	185.193	10.556.001	241.464.198	13.763.459.286
NOV	58	3.710.279	3.364	195.112	11.316.496	215.196.182	12.481.378.556
DIC	59	3.746.040	3.481	205.379	12.117.361	221.016.360	13.039.965.240
10 ENE	60	3.456.709	3.600	216.000	12.960.000	207.402.540	12.444.152.400
FEB	61	3.433.596	3.721	226.981	13.845.841	209.449.356	12.776.410.716
MAR	62	4.123.191	3.844	238.328	14.776.336	255.637.842	15.849.546.204
ABR	63	3.964.202	3.969	250.047	15.752.961	249.744.726	15.733.917.738
MAY	64	4.287.075	4.096	262.144	16.777.216	274.372.800	17.559.859.200
JUN	65	4.454.590	4.225	274.625	17.850.625	289.548.350	18.820.642.750
JUL	66	4.918.246	4.356	287.496	18.974.736	324.604.236	21.423.879.576
AGO	67	4.829.301	4.489	300.763	20.151.121	323.563.167	21.678.732.189
SEP	68	4.461.380	4.624	314.432	21.381.376	303.373.840	20.629.421.120
OCT	69	4.464.195	4.761	328.509	22.667.121	308.029.455	21.254.032.395
NOV	70	3.871.315	4.900	343.000	24.010.000	270.992.050	18.969.443.500
DIC	71	3.602.313	5.041	357.911	25.411.681	255.764.223	18.159.259.833
11 ENE	72	3.570.127	5.184	373.248	26.873.856	257.049.144	18.507.538.368
FEB	73	3.398.325	5.329	389.017	28.398.241	248.077.725	18.109.673.925
MAR	74	4.043.816	5.476	405.224	29.986.576	299.242.384	22.143.936.416
ABR	75	4.292.285	5.625	421.875	31.640.625	321.921.375	24.144.103.125
MAY	76	4.214.275	5.776	438.976	33.362.176	320.284.900	24.341.652.400
JUN	77	4.389.187	5.929	456.533	35.153.041	337.967.399	26.023.489.723



	JUL	78	4.898.507	6.084	474.552	37.015.056	382.083.546	29.802.516.588
	AGO	79	4.778.252	6.241	493.039	38.950.081	377.481.908	29.821.070.732
	SEP	80	4.515.923	6.400	512.000	40.960.000	361.273.840	28.901.907.200
	OCT	81	4.309.183	6.561	531.441	43.046.721	349.043.823	28.272.549.663
	NOV	82	3.634.177	6.724	551.368	45.212.176	298.002.514	24.436.206.148
	DIC	83	3.627.213	6.889	571.787	47.458.321	301.058.679	24.987.870.357
12	ENE	84	3.344.690	7.056	592.704	49.787.136	280.953.960	23.600.132.640
	FEB	85	3.150.375	7.225	614.125	52.200.625	267.781.875	22.761.459.375
	MAR	86	3.688.423	7.396	636.056	54.700.816	317.204.378	27.279.576.508
	ABR	87	3.870.521	7.569	658.503	57.289.761	336.735.327	29.295.973.449
	MAY	88	3.965.980	7.744	681.472	59.969.536	349.006.240	30.712.549.120
	JUN	89	4.158.872	7.921	704.969	62.742.241	370.139.608	32.942.425.112
	JUL	90	4.530.610	8.100	729.000	65.610.000	407.754.900	36.697.941.000
	AGO	91	4.305.237	8.281	753.571	68.574.961	391.776.567	35.651.667.597
	SEP	92	4.082.793	8.464	778.688	71.639.296	375.616.956	34.556.759.952
	OCT	93	3.868.912	8.649	804.357	74.805.201	359.808.816	33.462.219.888
	NOV	94	3.151.110	8.836	830.584	78.074.896	296.204.340	27.843.207.960
	DIC	95	3.073.005	9.025	857.375	81.450.625	291.935.475	27.733.870.125
13	ENE	96	2.911.200	9.216	884.736	84.934.656	279.475.200	26.829.619.200
	FEB	97	2.638.918	9.409	912.673	88.529.281	255.975.046	24.829.579.462
	MAR	98	3.173.963	9.604	941.192	92.236.816	311.048.374	30.482.740.652
	ABR	99	3.249.035	9.801	970.299	96.059.601	321.654.465	31.843.792.035
	MAY	100	3.407.014	10.000	1.000.000	100.000.000	340.701.400	34.070.140.000
	JUN	101	3.538.631	10.201	1.030.301	104.060.401	357.401.731	36.097.574.831
	JUL	102	3.879.482	10.404	1.061.208	108.243.216	395.707.164	40.362.130.728
	AGO	103	3.801.907	10.609	1.092.727	112.550.881	391.596.421	40.334.431.363
	SEP	104	3.614.692	10.816	1.124.864	116.985.856	375.927.968	39.096.508.672

	OCT	105	3.490.406	11.025	1.157.625	121.550.625	366.492.630	38.481.726.150
	NOV	106	2.983.383	11.236	1.191.016	126.247.696	316.238.598	33.521.291.388
	DIC	107	3.046.987	11.449	1.225.043	131.079.601	326.027.609	34.884.954.163
14	ENE	108	2.869.248	11.664	1.259.712	136.048.896	309.878.784	33.466.908.672
	FEB	109	2.677.736	11.881	1.295.029	141.158.161	291.873.224	31.814.181.416
	MAR	110	3.224.909	12.100	1.331.000	146.410.000	354.739.990	39.021.398.900
	ABR	111	3.491.682	12.321	1.367.631	151.807.041	387.576.702	43.021.013.922
	MAY	112	3.544.576	12.544	1.404.928	157.351.936	396.992.512	44.463.161.344
	JUN	113	3.719.337	12.769	1.442.897	163.047.361	420.285.081	47.492.214.153
	JUL	114	4.065.925	12.996	1.481.544	168.896.016	463.515.450	52.840.761.300
	AGO	115	3.991.250	13.225	1.520.875	174.900.625	458.993.750	52.784.281.250
	SEP	116	3.879.090	13.456	1.560.896	181.063.936	449.974.440	52.197.035.040
	OCT	117	3.764.739	13.689	1.601.613	187.388.721	440.474.463	51.535.512.171
	NOV	118	3.260.436	13.924	1.643.032	193.877.776	384.731.448	45.398.310.864
	DIC	119	3.344.758	14.161	1.685.159	200.533.921	398.026.202	47.365.118.038
15	ENE	120	3.148.894	14.400	1.728.000	207.360.000	377.867.280	45.344.073.600
	FEB	121	2.997.408	14.641	1.771.561	214.358.881	362.686.368	43.885.050.528
	MAR	122	3.659.969	14.884	1.815.848	221.533.456	446.516.218	54.474.978.596
	ABR	123	3.804.165	15.129	1.860.867	228.886.641	467.912.295	57.553.212.285
	MAY	124	3.997.868	15.376	1.906.624	236.421.376	495.735.632	61.471.218.368
	JUN	125	4.138.318	15.625	1.953.125	244.140.625	517.289.750	64.661.218.750
	JUL	126	4.595.447	15.876	2.000.376	252.047.376	579.026.322	72.957.316.572
	AGO	127	4.550.326	16.129	2.048.383	260.144.641	577.891.402	73.392.208.054
	SEP	128	4.331.479	16.384	2.097.152	268.435.456	554.429.312	70.966.951.936
	OCT	129	4.271.138	16.641	2.146.689	276.922.881	550.976.802	71.076.007.458
	NOV	130	3.679.424	16.900	2.197.000	285.610.000	478.325.120	62.182.265.600
	DIC	131	3.650.402	17.161	2.248.091	294.499.921	478.202.662	62.644.548.722

