

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

DIRECTOR: ÁLVARO RODRÍGUEZ SANZ

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi madre dado que sin su esfuerzo no hubiera podido realizar estos estudios universitarios. Ha sido mi principal fuente de motivación cuando estaba desmotivado y ha compartido mis aprobados como suyos propios.

En segundo lugar, a Josema y Veri, ambos me han tratado como un hijo más apoyándome moralmente y aconsejándome en momentos cruciales y haciéndome ver cuál era mi vocación realmente.

También me gustaría reconocer la excelente labor de los miembros de la universidad, en especial del director del master (Dani) por haber dado toda la flexibilidad posible y en especial conmigo viviendo tan lejos. También me gustaría agradecer a mi tutor, Álvaro por la paciencia que ha tenido conmigo y por la gran ayuda que me ha proporcionado.

A mis amigos Alex, Vero, El chino y Paco, estoy seguro que la experiencia hubiera sido completamente diferente sin ellos. Siempre apoyándome pese a los kilómetros de distancia, y en especial resaltar los buenos momentos que pasamos en carretera (esto va por ti Paco).

A mis compañeros de Elestroluz Andévalo en especial a Diego por darme mi primer trabajo y la flexibilidad de subir a los exámenes cuando tocaba compaginando los estudios con el trabajo. De mis compañeros me gustaría resaltar todos esos buenos momentos juntos, desde los “Paco, venga va lo veo”, el “léxico aprendido” pasando por todos esos kilómetros que hice con Pablo para aprender de un sector completamente distinto como es el de las energías renovables. Gracias compañeros.

Resumen

Los Planes Directores son una herramienta jurídica que bajo la autoridad del estado gubernamental establece la zona de servicio del aeropuerto, incluyendo las áreas requeridas para la operación segura de actividades aeronáuticas y posibles expansiones futuras. Esta normativa, en España, se fundamenta en el Real Decreto 2951/1998 del 4 de diciembre, que regula la organización de los aeropuertos y su zona de servicio. La finalidad de los planes directores es tener las herramientas jurídicas que sirven para determinar las áreas, espacios y zonas necesarias para el aeropuerto, y se utiliza para predecir la futura demanda de estos espacios con el fin de preservar y mejorar los servicios aeroportuarios, incluyendo una mayor cantidad de pasajeros y mercancías.

El plan director del aeropuerto de Jerez fue aprobado en el BOE el 9 de agosto de 2001, con una previsión de 10 a 20 años. Han transcurrido 20 años desde su aprobación, y debido a la sucesión de eventos significativos como la crisis de la banca Lehman Brothers, el Brexit y la pandemia de COVID-19, la guerra de Ucrania, es de gran importancia revisar y actualizar este plan director.

Es de especial interés destacar que durante la elaboración del TFM se aprobó el nuevo plan director del aeropuerto de Jerez por lo que se realizarán las comparaciones con la versión anterior (años 2000) y se justificarán y compararán los resultados con el nuevo Plan Director aprobado y también se propondrán modificaciones en caso de que así se requiera

Palabras clave: Plan director, tráfico aéreo, Jerez, aeropuerto, AENA

Abstract

The Master Plans are a legal tool that under the authority of the governmental state establishes the service area of the airport, including the areas required for the safe operation of aeronautical activities and possible future expansions. This regulation, in Spain, is based on Royal Decree 2951/1998 of December 4, which regulates the organization of airports and their service area. The purpose of the master plans is to have the legal tools that serve to determine the areas, spaces and zones necessary for the airport, and it is used to predict the future demand for these spaces in order to preserve and improve airport services, including more passengers and goods.

Jerez Airport Master Plan was approved in the BOE on August 9th, 2001, with a perspective of 10 to 20 years. 20 years have passed since it was approved, and due to the significant events such as the Lehman Brothers banking crisis, Brexit and the COVID-19 pandemic, the war in Ukraine, it is imperative to review and update this master plan.

It is interesting to note that during the preparation of this TFM the new Jerez airport master plan was approved, so comparisons will be made with the previous version (2000s) and the results will be justified and compared with the new approved Master Plan.

Keywords: Master plan, air traffic, Jerez, airport, AENA

Índice

1. ANTECEDENTES DEL AEROPUERTO.....	1
1.1 EL PLAN DIRECTOR.....	2
1.2 OBJETO DE LA REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE JEREZ.....	2
1.3 RESEÑA HISTÓRICA DEL AEROPUERTO.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL AEROPUERTO Y SU ENTORNO	5
2.1 GENERALIDADES.....	6
2.2 METEOROLOGÍA.....	7
2.2.1 Estudio eólico.....	7
2.2.2 Análisis pluviométrico.....	16
2.2.3 Análisis termométrico y otros fenómenos meteorológicos.....	17
2.3 ESTADO ACTUAL DEL AEROPUERTO.....	20
2.3.1 Introducción.....	20
2.3.2 Subsistema de movimiento de aeronaves.....	21
2.3.2.1 Campo de Vuelo.....	22
2.3.2.2 Plataforma de estacionamiento de aeronaves.....	25
2.3.3 Subsistema de actividades aeroportuarias.....	27
2.3.3.1 Zona de Pasajeros.....	27
2.3.3.2 Zona de Servicio.....	29
2.3.3.3 Zona de Carga.....	29
2.3.3.4 Zona de apoyo a la aeronave.....	29
2.3.3.5 Zona de aviación general.....	29
2.3.3.6 Zona de abastecimiento y otras zonas destacables.....	30
2.4 ESPACIO AÉREO Y SERVICIO DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO.....	32
2.5 ACCESOS AL AEROPUERTO.....	32
2.6 ANÁLISIS DEL TRÁFICO AÉREO.....	34
2.6.1 Parámetro pasajero/aeronave.....	41
2.6.2 Concurrencia de Pasajeros.....	43
2.6.3 Flota de aeronaves.....	45
2.6.4 Tráfico OCT.....	46
2.6.5 Tráfico Mercancías.....	46
2.6.6 Valores de Diseño.....	47
2.7 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA E INFRAESTRUCTURAS.....	49
3. EVOLUCIÓN PREVISIBLE DE LA DEMANDA.....	50
3.1 INTRODUCCIÓN.....	51
3.2 HIPÓTESIS DE PARTIDA.....	51
3.2.1 Economía Mundial.....	52
3.2.2 Economía Nacional.....	56
3.2.3 Cambio climático.....	59
3.3 PROGNOSIS.....	61
3.3.1 Prognosis Favorable.....	61
3.3.2 Prognosis Realista.....	62
3.3.3 Prognosis Desfavorable.....	63
3.4 DEMANDA.....	66
3.5 MERCANCÍAS.....	71
3.6 FLOTA.....	72
3.7 RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	76

4	NECESIDADES FUTURAS.....	77
4.1	INTRODUCCIÓN	78
4.2	SUBSISTEMA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES.....	80
4.2.1	<i>Espacio aéreo</i>	80
4.2.2	<i>Pista</i>	80
4.3	SUBSISTEMA DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES	85
4.4	SUBSISTEMA ACTIVIDADES AEROPORTUARIAS. EDIFICIO TERMINAL	86
4.5	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA Y ANÁLISIS DE LA DEMANDA	88
4.5.1	<i>Vestíbulo de salidas</i>	88
4.5.2	<i>Mostradores de facturación</i>	88
4.5.3	<i>Control de seguridad salidas</i>	88
4.5.4	<i>Control de pasaportes salidas</i>	88
4.5.5	<i>Zona de espera y embarques</i>	88
4.5.6	<i>Control de pasaportes de llegadas</i>	89
4.5.7	<i>Hipódromos de recogidas de equipajes</i>	89
4.5.8	<i>Zona de espera y recogida de equipajes</i>	89
4.5.9	<i>Vestíbulo de llegadas.</i>	89
4.6	CARGA.....	89
4.7	APARCAMIENTOS.....	89
5	DESARROLLO PREVISIBLE.....	90
5.1	CAPACIDAD Y DEMANDA. RESUMEN DEL POSIBLE FUTURO DESARROLLO	91
5.2	CAPACIDAD Y DEMANDA. ANÁLISIS.....	91
5.2.1	<i>Campos de vuelo</i>	91
5.2.2	<i>Plataformas</i>	92
5.2.3	<i>Edificio Terminal</i>	92
5.2.3.1	<i>Control de pasaportes de salidas. Edificio Terminal</i>	92
5.2.3.2	<i>Zona de espera y embarque. Edificio Terminal</i>	92
5.2.3.3	<i>Zona de espera y recogida de equipajes. Edificio Terminal</i>	92
5.2.3.4	<i>Vestíbulo de llegadas. Edificio Terminal</i>	92
5.3	ACTUACIONES.....	93
5.3.1	<i>Actuaciones. Ampliación de pista. Alternativa 1</i>	94
5.3.2	<i>Actuaciones. Ampliación de pista. Alternativa 2</i>	95
5.3.3	<i>Actuaciones. Ampliación de pista. Otras posibles alternativas</i>	96
5.4	EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES ACTUACIONES	96
5.5	PLAZOS PARA LA EJECUCIÓN	97
6	MÁXIMO DESARROLLO PREVISIBLE.....	98
6.1	INTRODUCCIÓN.....	99
6.2	DESARROLLO MÁXIMO	99
7	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	100
7.1	INTRODUCCIÓN.....	101
7.2	REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR.....	101
7.3	INVERSIÓN NECESARIA PARA DESARROLLAR LAS MODIFICACIONES	101
7.3.1	<i>Subsistema de movimiento de aeronave</i>	102
7.3.2	<i>Subsistema de actividades aeroportuarias</i>	103
7.4	<i>Resumen de la valoración económica</i>	104
7.5	<i>Justificación de la inversión</i>	104

BIBLIOGRAFÍA..... 106

Índice de figuras

FIGURA 1: PLANO CAD DEL AEROPUERTO (2022)	4
FIGURA 2: LOCALIZACIÓN DEL AEROPUERTO LA PARRA	6
FIGURA 3: ROSA DE LOS VIENTOS DEL AEROPUERTO DE JEREZ CLASIFICADA SEGÚN LOS DISTINTOS VALORES DE VELOCIDAD DE LOS VIENTOS	10
FIGURA 4: ROSA DE LOS VIENTOS DEL AEROPUERTO DE JEREZ SEGÚN LOS VALORES TOTALES	10
FIGURA 5: A) RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE LA PISTA PARA UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 10 KT SEGÚN EL SOFTWARE DE LA FAA	12
FIGURA 5: B) RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE LA PISTA PARA UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 13 KT SEGÚN EL SOFTWARE DE LA FAA	12
FIGURA 5: C) RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE LA PISTA PARA UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 20 KT SEGÚN EL SOFTWARE DE LA FAA	13
FIGURA 6: ROSA DE LOS VIENTOS CREADA POR METEOBLUE	15
FIGURA 7: DÍAS NUBLADOS, SOL Y PRECIPITACIONES POR METEOBLUE	16
FIGURA 8: ANÁLISIS TERMOMÉTRICO. DIFERENTES VALORES DE TEMPERATURAS EN EL AEROPUERTO DE JEREZ EN EL PERIODO QUE VA DESDE 1980-2010	19
FIGURA 9: PRINCIPALES REFERENCIAS PARA UN AERÓDROMO.	20
FIGURA 10: ESQUEMA CON LAS DIFERENTES PARTES QUE COMPONEN EL AEROPUERTO DE JEREZ	21
FIGURA 11: DIFERENTES AIP EMITIDOS POR ENAIRE	22
FIGURA 12: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO DE JEREZ	23
FIGURA 13: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO	23
FIGURA 14: CALLES DE RODADURA DEL AEROPUERTO DE JEREZ	24
FIGURA 15: PLANO EN DETALLE DE LAS CALLES DE RODADURA	25
FIGURA 16: DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS DE ESTACIONAMIENTO A1, A2, A3	25
FIGURA 17: DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS DE ESTACIONAMIENTO	26
FIGURA 18: PLANO DEL ÁREA TERMINAL DEL AEROPUERTO DE JEREZ	27
FIGURA 19: ZONA DE APARCAMIENTO DEL AEROPUERTO DE JEREZ	28
FIGURA 20: ESQUEMAS UNIFILARES DE LA CENTRAL ELÉCTRICA DEL AEROPUERTO DE JEREZ	30
FIGURA 21: CATEGORÍA DEL AERÓDROMO A EFECTOS DEL SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	31
FIGURA 22: COMUNICACIONES Y RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN DEL AEROPUERTO DE JEREZ	32
FIGURA 23: ACCESOS AL AEROPUERTO DE JEREZ	33
FIGURA 24: ESTACIÓN TERMINAL AEROPUERTO DE JEREZ LÍNEA C-1	33
FIGURA 25: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO DE JEREZ EN EL PERIODO 2015-2022	34
FIGURA 26: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO DE JEREZ EN EL PERIODO 2015	36
FIGURA 27: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASAJEROS SEGÚN SU PROCEDENCIA	37