16	ENE	132	3.516.501	17.424	2.299.968	303.595.776	464.178.132	61.271.513.424
	FEB	133	3.463.758	17.689	2.352.637	312.900.721	460.679.814	61.270.415.262
	MAR	134	3.989.219	17.956	2.406.104	322.417.936	534.555.346	71.630.416.364
	ABR	135	3.937.147	18.225	2.460.375	332.150.625	531.514.845	71.754.504.075
	MAY	136	4.291.949	18.496	2.515.456	342.102.016	583.705.064	79.383.888.704
	JUN	137	4.413.251	18.769	2.571.353	352.275.361	604.615.387	82.832.308.019
	JUL	138	4.905.692	19.044	2.628.072	362.673.936	676.985.496	93.423.998.448
	AGO	139	4.793.219	19.321	2.685.619	373.301.041	666.257.441	92.609.784.299
	SEP	140	4.610.324	19.600	2.744.000	384.160.000	645.445.360	90.362.350.400
	OCT	141	4.516.960	19.881	2.803.221	395.254.161	636.891.360	89.801.681.760
	NOV	142	3.944.901	20.164	2.863.288	406.586.896	560.175.942	79.544.983.764
	DIC	143	4.035.988	20.449	2.924.207	418.161.601	577.146.284	82.531.918.612
17	ENE	144	3.843.112	20.736	2.985.984	429.981.696	553.408.128	79.690.770.432
	FEB	145	3.584.304	21.025	3.048.625	442.050.625	519.724.080	75.359.991.600
	MAR	146	4.196.923	21.316	3.112.136	454.371.856	612.750.758	89.461.610.668
	ABR	147	4.488.410	21.609	3.176.523	466.948.881	659.796.270	96.990.051.690
	MAY	148	4.524.334	21.904	3.241.792	479.785.216	669.601.432	99.101.011.936
	JUN	149	4.746.122	22.201	3.307.949	492.884.401	707.172.178	105.368.654.522
	JUL	150	5.088.000	22.500	3.375.000	506.250.000	763.200.000	114.480.000.000
	AGO	151	4.951.850	22.801	3.442.951	519.885.601	747.729.350	112.907.131.850
	SEP	152	4.807.733	23.104	3.511.808	533.794.816	730.775.416	111.077.863.232
	OCT	153	4.725.786	23.409	3.581.577	547.981.281	723.045.258	110.625.924.474
	NOV	154	4.191.270	23.716	3.652.264	562.448.656	645.455.580	99.400.159.320
	DIC	155	4.253.000	24.025	3.723.875	577.200.625	659.215.000	102.178.325.000
18	ENE	156	4.130.547	24.336	3.796.416	592.240.896	644.365.332	100.520.991.792
	FEB	157	3.918.001	24.649	3.869.893	607.573.201	615.126.157	96.574.806.649
	MAR	158	4.582.353	24.964	3.944.312	623.201.296	724.011.774	114.393.860.292

ABR	159	4.802.335	25.281	4.019.679	639.128.961	763.571.265	121.407.831.135
MAY	160	4.959.606	25.600	4.096.000	655.360.000	793.536.960	126.965.913.600
JUN	161	5.078.802	25.921	4.173.281	671.898.241	817.687.122	131.647.626.642
JUL	162	5.531.916	26.244	4.251.528	688.747.536	896.170.392	145.179.603.504
AGO	163	5.386.890	26.569	4.330.747	705.911.761	878.063.070	143.124.280.410
SEP	164	5.203.244	26.896	4.410.944	723.394.816	853.332.016	139.946.450.624
OCT	165	5.188.978	27.225	4.492.125	741.200.625	856.181.370	141.269.926.050
NOV	166	4.537.521	27.556	4.574.296	759.333.136	753.228.486	125.035.928.676
DIC	167	4.569.864	27.889	4.657.463	777.796.321	763.167.288	127.448.937.096
19 ENE	168	4.386.788	28.224	4.741.632	796.594.176	736.980.384	123.812.704.512
FEB	169	4.149.648	28.561	4.826.809	815.730.721	701.290.512	118.518.096.528
MAR	170	4.907.161	28.900	4.913.000	835.210.000	834.217.370	141.816.952.900
ABR	171	5.052.318	29.241	5.000.211	855.036.081	863.946.378	147.734.830.638
MAY	172	5.218.420	29.584	5.088.448	875.213.056	897.568.240	154.381.737.280
JUN	173	5.569.296	29.929	5.177.717	895.745.041	963.488.208	166.683.459.984
JUL	174	5.944.835	30.276	5.268.024	916.636.176	1.034.401.290	179.985.824.460
AGO	175	5.790.264	30.625	5.359.375	937.890.625	1.013.296.200	177.326.835.000
SEP	176	5.571.359	30.976	5.451.776	959.512.576	980.559.184	172.578.416.384
OCT	177	5.487.159	31.329	5.545.233	981.506.241	971.227.143	171.907.204.311
NOV	178	4.779.867	31.684	5.639.752	1.003.875.856	850.816.326	151.445.306.028
DIC	179	4.876.922	32.041	5.735.339	1.026.625.681	872.969.038	156.261.457.802
<b>SUM</b>	<b>16.110</b>	<b>735.907.095</b>	<b>1.927.830</b>	<b>259.532.100</b>	<b>37.268.423.994</b>	<b>68.166.802.714</b>	<b>8.390.084.869.848</b>

Fuente: elaboración propia

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0N + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 = \sum xy \\ a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 = \sum x^2y \end{array} \right.$$

$$180a_0 + 16.110a_1 + 1.927.830a_2 = 735.907.095$$

$$16.110a_0 + 1.927.830a_1 + 259.532.100a_2 = 68.166.802.714$$

$$1.927.830a_0 + 259.532.100a_1 + 37.268.423.994a_2 = 8.390.084.869.848$$

$$y = 4.150.632,06 - 11.656,64x + 91,6x^2$$

**Tabla 14.4 Prognosis Parabólica Mensual**

AÑO	MES	PROGNOSIS	AÑO	MES	PROGNOSIS	AÑO	MES	PROGNOSIS
20	ENE	5.020.277	22	ENE	5.584.703	24	ENE	6.254.653
	FEB	5.041.688		FEB	5.610.511		FEB	6.284.857
	MAR	5.063.282		MAR	5.636.502		MAR	6.315.245
	ABR	5.085.059		ABR	5.662.676		ABR	6.345.816
	MAY	5.107.020		MAY	5.689.033		MAY	6.376.570
	JUN	5.129.164		JUN	5.715.574		JUN	6.407.507
	JUL	5.151.491		JUL	5.742.298		JUL	6.438.628
	AGO	5.174.001		AGO	5.769.205		AGO	6.469.932
	SEP	5.196.694		SEP	5.796.295		SEP	6.501.419
	OCT	5.219.571		OCT	5.823.568		OCT	6.533.089
	NOV	5.242.630		NOV	5.851.025		NOV	6.564.942
	DIC	5.265.873		DIC	5.878.664		DIC	6.596.979
21	ENE	5.289.300	23	ENE	5.906.487			
	FEB	5.312.909		FEB	5.934.494			
	MAR	5.336.702		MAR	5.962.683			
	ABR	5.360.677		ABR	5.991.056			
	MAY	5.384.836		MAY	6.019.611			
	JUN	5.409.178		JUN	6.048.350			
	JUL	5.433.704		JUL	6.077.272			
	AGO	5.458.412		AGO	6.106.378			
	SEP	5.483.304		SEP	6.135.666			
	OCT	5.508.379		OCT	6.165.138			
	NOV	5.533.637		NOV	6.194.793			
	DIC	5.559.079		DIC	6.224.631			

Fuente: elaboración propia

Anexo 7. Serie nivelada por medias móviles de periodo 3 y 5.