FIGURA 28: EVOLUCIÓN DE LAS OPERACIONES SEGÚN SU PROCEDENCIA	38
FIGURA 29: PARÁMETRO PASAJERO AERONAVE APROBADO EN EL NUEVO PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE JEREZ 2019	42
FIGURA 30: AFLUENCIA DE PASAJEROS ENTRE 2015 Y 2023 (POR MESES)	44
FIGURA 31: AFLUENCIA DE OPERACIONES ENTRE 2015 Y 2023 (POR MESES)	44
FIGURA 32: TRÁFICO OCT PARA EL AEROPUERTO DE JEREZ ENTRE LOS AÑOS 2015 Y 2022.....	46
FIGURA 33: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE MERCANCÍAS DEL AEROPUERTO DE JEREZ EN EL PERIODO 2016-2022	47
FIGURA 34: CAPACIDAD AEROPORTUARIA APROBADA EN EL PLAN DIRECTOR DEL AEROPUERTO DE JEREZ (2019).....	49
FIGURA 35: EVOLUCIÓN DEL PIB MUNDIAL EN BILLONES DE USD	54
FIGURA 36: EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE AÉREO MUNDIAL (EN MIL MILLONES DE PASAJEROS)	55
FIGURA 37: EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE AÉREO MUNDIAL (EN MIL MILLONES DE PASAJEROS)	55
FIGURA 38: EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE PIB QUE APORTA EL TURISMO LA ECONOMÍA ESPAÑOLA	57
FIGURA 39: PESO DEL TURISMO EN LA ECONOMÍA NACIONAL DURANTE EL AÑO 2016.....	57
FIGURA 40: EVOLUCIÓN DEL PIB DE ESPAÑA EN EL PERIODO (1996-2022).....	58
FIGURA 41: POBLACIONES CON MAYOR Y MENOR RENTA EN ESPAÑA DURANTE EL AÑO 2017	59
FIGURA 42: SIMULACIÓN QUE REPRESENTA LAS POSIBLES INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ EN EL AÑO 2030	60
FIGURA 43: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS FAVORABLE	62
FIGURA 44: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS REALISTA	63
FIGURA 45: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS DESFAVORABLE	64
FIGURA 46: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS DIFERENTES PROGNOSIS. FAVORABLE, REALISTA Y DESFAVORABLE.....	65
FIGURA 47: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA LA DEMANDA DE PASAJEROS SEGÚN LA PROCEDENCIA FAVORABLE	67
FIGURA 48: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA LA DEMANDA DE PASAJEROS SEGÚN LA PROCEDENCIA REALISTA.....	68
FIGURA 49: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA LA DEMANDA DE PASAJEROS SEGÚN LA PROCEDENCIA DESFAVORABLE	68
FIGURA 50: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA EL TRÁFICO DE MERCANCÍAS	72
FIGURA 51: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA LA CATEGORÍA DE AERONAVES	72
FIGURA 52: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PROGNOSIS PARA LA CATEGORÍA DE AERONAVES	75
FIGURA 53: VALORES PHD PARA EL AEROPUERTO DE JEREZ APROBADOS EN EL ÚLTIMO PLAN DIRECTOR....	79
FIGURA 54: VALORES AHD PARA EL AEROPUERTO DE JEREZ APROBADOS EN EL ÚLTIMO PLAN DIRECTOR ...	79
FIGURA 55: DIAGRAMA PL-R.....	80
FIGURA 56: DIAGRAMA PL-R PARA AIRBUS A319.....	82

FIGURA 57: DIAGRAMA PL-R PARA AIRBUS A320.....	82
FIGURA 58: DIAGRAMA PL-R PARA AIRBUS A321.....	83
FIGURA 59: DIAGRAMA PL-R PARA BOEING 737	83
FIGURA 60: DIAGRAMA QUE REPRESENTA TOLFL VS OTW.....	84
FIGURA 61: SITUACIÓN ACTUAL DEL AEROPUERTO. PLANO ACTUAL DEL AEROPUERTO DE JEREZ	93
FIGURA 62: ALTERNATIVA 1. AMPLIACIÓN DE LA CABECERA 02 1000 METROS HACIA EL NORTE	94
FIGURA 63: ALTERNATIVA 2. AMPLIACIÓN DE LA CABECERA 20 1000 METROS HACIA EL SUR	95

Índice de tablas

TABLA 1: DATOS PROPORCIONADOS POR LA FAA LOS CUALES SE RECOGEN LAS DISTINTAS ORIENTACIONES E INTENSIDADES DE VIENTOS EN EL AEROPUERTO DE JEREZ	8
TABLA 2: LIMITACIONES DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE SEGÚN LA COMPONENTE TRANSVERSAL DEL VIENTO Y SU LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA.....	13
TABLA 3: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PARA LA PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO DE JEREZ CON UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 10 NUDOS.....	13
TABLA 4: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PARA LA PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO DE JEREZ CON UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 13 NUDOS.....	14
TABLA 5: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PARA LA PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO DE JEREZ CON UNA COMPONENTE TRANSVERSAL DE 20 NUDOS.....	14
TABLA 6: ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO DEL AEROPUERTO DE JEREZ A PARTIR DE LOS DATOS PROPORCIONADOS POR LA AEMET EN EL PERIODO DE 1980-2010	17
TABLA 7: DATOS METEOROLÓGICOS DE ESPECIAL RELEVANCIA	18
TABLA 8: DISTANCIAS DECLARADAS DEL AEROPUERTO DE JEREZ.....	24
TABLA 9: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE CARGA DEL AEROPUERTO DE JEREZ DESDE 2018	29
TABLA 10: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO AÉREO DEL AEROPUERTO DE JEREZ DESDE EL AÑO 2015	34
TABLA 11: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE AERONAVES/OPERACIONES DEL AEROPUERTO DE JEREZ DESDE EL AÑO 2015	35
TABLA 12: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO COMERCIAL SEGÚN SU PROCEDENCIA (NACIONAL / INTERNACIONAL) 37	
TABLA 13: EVOLUCIÓN DE LAS OPERACIONES COMERCIALES SEGÚN SU PROCEDENCIA (NACIONAL / INTERNACIONAL)	38
TABLA 14: DISTRIBUCIÓN DEL TRÁFICO AÉREO COMERCIAL SEGÚN LAS RUTAS CON MÁS AFLUENCIA (AÑO 2018 Y 2022)	39
TABLA 15: DISTRIBUCIÓN DE LAS OPERACIONES COMERCIALES SEGÚN LAS RUTAS CON MÁS AFLUENCIA (AÑO 2018 Y 2022)	40
TABLA 16: DISTRIBUCIÓN DE PASAJEROS SEGÚN LAS COMPAÑÍAS AÉREAS EN LOS AÑOS 2018 Y 2022.....	41
TABLA 17: PARÁMETRO PASAJERO/AERONAVE DURANTE EL AÑO 2019	41
TABLA 18: PARÁMETRO PASAJERO/AERONAVE DURANTE LOS AÑOS 2015-2019 APROBADO EN EL ACTUAL PLAN DIRECTOR	42
TABLA 19: AFLUENCIA DE PASAJEROS Y OPERACIONES ENTRE 2015 Y 2023 (POR MESES)	43
TABLA 20: FLOTA DE AERONAVES DEL AEROPUERTO DE JEREZ.....	45
TABLA 21: TRÁFICO DE MERCANCÍAS ENTRE 2016 Y 2022	46
TABLA 22: VALORES DE DISEÑO CALCULADOS PARA EL AÑO 2019	48
TABLA 23: VALORES DE DISEÑO DE LOS PLANES DIRECTORES DE 2001 Y 2019	48
TABLA 24: CAPACIDAD AEROPORTUARIA DEL AEROPUERTO DE JEREZ. AÑO 2019	49
TABLA 25: EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS A NIVEL MUNDIAL (EN MIL MILLONES) Y PIB ANUAL EN BILLONES DE USD	53

TABLA 26: PROGNOSIS FAVORABLE	61
TABLA 27: PROGNOSIS REALISTA	62
TABLA 28: PROGNOSIS DESFAVORABLE.....	63
TABLA 29: PROGNOSIS RESUMEN PARA LOS TRES CASOS ESTUDIADOS	65
TABLA 30: PROGNOSIS PARA LA DEMANDA DE PASAJEROS SEGÚN LA PROCEDENCIA	66
TABLA 31: DEMANDA DE PASAJEROS. PROGNOSIS, DIFERENTES HORIZONTES DE ESTUDIO	69
TABLA 32: DEMANDA DE MERCANCÍAS, PROGNOSIS.	71
TABLA 33: AFLUENCIA DE AERONAVES, PROGNOSIS.	73
TABLA 34: RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA LA EVOLUCIÓN PREVISIBLE DE LA DEMANDA	76
TABLA 35: VALORES DE PHD PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS	78
TABLA 36: VALORES DE AHD PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS	78
TABLA 37: NECESIDADES DEL SUBSISTEMA DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES	85
TABLA 38: RESUMEN DE LAS NECESIDADES DEL EDIFICIO TERMINAL	86
TABLA 39: RESUMEN DE LAS NECESIDADES DEL AEROPUERTO DE JEREZ. PROPOSICIÓN DE MODIFICACIONES	91
TABLA 40: PLAZO DE MÁXIMO PARA REALIZAR LAS MODIFICACIONES AEROPORTUARIAS	97
TABLA 41: RESUMEN DE LAS ZONAS AEROPORTUARIAS QUE SE VAN A MODIFICAR	101
TABLA 42: RESUMEN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PISTA.....	102
TABLA 43: RESUMEN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL EDIFICIO TERMINAL.....	103
TABLA 44: RESUMEN. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS MODIFICACIONES PROPUESTAS DEL AEROPUERTO DE JEREZ.....	104
TABLA 45: ESTIMACIÓN DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN REALIZADA	105

1. Antecedentes del aeropuerto

1.1 El Plan Director

El presente Trabajo Final de Master consiste en la revisión del Plan Director del aeropuerto de Jerez, es un trabajo realizado para la universidad europea de Madrid y sigue la estructura por la que se rigen los planes directores.

El sistema aeroportuario de forma general se caracteriza a día de hoy por su constante desarrollo debido a la globalización de la economía mundial y la liberalización del tráfico aéreo, por lo que su objetivo principal como red de transporte aéreo es su crecimiento junto con la estructura urbana y su impacto en un crecimiento económico sustancial.

El plan director es un estricto mecanismo de planificación aeroportuaria y no urbanística que permite determinar las bases para el desarrollo de cada aeropuerto. El Plan Director propone medidas para asegurar la funcionalidad e interdependencia de los distintos subsistemas aeroportuarios que componen el área de servicio aeroportuario. Además, es necesario lograr un cierto nivel de servicio para cada zona que conforma el aeropuerto.