Tabla 14.5 Desestacionalización

AÑO	MES	SERIE HISTÓRICA	SERIE NIVELADA (M <sub>3</sub> )	SERIE NIVELADA (M <sub>5</sub> )
2005	ENERO	2.884.617	2.912.798	3.047.636
	FEBRERO	2.893.467	3.088.309	3.119.826
	MARZO	3.486.842	3.251.401	3.241.351
	ABRIL	3.373.894	3.476.224	3.386.742
	MAYO	3.567.937	3.517.801	3.627.176
	JUNIO	3.611.572	3.758.381	3.739.654
	JULIO	4.095.634	3.918.813	3.838.762
	AGOSTO	4.049.233	4.004.766	3.880.066
	SEPTIEMBRE	3.869.432	3.897.708	3.821.080
	OCTUBRE	3.774.460	3.653.510	3.646.564
	NOVIEMBRE	3.316.639	3.438.052	3.465.559
	DICIEMBRE	3.223.057	3.227.967	3.313.177
2006	ENERO	3.144.206	3.158.261	3.277.838
	FEBRERO	3.107.521	3.283.165	3.393.246
	MARZO	3.597.769	3.532.990	3.524.442
	ABRIL	3.893.679	3.790.162	3.689.434
	MAYO	3.879.037	3.913.960	3.922.344
	JUNIO	3.969.165	4.040.091	4.058.740
	JULIO	4.272.071	4.173.662	4.108.565
	AGOSTO	4.279.750	4.231.540	4.158.266
	SEPTIEMBRE	4.142.800	4.183.365	4.105.285
	OCTUBRE	4.127.545	3.991.534	3.987.307
	NOVIEMBRE	3.704.258	3.837.995	3.831.320
	DICIEMBRE	3.682.182	3.628.751	3.711.401
2007	ENERO	3.499.813	3.575.068	3.741.955
	FEBRERO	3.543.208	3.774.445	3.869.722
	MARZO	4.280.314	4.055.539	4.000.829
	ABRIL	4.343.095	4.320.375	4.204.185
	MAYO	4.337.715	4.399.134	4.503.319
	JUNIO	4.516.591	4.631.063	4.626.380
	JULIO	5.038.882	4.817.030	4.698.003
	AGOSTO	4.895.617	4.878.569	4.770.550
	SEPTIEMBRE	4.701.209	4.765.759	4.712.191
	OCTUBRE	4.700.452	4.542.151	4.510.234
	NOVIEMBRE	4.224.793	4.318.114	4.300.515
	DICIEMBRE	4.029.098	4.033.638	4.153.266
2008	ENERO	3.847.022	3.947.029	4.123.756
	FEBRERO	3.964.966	4.121.629	4.145.979

	MARZO	4.552.899	4.284.591	4.242.179
	ABRIL	4.335.908	4.466.303	4.373.229
	MAYO	4.510.101	4.449.427	4.560.857
	JUNIO	4.502.271	4.638.492	4.603.424
	JULIO	4.903.104	4.723.703	4.584.418
	AGOSTO	4.765.735	4.636.572	4.497.991
	SEPTIEMBRE	4.240.877	4.361.527	4.315.702
	OCTUBRE	4.077.968	3.969.890	4.046.045
	NOVIEMBRE	3.590.825	3.741.204	3.720.521
	DICIEMBRE	3.554.818	3.427.920	3.532.383
2009	ENERO	3.138.117	3.331.041	3.493.754
	FEBRERO	3.300.187	3.441.043	3.623.054
	MARZO	3.884.825	3.807.445	3.728.147
	ABRIL	4.237.324	4.067.478	3.954.500
	MAYO	4.080.284	4.195.830	4.262.861
	JUNIO	4.269.882	4.397.385	4.431.139
	JULIO	4.841.990	4.612.695	4.436.832
	AGOSTO	4.726.214	4.611.332	4.468.018
	SEPTIEMBRE	4.265.791	4.409.406	4.356.098
	OCTUBRE	4.236.214	4.070.761	4.136.908
	NOVIEMBRE	3.710.279	3.897.511	3.883.007
	DICIEMBRE	3.746.040	3.637.676	3.716.568
2010	ENERO	3.456.709	3.545.448	3.693.963
	FEBRERO	3.433.596	3.671.165	3.744.748
	MARZO	4.123.191	3.840.330	3.852.955
	ABRIL	3.964.202	4.124.823	4.052.531
	MAYO	4.287.075	4.235.289	4.349.461
	JUNIO	4.454.590	4.553.304	4.490.683
	JULIO	4.918.246	4.734.046	4.590.118
	AGOSTO	4.829.301	4.736.309	4.625.542
	SEPTIEMBRE	4.461.380	4.584.959	4.508.887
	OCTUBRE	4.464.195	4.265.630	4.245.701
	NOVIEMBRE	3.871.315	3.979.274	3.993.866
	DICIEMBRE	3.602.313	3.681.252	3.781.255
2011	ENERO	3.570.127	3.523.588	3.697.179
	FEBRERO	3.398.325	3.670.756	3.781.373
	MARZO	4.043.816	3.911.475	3.903.766
	ABRIL	4.292.285	4.183.459	4.067.578
	MAYO	4.214.275	4.298.582	4.367.614
	JUNIO	4.389.187	4.500.656	4.514.501
	JULIO	4.898.507	4.688.649	4.559.229
	AGOSTO	4.778.252	4.730.894	4.578.210
	SEPTIEMBRE	4.515.923	4.534.453	4.427.208

	OCTUBRE	4.309.183	4.153.094	4.172.950
	NOVIEMBRE	3.634.177	3.856.858	3.886.237
	DICIEMBRE	3.627.213	3.535.360	3.613.128
2012	ENERO	3.344.690	3.374.093	3.488.976
	FEBRERO	3.150.375	3.394.496	3.536.244
	MARZO	3.688.423	3.569.773	3.603.998
	ABRIL	3.870.521	3.841.641	3.766.834
	MAYO	3.965.980	3.998.458	4.042.881
	JUNIO	4.158.872	4.218.487	4.166.244
	JULIO	4.530.610	4.331.573	4.208.698
	AGOSTO	4.305.237	4.306.213	4.189.285
	SEPTIEMBRE	4.082.793	4.085.647	3.987.732
	OCTUBRE	3.868.912	3.700.938	3.696.211
	NOVIEMBRE	3.151.110	3.364.342	3.417.404
	DICIEMBRE	3.073.005	3.045.105	3.128.629
2013	ENERO	2.911.200	2.874.374	2.989.639
	FEBRERO	2.638.918	2.908.027	3.009.224
	MARZO	3.173.963	3.020.639	3.076.026
	ABRIL	3.249.035	3.276.671	3.201.512
	MAYO	3.407.014	3.398.227	3.449.625
	JUNIO	3.538.631	3.608.376	3.575.214
	JULIO	3.879.482	3.740.007	3.648.345
	AGOSTO	3.801.907	3.765.360	3.665.024
	SEPTIEMBRE	3.614.692	3.635.668	3.553.974
	OCTUBRE	3.490.406	3.362.827	3.387.475
	NOVIEMBRE	2.983.383	3.173.592	3.200.943
	DICIEMBRE	3.046.987	2.966.539	3.013.552
2014	ENERO	2.869.248	2.864.657	2.960.453
	FEBRERO	2.677.736	2.923.964	3.062.112
	MARZO	3.224.909	3.131.442	3.161.630
	ABRIL	3.491.682	3.420.389	3.331.648
	MAYO	3.544.576	3.585.198	3.609.286
	JUNIO	3.719.337	3.776.613	3.762.554
	JULIO	4.065.925	3.925.504	3.840.036
	AGOSTO	3.991.250	3.978.755	3.884.068
	SEPTIEMBRE	3.879.090	3.878.360	3.792.288
	OCTUBRE	3.764.739	3.634.755	3.648.055
	NOVIEMBRE	3.260.436	3.456.644	3.479.583
	DICIEMBRE	3.344.758	3.251.363	3.303.247
2015	ENERO	3.148.894	3.163.687	3.282.293
	FEBRERO	2.997.408	3.268.757	3.391.039
	MARZO	3.659.969	3.487.181	3.521.661
	ABRIL	3.804.165	3.820.667	3.719.546