Según el *“Real Decreto 2591/1998 de 4 de diciembre, sobre la Ordenación de los Aeropuertos de Interés General y su Zona de Servicio”* (desde ahora RD 2591/1998), tiene un carácter especial por estar relacionado con la gestión del espacio aire y la complejidad de su organización funcional, los requerimientos de infraestructura asociados a la ciudad y la necesidad de coordinar las actividades ambientales y sus impactos y servidumbres. Además, se decidió que el plan director se elaborara de acuerdo con las directrices marcadas en el mencionado real decreto, así como el desarrollo y ampliación del aeropuerto y su máximo desarrollo, teniendo en cuenta las necesidades de espacio y el impacto que dicha ampliación pueda tener sobre la ciudad y el medio ambiente. (Fomento, BOE núm. 292, de 7 de diciembre de 1998, páginas 40440 a 40443)

Cualquier factor que afecte o pueda afectar el buen funcionamiento del aeropuerto a lo largo de su vida, facilitando o dificultando su crecimiento y desarrollo futuro, o relacionado con el transporte aéreo, será tenido en cuenta en la elaboración del mismo. Además, se determinarán los requisitos operativos para aeronaves, pasajeros, carga y vehículos con base en tierra en función de los requisitos de tráfico esperados en el área de estudio designada. También garantizará la coherencia en el desarrollo del aeropuerto y garantizará la coordinación adecuada entre las diferentes autoridades.

1.2 Objeto de la revisión del Plan Director del Aeropuerto de Jerez

El objetivo de la revisión del Plan Director es definir la zona de servicio del aeropuerto de Jerez, determinando y organizando los diversos subsistemas que lo conforman y lo constituyen según su funcionalidad, buscando un equilibrio armónico y óptimo de la actividad aeroportuaria para asegurar así su progreso y expansión.

Por tanto, los criterios de diseño adoptados para las distintas partes del Aeropuerto de Jerez son:

- Para el subsistema de movimiento de aeronaves el cual consiste en una calle de rodaje y un puesto de estacionamiento, se deben considerar las horas pico de tráfico comercial en relación con el alcance del estudio definido como parte del desarrollo previsto.

- Las zonas de acceso y aparcamiento están limitadas en hora punta.
- La terminal de pasajeros y todas las instalaciones relacionadas cumplen con los estándares establecidos por IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo).

El resto de áreas aeroportuaria se construirán en función de las necesidades que genere la demanda del tráfico, teniendo en cuenta las características y tipología del Aeropuerto de Jerez y acogiéndose a la normativa acorde al Anexo 14 OACI.

Por último, es importante señalar que el artículo 7 del RD 2591/1998, de 4 de diciembre, establece que el plan director debe revisarse cuando sean necesarios cambios significativos, y debe renovarse al menos una vez cada ocho años. Es importante destacar que el Plan Director del aeropuerto de Jerez fue aprobado el 9 de agosto de 2001, actualmente durante el desarrollo de este TFM en Octubre de 2022 fue aprobado el nuevo plan director, el cual no se va a tener en consideración para futuras comparaciones. Es de especial interés hablar de la toma de datos, debido a los sucesos derivados de la COVID19 los datos los cuales se van a presentar en el TFM serán previos a la pandemia y de especial interés compararlos con los datos actuales para ver como se ha desarrollado la evolución del mismo.

1.3 Reseña histórica del aeropuerto

Los primeros festivales de aviación se celebraron en Cádiz y Jerez por primera vez a finales de octubre de 1912 y comienzos de 1913. En 1920 los hidroaviones tenían más influencia que los equipos terrestres. Durante 1929 se inauguró el tráfico aéreo oficial en la provincia de Cádiz, que adquirió gran importancia gracias al desarrollo de la aviación naval y del puerto. Tras el inicio de la guerra civil, se trasladó un gran número de tropas de la península al norte de África. Se construyó temporalmente un aeropuerto en Jerez, cerca de la comarca de Zalandilla. El aeropuerto fue inaugurado el 29 de julio de 1936. Durante la guerra, un grupo de viticultores recaudó fondos para la construcción de un aeródromo.

Continuando con la historia de la aeronáutica gaditana, en mayo de 1937 se inician las obras aeroportuarias cerca de la ciudad gaditana de Jerez. Las obras anteriores se terminaron en noviembre y se completó el nuevo aeropuerto. En 1938, estas instalaciones recibieron el nombre de Aeropuerto de Haya. El año 1946 fue un año significativo para la industria aeronáutica del país, ya que comenzó a tomar forma el tráfico aéreo civil, completo de turismo nacional e internacional. En 1951 el Aeropuerto de Jerez disponía de dos pistas de arena, la 04-22 y la 13-31. La construcción de la pista dura 03-21 comenzó en el mismo año y finalizó en octubre de 1952. Durante los siguientes dos años, se realizaron cambios que incluyeron mejoras en la pista, carreteras de conexión, aeródromos, navegación, comunicaciones y más.

En 1969 se declara servidumbre aérea y en 1970 se inician las obras de ampliación de la pista a 2.300 metros. En 1968, la Base Aérea de Jerez se abrió al tráfico aéreo internacional. En ese año se inició la construcción de la terminal de pasajeros. En septiembre de 1975, Aviaco (compañía aérea) inició la ruta regular Madrid-Jerez y también Cádiz-Madrid. Entre 1975 y principios de los 90 el tráfico aumentó, por lo que en 1991 Aena inició la reforma del aeropuerto para adaptar la infraestructura a las nuevas necesidades del transporte aéreo. Se construyó una plataforma de aterrizaje para seis aviones, una nueva planta de energía, una planta de tratamiento de agua, un edificio contra incendios y una nueva terminal de pasajeros de dos pisos. Además, se construyó un nuevo camino de entrada y estacionamiento para automóviles y autobuses.