	MAYO	3.997.868	3.980.117	4.039.153
	JUNIO	4.138.318	4.243.878	4.217.225
	JULIO	4.595.447	4.428.030	4.322.688
	AGOSTO	4.550.326	4.492.417	4.377.342
	SEPTIEMBRE	4.331.479	4.384.314	4.285.563
	OCTUBRE	4.271.138	4.094.014	4.096.554
	NOVIEMBRE	3.679.424	3.866.988	3.889.789
	DICIEMBRE	3.650.402	3.615.442	3.716.245
2016	ENERO	3.516.501	3.543.554	3.659.861
	FEBRERO	3.463.758	3.656.493	3.711.405
	MARZO	3.989.219	3.796.708	3.839.715
	ABRIL	3.937.147	4.072.772	4.019.065
	MAYO	4.291.949	4.214.116	4.307.452
	JUNIO	4.413.251	4.536.964	4.468.252
	JULIO	4.905.692	4.704.054	4.602.887
	AGOSTO	4.793.219	4.769.745	4.647.889
	SEPTIEMBRE	4.610.324	4.640.168	4.554.219
	OCTUBRE	4.516.960	4.357.395	4.380.278
	NOVIEMBRE	3.944.901	4.165.950	4.190.257
	DICIEMBRE	4.035.988	3.941.334	3.985.053
2017	ENERO	3.843.112	3.821.135	3.921.046
	FEBRERO	3.584.304	3.874.780	4.029.747
	MARZO	4.196.923	4.089.879	4.127.417
	ABRIL	4.488.410	4.403.222	4.308.019
	MAYO	4.524.334	4.586.289	4.608.758
	JUNIO	4.746.122	4.786.152	4.759.743
	JULIO	5.088.000	4.928.657	4.823.608
	AGOSTO	4.951.850	4.949.194	4.863.898
	SEPTIEMBRE	4.807.733	4.828.456	4.752.928
	OCTUBRE	4.725.786	4.574.930	4.585.928
	NOVIEMBRE	4.191.270	4.390.019	4.421.667
	DICIEMBRE	4.253.000	4.191.606	4.243.721
2018	ENERO	4.130.547	4.100.516	4.215.034
	FEBRERO	3.918.001	4.210.300	4.337.247
	MARZO	4.582.353	4.434.230	4.478.568
	ABRIL	4.802.335	4.781.431	4.668.219
	MAYO	4.959.606	4.946.914	4.991.002
	JUNIO	5.078.802	5.190.108	5.151.910
	JULIO	5.531.916	5.332.536	5.232.092
	AGOSTO	5.386.890	5.374.017	5.277.966
	SEPTIEMBRE	5.203.244	5.259.704	5.169.710
	OCTUBRE	5.188.978	4.976.581	4.977.299
	NOVIEMBRE	4.537.521	4.765.454	4.777.279

	DICIEMBRE	4.569.864	4.498.058	4.566.560
2019	ENERO	4.386.788	4.368.767	4.510.196
	FEBRERO	4.149.648	4.481.199	4.613.156
	MARZO	4.907.161	4.703.042	4.742.867
	ABRIL	5.052.318	5.059.300	4.979.369
	MAYO	5.218.420	5.280.011	5.338.406
	JUNIO	5.569.296	5.577.517	5.515.027
	JULIO	5.944.835	5.768.132	5.618.835
	AGOSTO	5.790.264	5.768.819	5.672.583
	SEPTIEMBRE	5.571.359	5.616.261	5.514.697
	OCTUBRE	5.487.159	5.279.462	5.301.114
	NOVIEMBRE	4.779.867	5.047.983	5.075.743*
	DICIEMBRE	4.876.922	4.773.399*	4.876.922**

\*Calculada con datos provisionales del total de pasajeros en enero de 2020 a 18/02/2020

\*\*Se utiliza el dato de la serie histórica al no contar con datos de febrero de 2020 a fecha del estudio

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Ajuste parabólico desestacionalizado. Cálculos y tablas.

Tabla 14.6 Ajuste Parabólico Anual

	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X*Y	X <sup>2</sup> *Y
2005	0	40.423.103	0	0	0	-	-
2006	1	43.947.891	1	1	1	43.947.891	43.947.891
2007	2	48.929.669	4	8	16	97.859.338	195.718.676
2008	3	51.418.815	9	27	81	154.256.446	462.769.338
2009	4	49.618.684	16	64	256	198.474.736	793.898.942
2010	5	49.210.298	25	125	625	246.051.489	1.230.257.445
2011	6	49.749.341	36	216	1296	298.496.047	1.790.976.283
2012	7	47.401.055	49	343	2401	331.807.385	2.322.651.695
2013	8	42.501.845	64	512	4096	340.014.762	2.720.118.099
2014	9	40.802.757	81	729	6561	367.224.809	3.305.023.285
2015	10	44.347.028	100	1000	10000	443.470.277	4.434.702.770
2016	11	48.612.714	121	1331	14641	534.739.856	5.882.138.418
2017	12	51.906.406	144	1728	20736	622.876.870	7.474.522.435
2018	13	55.644.683	169	2197	28561	723.380.878	9.403.951.410
2019	14	59.800.900	196	2744	38416	837.212.604	11.720.976.459
<b>SUMATORIO</b>	<b>105</b>	<b>724.315.190</b>	<b>1.015</b>	<b>11.025</b>	<b>127.687</b>	<b>5.239.813.389</b>	<b>51.781.653.147</b>

Fuente: elaboración propia

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

$$\begin{cases} a_0N + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 = \sum xy \\ a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 = \sum x^2y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 15a_0 + 105a_1 + 1.015a_2 = 724.315.190 \\ 105a_0 + 1.015a_1 + 11.025a_2 = 5.239.813.389 \\ 1.015a_0 + 11.025a_1 + 127.687a_2 = 51.781.653.147 \end{cases}$$

$$y = 46.953.089,61 - 735.300,54x + 95.788,57x^2$$

Tabla 14.7 Prognosis Parabólica Anual

Año	Prognosis
2020	57.476.010
2021	59.710.155
2022	62.135.877
2023	64.753.177
2024	67.562.053

Fuente: elaboración propia

## **Anexo 9. COVID-19. Impacto y recuperación.**

- Extracto de informe de Strategy& (PwC). COVID-19. Salida de esta crisis: lecciones de China y de 2008.

### **Nuestro entendimiento de la situación**

El impacto económico de la actual epidemia será grave. Algunos indicadores apuntan a que el impacto dure algunos meses más en algunos sectores. Brotes epidémicos anteriores, aunque de alcance más limitado (por el número de contagios, y el menor peso de China en la economía mundial), han tenido impactos severos en los principales sectores.

El consenso económico actual es una ralentización generalizada de 2-3 puntos porcentuales en el ritmo de crecimiento anual a nivel global. En consecuencia, la economía española podría contraerse más de un 1%. En base a los principales modelos epidemiológicos, y a la experiencia de China con medidas sanitarias similares, el pico de infecciones en España podría alcanzarse a mediados de abril.

En crisis sanitarias pasadas (SARS en 2003, o MERS en 2015), la actividad generalmente se retoma en los dos meses siguientes a la reducción del número de contagios. Sin embargo, el alcance global de la epidemia y la mayor interconexión comercial entre bloques económicos afectados hará que la recuperación sea, previsiblemente, más lenta a la de brotes epidémicos pasados (de alcance más limitado, en términos geográficos y de volumen de afectados).

No consideramos que esta crisis tenga un alcance e impacto similar a la de 2008, por su naturaleza: en 2008 el impacto fue causado por un colapso del sistema financiero, y la consecuente falta de crédito en la economía, lo que deprimió la demanda. Por el contrario, la crisis actual es una paralización temporal de oferta y demanda, debido a la imposición de medidas sanitarias.

Además, el contexto económico del que se parte es parcialmente más favorable para España: empresas y familias afrontan la situación menos endeudadas que en 2008. Aunque están en situación fiscalmente menos favorable (con niveles de deuda pública cercanos al 100% del PIB), los Estados han reaccionado con mucha mayor celeridad frente a los varios meses que tardó en cerrarse el paquete de medidas en la crisis de la eurozona en 2010, los principales países afectados han anunciado en cuestión de semanas paquetes de medidas fiscales y de apoyo a particulares y PyMEs. La batería de ayudas anunciada por el BCE (fundamentalmente compra de deuda) termina por reforzar las medidas de contención.

La recuperación debería comenzar en uno o dos trimestres tras el cese las medidas sanitarias, con una "forma de U", sin pérdida estructural grave de capacidad productiva.

Medidas tomadas por empresas chinas de referencia deberían ayudar a moderar el impacto: tomar medidas a corto plazo para proteger la caja y a los empleados, asegurando las operaciones y el empuje comercial; y, a medio plazo, prepararse para una recuperación rápida, ajustar la estrategia de negocio y estar atento a oportunidades derivadas de la crisis (p. ej M&A).

### ¿Qué ha sucedido en China?

El periodo de cuarentena ha erosionado entre un 20-90% los principales indicadores sectoriales. Principales indicadores de actividad por sector en China, impacto tras 55 días de cuarentena (crecimiento respecto a febrero de 2019).

**Tabla 14.8 Indicadores de Actividad por Sector en China tras 55 días de cuarentena**

Sectores gravemente impactados			Sectores de impacto moderado		
<b>Transporte y turismo</b>	Tráfico de pasajeros	-80%	<b>Telco y media</b>	Usuarios de internet	+0.3%
	Ocupación hostelera	-90%		Nuevos usuarios de móvil	-60%
<b>Retail</b>	Ventas minoristas	-30%	<b>Sanidad y farma</b>	Producción farmacéutica	-12%
	Ventas canal online	+3%		Ventas medicamentos	-0.2%
<b>Real state y construcción</b>	Ventas inmobiliarias	-35%	<b>Power &amp; utilities</b>	Producción electricidad	-8%
	Obra residencial terminada	-23%		Consumo de carbón	-24%
<b>Industria y auto</b>	Producción industrial	-16%	<b>Serv. Financieros</b>	Préstamos en renminbis	-2%
	Ventas automóviles	-66%		Shanghai interbank rate	-20%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Strategy& (PwC, 2020)

**¿Qué ha sucedido en crisis sanitarias pasadas? Crisis pasadas han provocado fuertes ralentizaciones (de 3-4pp) en el sector retail, industrial y TTL.**

- SARS (marzo-mayo 2003): 8.000 casos, mortalidad 10%. Transporte -5%, turismo -4%.
- MERS (mayo-agosto 2015): 2.500 casos, mortalidad 30%. Transporte -16%, turismo -9%.

### ¿Cuál podría ser el impacto?

El consenso económico es de una ralentización generalizada de 2-3 puntos porcentuales en la velocidad de crecimiento.

**Tabla 14.9 Principales Previsiones de Evolución del PIB por Región**

Región / país	Crecimiento	
	Pre-COVID19	Post-COVID19
<b>China</b>	5,0%	3,1%
<b>USA</b>	1,1%	-0,7%
<b>Europa</b>	0,5%	-2,3%
<b>España</b>	1,8%	-1,3%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Strategy& (PwC, 2020)

## ¿Cuánto puede durar?

Los modelos apuntan a una duración del brote de hasta 90 días, con el pico a los 40.

**Gráfico 14.10 Curvas de Evolución de Nuevos Afectados por Día (2020)**

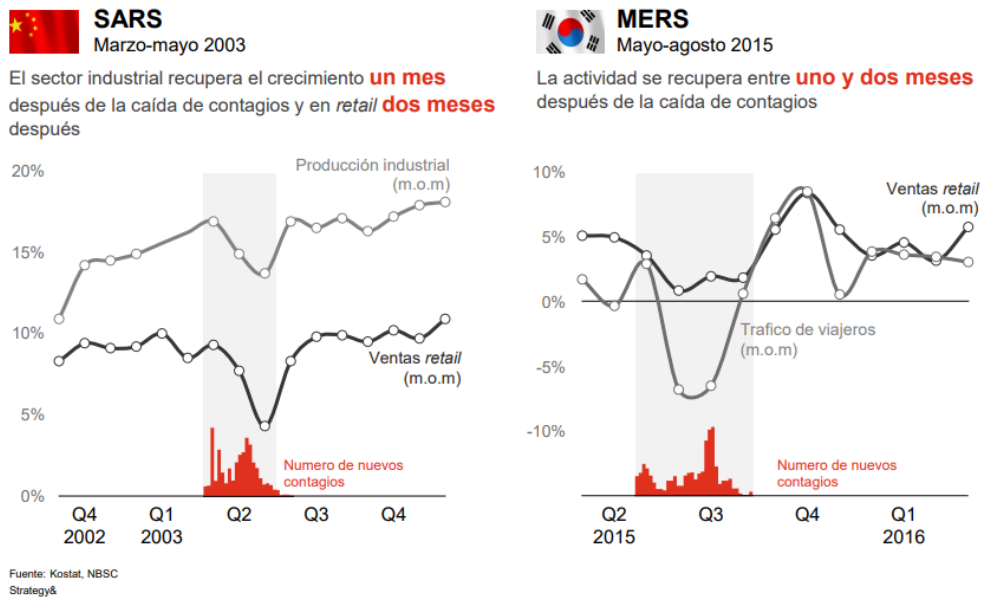


Fuente: Strategy& (PwC, 2020)

## ¿Cuándo podría recuperarse la actividad?

En pasadas crisis sanitarias, la actividad remonta entre uno y dos meses tras acabar las medidas de contención.

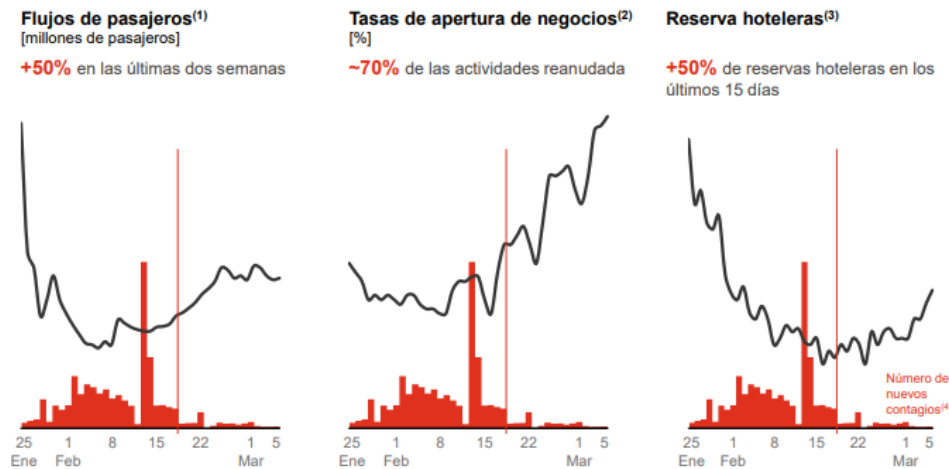
**Gráfico 14.11 Evolución Mensual de Actividad Económica en Crisis Víricas Pasadas (2020)**



Fuente: Strategy& (PwC, 2020)

Indicadores de actividad en China apuntan a que la actividad se está retomando con un perfil similar:

### Gráfico 14.12 Evolución de Indicadores de Actividad Diarios en China (2020)



Fuente: Strategy& (PwC, 2020)

### ¿Cómo compara esta crisis contra 2008?

La salida de esta crisis será distinta a la pasada en 2008.