En mayo de 1992, se finalizó la construcción del nuevo edificio terminal y las instalaciones de apoyo. En junio de 1993, la Base Aérea de La Parra envió tropas a la Base de Morona (Sevilla), que atravesaron las instalaciones controladas por Aena. En 2007 y 2009, el Ayuntamiento de Jerez llegó a un acuerdo con Aena para crear un espacio para eventos en el aeropuerto, también conocido como Centro de Aviación de Jerez. A día de hoy, el aeropuerto cuenta con importantes mejoras, como calles de rodaje paralelas, instalaciones de salida rápida y estacionamiento de aeronaves. En cuanto a la pista, consta de una pista de 2300 metros de largo como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Plano CAD del aeropuerto (2022)



Fuente: Aena

2. Descripción de la situación actual del aeropuerto y su entorno

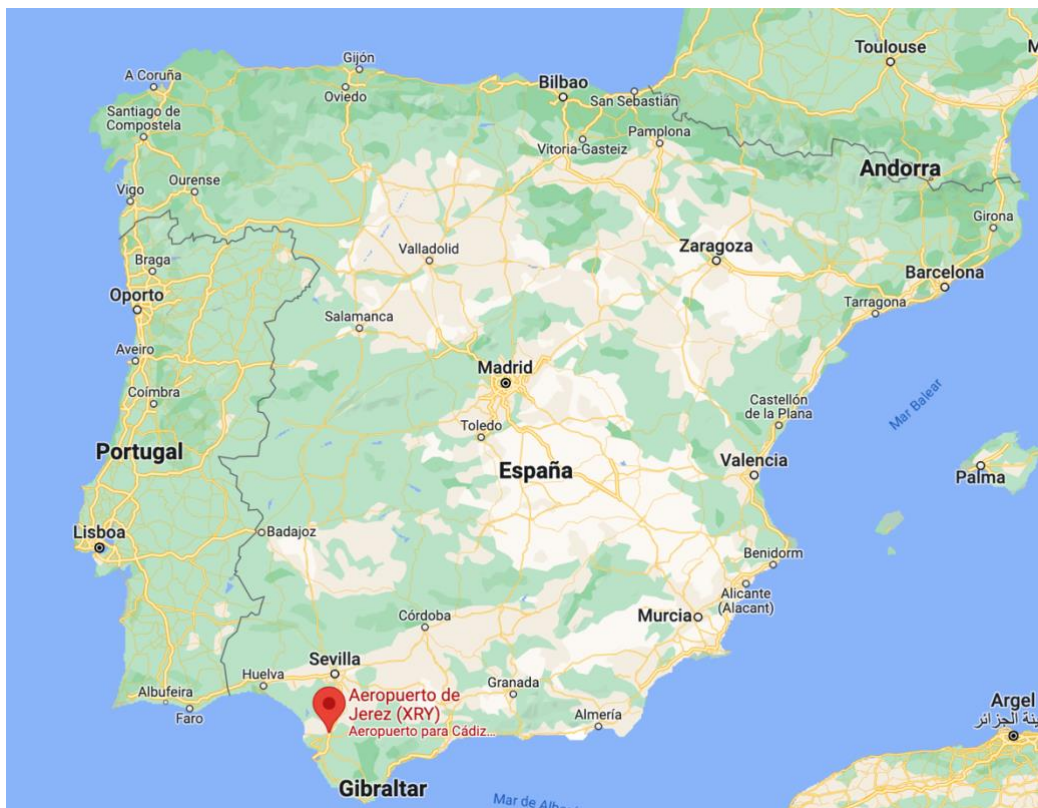
2.1 Generalidades

Jerez es la ciudad más grande de la provincia de Cádiz, la cual está situada en la comunidad autónoma de Andalucía, y esta cuenta con una población de 212.730 habitantes, según datos del (INE, 2022). En cuanto a superficie, su territorio abarca 1.188 km² de extensión. Se encuentra ubicada en la parte sur de la Península Ibérica, a 20 km del Océano Atlántico y a 80 km del Estrecho de Gibraltar. La ciudad dispone de excelentes conexiones de transporte y, hasta 1995, fue el municipio más extenso de Andalucía.

Culturalmente, Jerez es conocida como la "capital del vino" por su famoso vino de jerez y sus amplias bodegas. También es famosa por su tradición en la cría de caballos, que se remonta al siglo XV. Además, Jerez alberga el Gran Premio de Motociclismo de Jerez, un evento que atrae a miles de aficionados de todo el mundo. (Wikipedia, 2023)

El aeropuerto de Jerez, se denomina con el nombre La Parra, es un aeropuerto internacional situado al noreste de la ciudad, a 9 km de distancia de la ciudad. Es de especial interés destacar que el principal motor económico de la provincia gaditana es el turismo y el sector servicio, por lo que cobra especial importancia el aeropuerto como punto de conexión de los turistas y la provincia gaditana. (Wikipedia, Wikipedia aeropuerto de Jerez, 2023)

Figura 2: Localización del aeropuerto La Parra



Fuente: Google Maps

2.2 Meteorología

2.2.1 Estudio eólico

Es fundamental tener una base sólida legal donde se especifiquen los requisitos mínimos y básicos que debe tener un aeropuerto. En este caso, para la elaboración de este TFM nuestra principal fuente de información será el anexo 14 de la OACI en lo referente a las recomendaciones y obligaciones que debe tener cualquier aeropuerto al igual que sus requisitos mínimos.

Uno de los factores fundamentales para determinar la utilización de la pista es el viento ya sea bien por su intensidad o dirección como se verá posteriormente. Para la investigación y el análisis eólico, primero es necesario estimar el porcentaje de tiempo que la pista del Aeropuerto de Jerez no está restringida por la componente transversal de viento o dicho de otra manera saber cual es el coeficiente de utilización de pista. Esta componente hace referencia a la dirección del viento perpendicular al eje de la pista. Tal como se recoge en el Anexo 14 del Convenio de Aviación Civil de la OACI estipula que el factor de utilización de la pista no debe ser inferior al 95%. (OACI, Séptima edición, julio de 2016).

Siguiendo las recomendaciones que podemos ver en el Anexo 14 sobre Aviación Civil, en la sección 3.1.4 donde se tratan los datos meteorológicos necesarios para el correcto desarrollo aeroportuario podemos ver como dichos datos han de basarse en datos estadísticos confiables los cuales han de ser proporcionados por la autoridad meteorológica pertinente en cada país, en el caso de España es AEMET. Estos datos han de cumplir un periodo de 5 años y también han de tomarse diversas muestras a lo largo del día.

Es de especial interés hacer énfasis en que para el desarrollo de este trabajo fin de master los valores de los vientos fueron obtenidos a través de un software proporcionados por la FAA donde este otorgaba un valor diario de los vientos los cuales la dirección del viento se agrupa en intervalos de 10º, cubriendo un rango completo de 0 a 360 grados para formar la rosa de los vientos. En caso de querer desarrollar plenamente un plan director los valores meteorológicos referente a los vientos deberían ser los que se especifican en el anexo 14 tal como citamos a continuación.