- Crisis del 2008 (“gran recesión”): shock de demanda estructural

Colapso del sistema financiero y traslado a la economía a través de las restricciones de crédito, causando una crisis de liquidez y aumento de la morosidad.

Las condiciones económicas precedentes a la crisis fueron:

- Alto nivel de apalancamiento financiero privado
- Acceso a crédito “ilimitado”
- Sobrevaloración de activos inmobiliarios
- Bajo desempleo (-8%)

- Crisis COVID-19: freno temporal de demanda y oferta

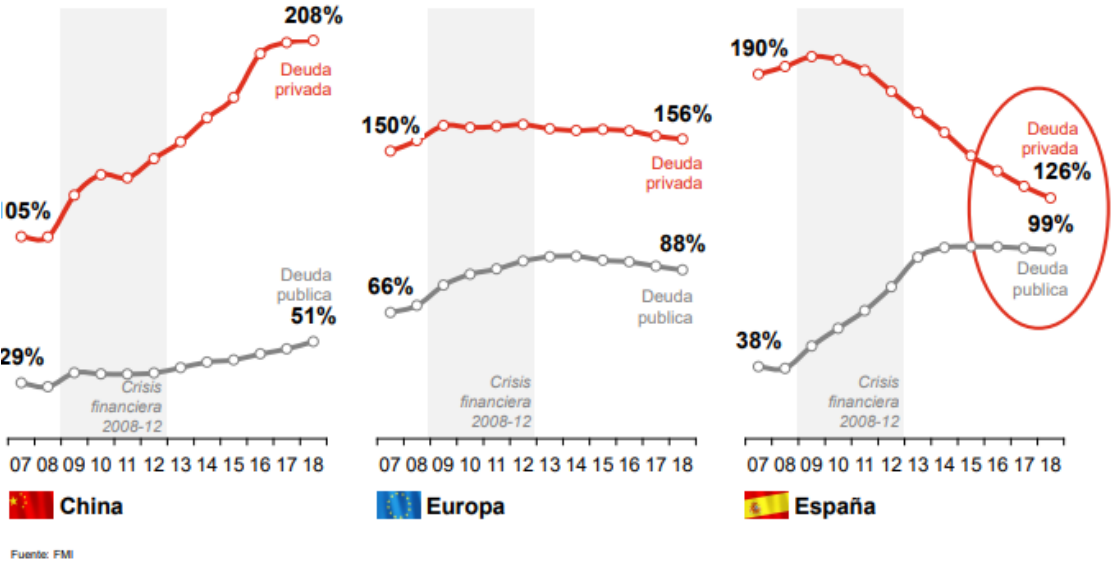
La imposición de medidas sanitarias restrictiva de la libre circulación de bienes y personas causa un cierre parcial de la producción debido a la menor disponibilidad de factores de producción y productos intermedios, y fuerza una caída de la demanda y desplazamiento de los hábitos de consumo.

Las condiciones económicas precedentes a la crisis fueron:

- Fuerte reducción del apalancamiento o financiero privado, aunque mayor endeudamiento público.
- Acceso a crédito “fluido, pero con control de riesgos”
- Baja inflación, aunque alta valoración de activos de renta variable y fija
- Alto desempleo (14%, el doble que en 2008)

Europa enfrenta esta crisis con un nivel de apalancamiento público mayor, pero una situación empresarial más saneada:

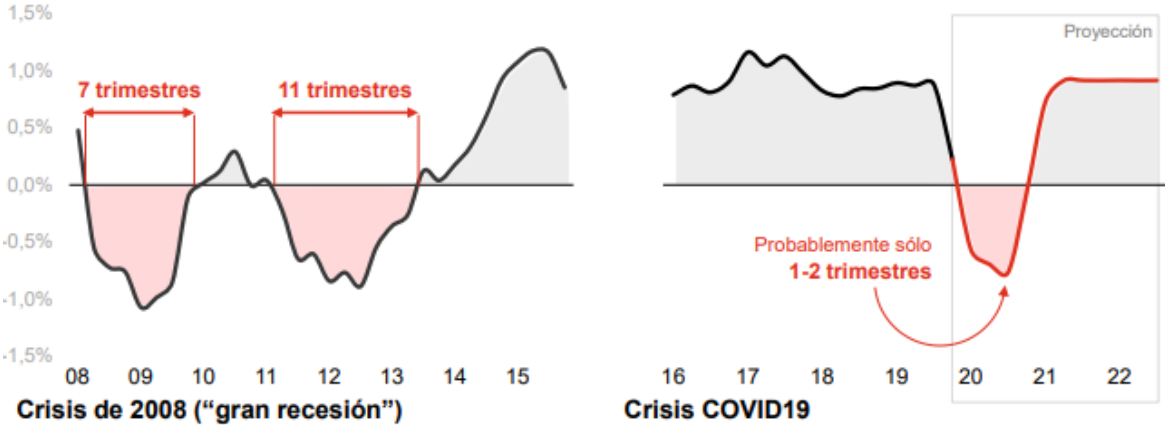
**Gráfico 14.13 Evolución de Deuda Privada y Pública 2007-2018 (% PIB)**



Fuente: Strategy& (PwC, 2020)

A diferencia de la crisis de 2008, que duró años, estimamos que la salida de esta crisis será cuestión de trimestres:

**Gráfico 14.14 Perfiles de Crecimiento (Tasa de Crecimiento Trimestral de España PIB) (2020)**



Fuente: Strategy& (PwC, 2020)



**Tabla 14.15 Comparativa entre la Crisis de 2008 y la del COVID-19**

<b>Crisis de 2008 (“gran recesión”)</b>	<b>Crisis COVID19</b>
Crisis financiera a nivel global, que requirió un fuerte esfuerzo para reactivar el flujo de crédito.	Shock temporal de oferta y demanda por la imposición de medidas sanitarias.
Respuesta ante la crisis por el gobierno y el BCE lenta y tardía.	Respuesta inmediata ante la crisis por parte del gobierno y del BCE.
Recuperación lenta, causada por el proceso de ajuste necesario para corregir desequilibrios estructurales en la economía española.	Recuperación probablemente en U, en cuanto se pueda retomar la actividad.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Strategy& (PwC, 2020)

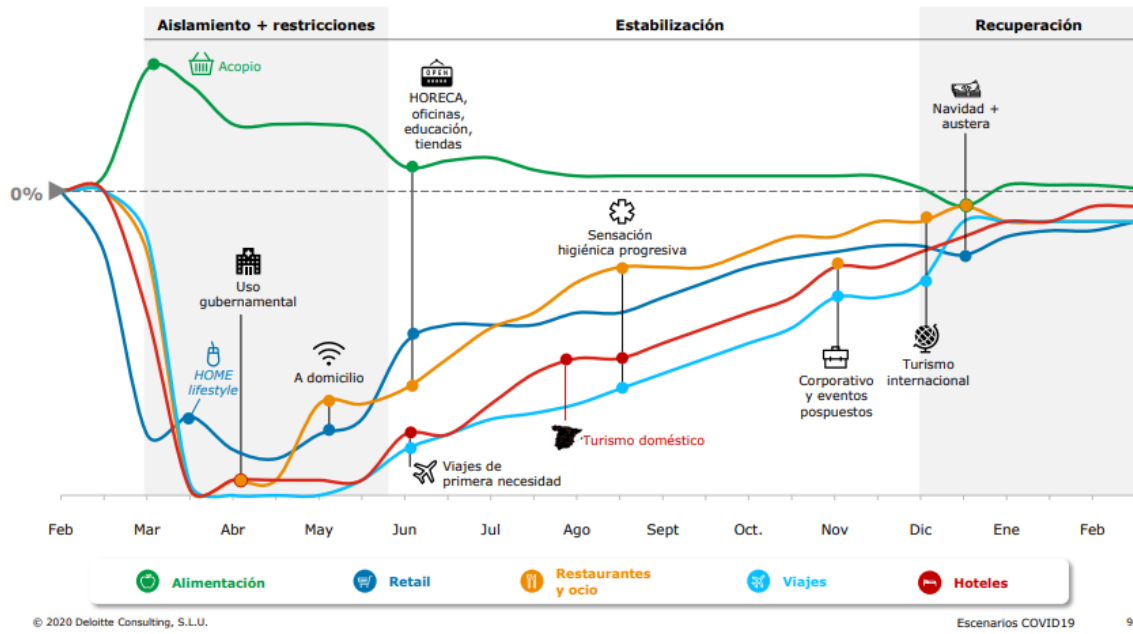
### ¿Qué recomendamos a las empresas?