“Recomendación.— La elección de los datos que se han de usar en el cálculo del coeficiente de utilización debería basarse en estadísticas confiables de la distribución de los vientos, que abarquen un período tan largo como sea posible, preferiblemente no menor de cinco años. Las observaciones deberían hacerse por lo menos ocho veces al día, a intervalos iguales”

La rosa de los vientos es una herramienta importante en la meteorología y la aviación porque representa la dirección de los vientos en una zona dada. A partir de los datos proporcionados por la FAA se ha generado las figuras 3 y 4 la cual representan las rosas de los vientos del aeropuerto de Jerez la cual servirá para comprender la dirección e intensidad de los vientos, planificación de vuelos y es vital para la seguridad aérea.

Los datos recogidos por el software se presentan en la tabla 1. En dicha tabla se representan las intensidades y direcciones para diferentes rangos, con estos datos juntos hemos sido capaces de elaborar las rosas de los vientos del aeropuerto de Jerez. En la figura 3 y 4 se puede ver que cada radio representa la frecuencia con la que aparece una componente de viento en una determinada dirección. En cuanto a la figura 3 podemos decir de ella que se clasifican las distintas intensidades de vientos y

en la figura 4 los vientos totales acumulados dando lugar a una rosa de vientos la cual nos servirá como veremos para darle un significado a la orientación de la pista.

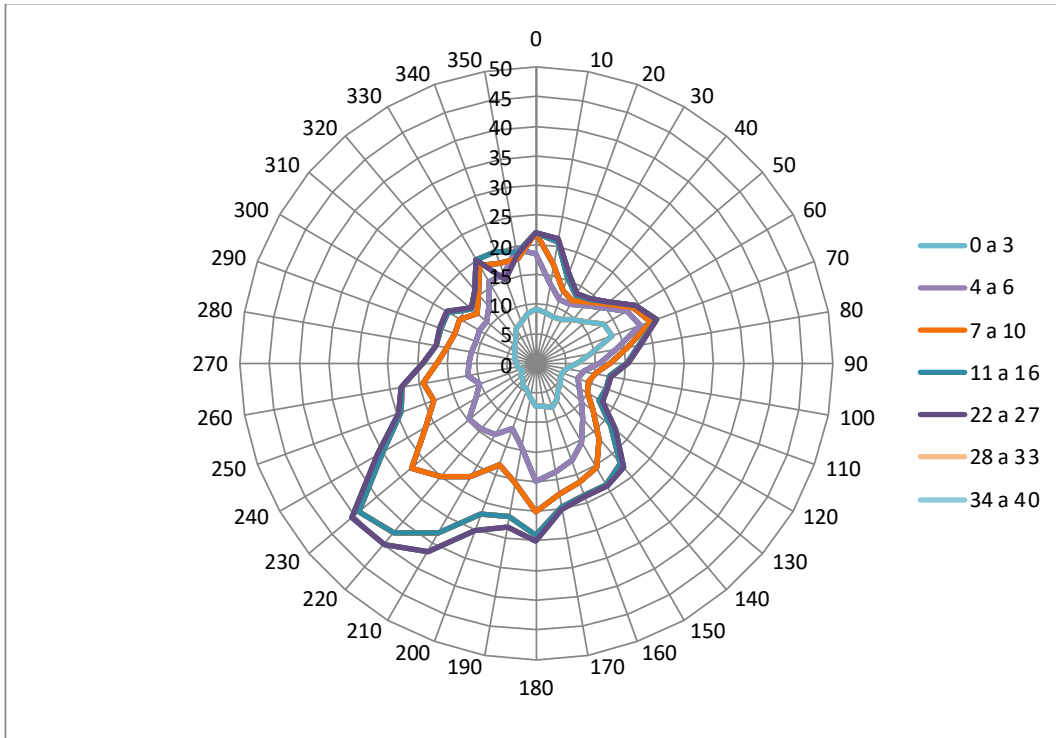
Tabla 1: Datos proporcionados por la FAA los cuales se recogen las distintas orientaciones e intensidades de vientos en el aeropuerto de Jerez

Dirección del viento	0 a 3	4 a 6	7 a 10	11 a 16	17 a 21	22 a 27	28 a 33	34 a 40	>41	Acumulado %
10	0,925	0,916	0,680	0,546	0,034	0,001	-	-	-	3,102
20	0,865	0,512	0,308	0,384	0,063	0,005	-	-	-	2,138
30	0,833	0,317	0,156	0,242	0,070	0,004	-	-	-	1,623
40	0,851	0,298	0,075	0,108	0,026	0,002	-	-	-	1,360
50	0,952	0,318	0,082	0,056	0,008	0,002	-	-	-	1,419
60	1,095	0,371	0,097	0,033	0,001	-	-	-	-	1,596
70	1,308	0,462	0,112	0,053	0,002	-	-	-	-	1,936
80	1,351	0,526	0,179	0,099	0,006	-	-	-	-	2,161
90	0,937	0,440	0,191	0,196	0,023	-	-	-	-	1,788
100	0,702	0,370	0,192	0,274	0,026	0,001	-	-	-	1,566
110	0,519	0,297	0,192	0,257	0,020	-	-	-	-	1,284
120	0,467	0,294	0,175	0,311	0,033	0,001	-	-	-	1,281
130	0,476	0,351	0,167	0,242	0,045	0,004	-	-	-	1,286
140	0,546	0,455	0,260	0,391	0,094	0,007	-	-	-	1,753
150	0,574	0,662	0,429	0,547	0,077	0,008	0,001	-	-	2,296
160	0,699	0,849	0,488	0,337	0,022	0,001	-	-	-	2,397
170	0,785	0,964	0,394	0,238	0,019	0,002	-	-	-	2,402
180	0,743	1,120	0,384	0,224	0,037	0,003	-	-	-	2,510