**Tabla 14.16 Recomendaciones a Empresas ante la Crisis del COVID-19**

<b>Controlar la crisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteger la caja.</li> <li>- Cuidar a los empleados y mantener una comunicación fluida.</li> <li>- Redistribución de tareas y de equipos.</li> <li>- Mantenerse cerca de los clientes a través de canales de comunicación y venta alternativos, manteniendo el empuje comercial.</li> <li>- Preservar el suministro de materias primas.</li> </ul>
<b>Recuperarse de la crisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación para una recuperación más acelerada que en la crisis de 2008.</li> <li>- Reaccionar ágilmente a nuevos hábitos / comportamientos del consumidor.</li> <li>- Mantener estrategias adoptadas que han sido eficientes durante la crisis.</li> <li>- Estar atentos a oportunidades de M&amp;A surgidas de la crisis.</li> <li>- Motivar y establecer nuevas compartidas.</li> </ul>
<b>Ganar tras la crisis</b>	-Planificación de la estrategia post-crisis en un escenario competitivo que será, sin duda, distinto al actual.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Strategy& (PwC, 2020)

Gráfico 14.17 Racional de Recuperación por Sectores (2020)



Fuente: Preferente.com y Deloitte Consulting (2020)

## Anexo 10. Total de pasajeros por tipo de avión, compañía y país de origen

**Tabla 14.18 Total de Pasajeros por Tipo de Avión**

AÑO	B737 800	A320	A321	A319	A330 200	A340 600	A340 300
2005	3.219.720	9.778.860	3.068.084	1.922.481	395.162	1.318.503	2.208.087
2006	3.765.345	10.558.675	4.154.988	2.772.963	713.787	1.927.424	2.409.990
2007	3.874.279	12.360.422	5.313.458	5.203.807	824.663	1.983.263	2.914.148
2008	3.302.425	13.691.950	5.561.400	6.521.898	1.013.114	1.805.318	3.043.282
2009	4.289.689	13.262.886	5.771.258	7.015.549	1.617.397	1.727.936	2.977.774
2010	6.547.441	12.849.895	5.418.502	7.723.178	1.673.349	2.405.265	2.617.527
2011	7.054.523	12.394.220	4.932.384	6.988.350	1.884.295	2.722.152	2.560.933
2012	7.626.235	10.552.911	4.650.932	6.186.110	2.498.043	2.641.119	2.307.353
2013	6.814.523	8.868.144	4.086.789	4.308.482	2.735.201	2.227.193	1.530.930
2014	7.697.313	8.938.525	4.146.419	4.146.201	2.844.654	2.203.459	842.446
2015	9.329.320	8.398.374	4.472.070	4.298.182	2.914.700	2.396.505	993.521
2016	11.057.895	7.426.885	5.135.727	4.568.241	3.442.337	2.442.233	550.515
2017	12.048.352	7.617.187	5.103.350	4.731.611	3.596.442	2.450.774	170.480
2018	12.655.715	8.562.149	5.405.556	4.841.176	3.874.806	2.435.728	-
2019	12.494.204	8.991.652	5.433.107	4.279.754	4.036.333	2.487.573	-

Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (22/03/2020)

**Tabla 14.19 Total de Pasajeros por Compañía**

AÑO	IBERIA	AIR EUROPA	RYANAIR	IBERIA EXPRESS	AIR NOSTRUM	EASYJET	VUELING	SPANAIR
2005	20.007.498	4.019.764	-	-	1.643.834	730.661	135.994	5.156.086
2006	20.616.323	4.343.705	84.885	-	1.821.524	913.106	765.174	5.830.351
2007	22.618.416	4.861.498	1.117.167	-	1.970.652	1.915.720	1.818.541	6.150.893
2008	22.384.443	4.577.634	1.670.204	-	2.311.235	2.443.623	1.590.590	5.004.200
2009	20.732.828	4.392.207	3.322.212	-	2.154.544	2.542.146	1.523.551	3.790.610
2010	20.256.728	4.708.083	4.801.407	-	2.129.803	2.897.328	1.372.757	3.299.533
2011	17.782.600	4.873.643	5.167.822	-	2.898.843	3.159.122	2.100.467	2.827.197
2012	15.141.819	5.159.406	5.138.209	2.200.464	2.793.291	3.017.183	1.274.211	176.977
2013	10.832.132	6.004.296	3.849.846	3.234.860	2.444.169	1.810.750	1.180.260	-
2014	10.964.280	6.772.850	4.060.647	3.555.783	2.489.633	1.641.400	1.641.400	-
2015	12.515.477	7.336.163	5.479.036	3.991.194	2.865.147	1.586.982	1.270.559	-
2016	13.590.904	7.569.311	6.130.213	4.415.546	2.996.978	1.487.250	1.272.175	-
2017	14.056.001	7.784.435	6.697.195	4.987.167	2.920.535	1.495.617	1.223.888	-
2018	15.474.277	8.690.257	6.895.957	5.693.110	3.127.112	1.463.737	1.338.342	-
2019	16.530.232	9.993.230	6.871.714	6.167.708	3.559.876	1.010.096	1.334.433	-

Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (22/03/2020)

**Tabla 14.20 Total de Pasajeros por País**

<b>AÑO</b>	<b>ESPAÑA</b>	<b>ITALIA</b>	<b>FRANCIA</b>	<b>REINO UNIDO</b>	<b>ALEMANIA</b>	<b>EEUU</b>
2005	19.733.829	2.421.034	2.312.963	2.051.116	1.880.768	1.356.513
2006	20.766.382	2.791.419	2.647.410	2.202.130	2.099.689	1.373.348
2007	22.947.029	3.456.426	3.215.678	2.476.177	2.404.187	1.596.957
2008	20.857.782	3.553.360	3.394.539	2.520.130	2.402.745	1.662.961
2009	19.110.011	3.668.552	3.074.881	2.518.171	2.367.088	1.780.183
2010	18.795.231	3.974.358	3.083.310	2.466.892	2.484.192	2.081.648
2011	17.116.916	4.060.092	3.293.017	2.870.117	2.571.678	2.209.460
2012	14.493.610	3.668.261	3.232.077	2.816.366	2.366.439	2.069.391
2013	11.964.256	2.958.044	2.829.768	2.748.454	2.069.782	1.964.019
2014	12.159.564	3.045.533	2.852.673	2.954.816	2.581.714	2.058.718
2015	12.990.603	3.509.996	3.206.206	3.445.525	3.195.829	2.242.679
2016	14.291.217	3.809.423	3.362.544	3.714.081	3.120.342	2.350.135
2017	14.876.485	4.062.355	3.570.288	3.792.749	3.063.473	2.470.530
2018	15.978.941	4.673.779	3.915.072	3.782.617	3.361.059	2.764.613
2019	16.735.481	5.007.443	4.033.426	3.833.394	3.505.432	3.195.015

Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (22/03/2020)

## Anexo 11. Serie histórica y previsiones del total de pasajeros, operaciones y ocupación de aeronaves

**Tabla 14.21 Total de Pasajeros, Operaciones y Ocupación de Aeronaves**

	PAX	CREC. PAX	OPS	CREC. OPS	LF	CREC. LF
2005	42.146.784	-	415.704	-	101	-
2006	45.799.983	9%	434.959	5%	105	4%
2007	52.110.787	14%	483.292	11%	108	2%
2008	50.846.494	-2%	469.746	-3%	108	0%
2009	48.437.147	-5%	435.187	-7%	111	3%
2010	49.866.113	3%	433.706	0%	115	3%
2011	49.671.270	0%	429.390	-1%	116	1%
2012	45.190.528	-9%	373.192	-13%	121	5%
2013	39.735.618	-12%	333.056	-11%	119	-1%
2014	41.833.686	5%	342.604	3%	122	2%
2015	46.824.838	12%	366.608	7%	128	5%
2016	50.418.909	8%	378.151	3%	133	4%
2017	53.400.844	6%	387.568	2%	138	3%
2018	57.890.057	8%	409.834	6%	141	3%
2019	61.734.037	7%	426.376	4%	145	3%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de aena.es (22/03/2020)

Por lo que respecta a las previsiones de cada parámetro en el futuro, el número de pasajeros ya ha sido calculado a lo largo de este Trabajo de Fin de Grado, siendo la previsión para el 2026 de 76,9 millones de pasajeros. El factor de ocupación se calcula en función del total de pasajeros y el total de operaciones. En cuanto al número de operaciones, como se puede observar en el siguiente gráfico, sigue una tendencia lineal, por lo que se realizará un ajuste lineal para obtener la previsión.

**Tabla 14.22 Ajuste Lineal Anual de Operaciones**

	X	Y	X*Y	X <sup>2</sup>
2005	0	101	0	0
2006	1	105	105,29724	1
2007	2	108	215,64928	4
2008	3	108	324,72758	9
2009	4	111	445,20766	16
2010	5	115	574,88383	25
2011	6	116	694,0721	36
2012	7	121	847,64329	49
2013	8	119	954,44893	64
2014	9	122	1098,9456	81
2015	10	128	1277,2454	100
2016	11	133	1466,6311	121
2017	12	138	1653,4134	144
2018	13	141	1836,2819	169
2019	14	145	2027,029	196
SUMATORIO	105	1.812	13.521	1.015

Fuente: elaboración propia

$$y = mx + b$$

$$m = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x) * (\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{13.521 - \frac{105 * 1.812}{15}}{1.015 - \frac{(105)^2}{15}} \quad m = 2,99$$

$$b = \bar{y} - m\bar{x} = \frac{\sum y}{n} - m * \frac{\sum x}{n} = 121 - 2,99 * 7 \quad b = 100,07$$

$$y = 2,99x + 100,07$$

Con ello, se pueden obtener las previsiones del total de operaciones y del factor de ocupación.

**Tabla 14.23 Prognosis del Total de Pasajeros, Operaciones y Factor de Ocupación**

	PAX	OPS	PAX/OP
2019	61.734.037	426.376	145
2020	63.586.058	439.619	145
2021	65.493.640	444.515	148
2022	67.458.449	449.650	151
2023	69.482.203	455.023	154
2024	71.566.669	460.634	157
2025	73.713.669	466.483	160
2026	75.925.079	472.572	163

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14.24 Tasas de Crecimiento de Pasajeros, Operaciones y Factor de Ocupación**

	PAX	OPS	LF
2019	6,6%	4,0%	2,5%
2020	3,0%	3,1%	0,1%
2021	3,0%	1,1%	2,1%
2022	3,0%	1,2%	2,0%
2023	3,0%	1,2%	2,0%
2024	3,0%	1,2%	1,9%
2025	3,0%	1,3%	1,9%
2026	3,0%	1,3%	1,9%

Fuente: elaboración propia

## Anexo 12. DORA: Inversiones previstas

Tabla 14.25 Inversiones Previstas en el Aeropuerto de AS Madrid – Barajas (2017)

Comunidad/centro/proyecto	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<b>Adolfo Suarez Madrid-Barajas</b>	<b>64,23</b>	<b>64,75</b>	<b>97,51</b>	<b>114,58</b>	<b>104,11</b>	<b>445,18</b>
Actuaciones en área de movimiento - plataforma	1,57	0,93	1,21	0,00	0,00	3,71
(R) Nuevo helipuerto	0,03	0,04	1,21	0,00	0,00	1,28
(R) Adecuación de pavimento en plataformas	1,25	0,50	0,00	0,00	0,00	1,74
Actuaciones en área de movimiento - plataforma	0,30	0,40	0,00	0,00	0,00	0,69
Actuaciones en aparcamientos	0,41	4,61	2,94	0,09	0,00	8,04
(R) Terminal de autobuses en T4 y T1	0,20	4,60	2,94	0,09	0,00	7,82
Resto actuaciones en aparcamientos	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22
Actuaciones en eficiencia ambiental	0,54	1,30	0,98	0,00	0,00	2,81
(R) Climatización aseos T4/T4S	0,00	0,69	0,76	0,00	0,00	1,44
(R) Sistema de gestión y ahorro energético en alumbrado exterior	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,27
(R) Suministro con instalación de planta de energía fotovoltaica en P1	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Resto actuaciones en eficiencia ambiental	0,45	0,34	0,22	0,00	0,00	1,01
Actuaciones medioambientales	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30
Desarrollo y mejora de ayudas a la navegación	3,12	2,61	0,18	1,90	0,17	7,98
(R) Sistema GBAS Categoría III	0,00	0,00	0,00	1,90	0,17	2,07
(R) Renovación del radar de superficie de la torre de control norte y sur	1,06	0,79	0,18	0,00	0,00	2,03
(R) Adecuación Sistema de multilateración y servidores de comunicaciones	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
Resto Desarrollo y mejora del sistema de ayudas a la navegación	1,42	1,82	0,00	0,00	0,00	3,24
Inversiones de apoyo y mantenimiento	10,96	14,43	17,89	18,19	20,84	82,31
(R) Integración y mejora de los sistema de equipajes en T123	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35
(R) Instalación de 2 puestos integrados de control de tráfico en TWR este	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Resto inversiones de apoyo y mantenimiento	9,46	14,43	17,89	18,19	20,84	80,81
Mejora calidad compañías respecto medios disponibles	3,23	0,00	0,24	0,00	0,00	3,47
(E) Remodelación sala 2 para conexiones no Schengen fase 1	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75
(R) Nueva configuración de stands T8, T10 Y T12 para el uso de aeronaves Tipo E	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
(R) Áreas de descanso en T1 y T4	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,24
(R) Señalización para enrutamiento de flujo de pasajeros y mejoras aseos en T4	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
Resto Mejora calidad compañías respecto medios disponibles	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Mejora infraestructuras de urbanización y accesos	2,12	0,03	3,34	4,58	0,00	10,07
(R) Nuevos accesos a zona entre pistas 15-33	0,00	0,00	3,34	4,58	0,00	7,92
(R) Remodelación de viales llegadas T2	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
Resto mejora infraestructuras de urbanización y accesos	1,75	0,03	0,00	0,00	0,00	1,78
Mejora suministro eléctrico	4,02	6,72	0,74	0,20	0,02	11,70
(R) Renovación equipamiento central eléctrica lado tierra	2,06	4,10	0,74	0,07	0,02	6,98
Resto mejora suministro eléctrico	1,97	2,62	0,00	0,13	0,00	4,72
Mejoras servicio extinción de incendios	0,00	0,00	0,01	0,16	8,50	8,67
(E) Plataforma de remotos T4S	0,79	7,82	15,93	15,89	0,00	40,43
Prevención de riesgos laborales y mejora accesibilidad	2,08	2,21	0,23	0,00	0,00	4,53

Fuente: Agencia Estatal de Seguridad Aérea (2017)