190	0,729	1,272	0,495	0,414	0,085	0,011	-	-	-	3,006
200	0,572	0,869	0,598	0,591	0,151	0,031	0,001	-	-	2,812
210	0,454	0,723	0,643	0,891	0,217	0,086	0,014	0,001	-	3,028
220	0,440	0,956	0,815	1,086	0,277	0,092	0,007	-	-	3,673
230	0,348	1,099	1,060	1,225	0,214	0,038	0,006	-	-	3,988
240	0,337	1,140	1,276	1,154	0,134	0,018	0,004	-	-	4,064
250	0,265	0,907	0,993	0,805	0,100	0,018	0,002	-	-	3,090
260	0,296	0,715	0,822	0,588	0,049	0,006	0,001	-	-	2,477
270	0,325	0,849	0,753	0,365	0,018	0,006	0,001	-	-	2,316
280	0,320	0,815	0,542	0,233	0,004	-	-	-	-	1,913
290	0,364	0,742	0,428	0,185	0,005	0,001	-	-	-	1,724
300	0,381	0,692	0,390	0,249	0,018	0,004	-	-	-	1,734
310	0,426	0,689	0,371	0,226	0,021	0,003	0,001	-	-	1,737
320	0,466	0,623	0,206	0,135	0,011	0,001	-	-	-	1,441
330	0,534	0,714	0,265	0,100	0,007	-	-	-	-	1,620
340	0,679	0,908	0,323	0,104	0,012	-	-	-	-	2,027
350	0,739	1,009	0,485	0,186	0,010	-	-	-	-	2,429
360	0,850	1,112	0,763	0,351	0,011	-	-	-	-	3,087
CALMA	19,932	-	-	-	-	-	-	-	-	19,932
Acumulado (%)	43,087	25,357	15,789	13,422	1,951	0,357	0,037	0,001	-	100,00

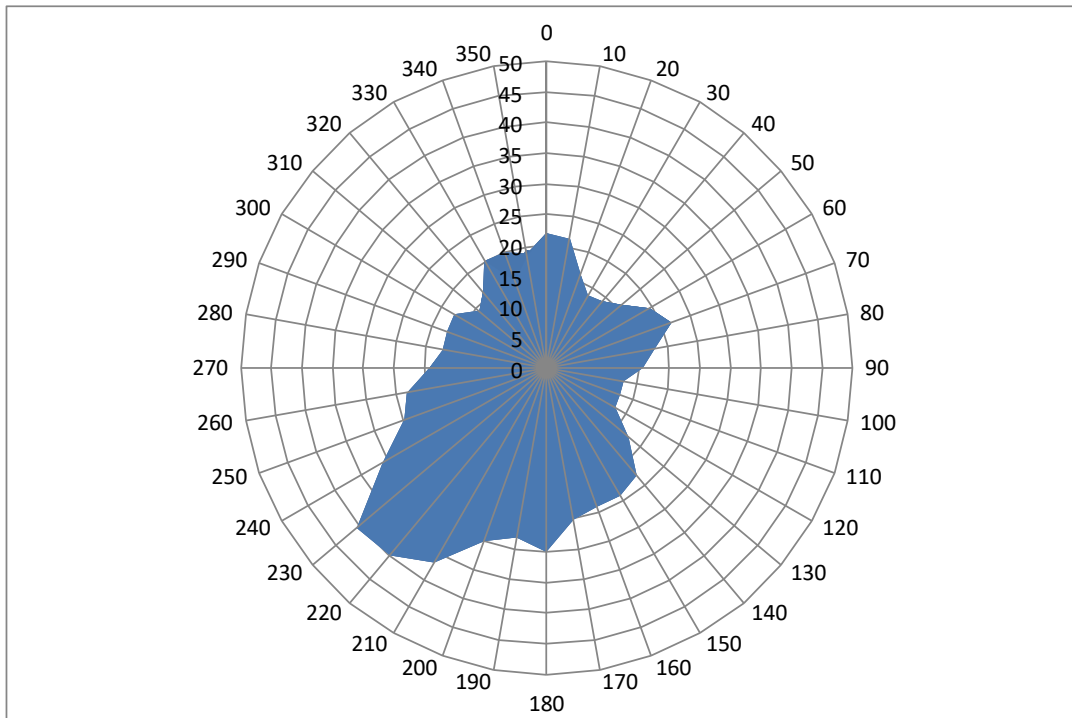
Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

Figura 3: Rosa de los vientos del aeropuerto de Jerez clasificada según los distintos valores de velocidad de los vientos



Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

Figura 4: Rosa de los vientos del aeropuerto de Jerez según los valores totales



Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

De las figuras anteriores es importante comentar la orientación de las pistas, dicha orientación se obtendrá según la frecuencia de los vientos, como queda ilustrado en las figuras 3 y 4. En cuanto a la funcionalidad de las aeronaves, es importante decir que tanto para el despegue como para el aterrizaje ha de hacerse de una manera concreta de tal manera que una aeronave se beneficiará siempre con la presencia de viento contrario, ya que en el despegue favorece la capacidad de generar sustentación y durante el aterrizaje ayuda a reducir la velocidad de la aeronave.

De la tabla 1, se pueden obtener dos datos importantes para la orientación de la pista, los vientos dominantes y reinantes. Los primeros hacen referencia a los tipos de vientos que están en mayor tiempo, y los segundos hacen referencia a la intensidad, los vientos más intensos.

Como se mencionó anteriormente en párrafos anteriores, y siguiendo el Anexo 14 Manual de diseño de aeródromos, es de especial importancia hacer una serie de consideraciones. Anteriormente se definió el coeficiente de utilización de pista como *“El porcentaje de tiempo durante el cual el uso de una pista o sistema de pistas no está limitado por la componente transversal del viento”* según (Ministerio de Fomento, Gobierno de España, 2011). Si recurrimos al Anexo 14, este es sus apartados 3.1.1 hasta el 3.1.3 especifica todo lo referente a la orientación, numeración y vientos máximos admitidos, donde es de especial importancia decir que el coeficiente de utilización de la pista es **recomendable** que no sea inferior al 95%.

Para ilustrar lo dicho anteriormente, mencionamos un fragmento del Anexo 14 donde se recomienda que el coeficiente de utilización de la pista no sea inferior al 95%. Esto es importante aclararlo porque posteriormente veremos los resultados ejecutados por el software de la FAA.

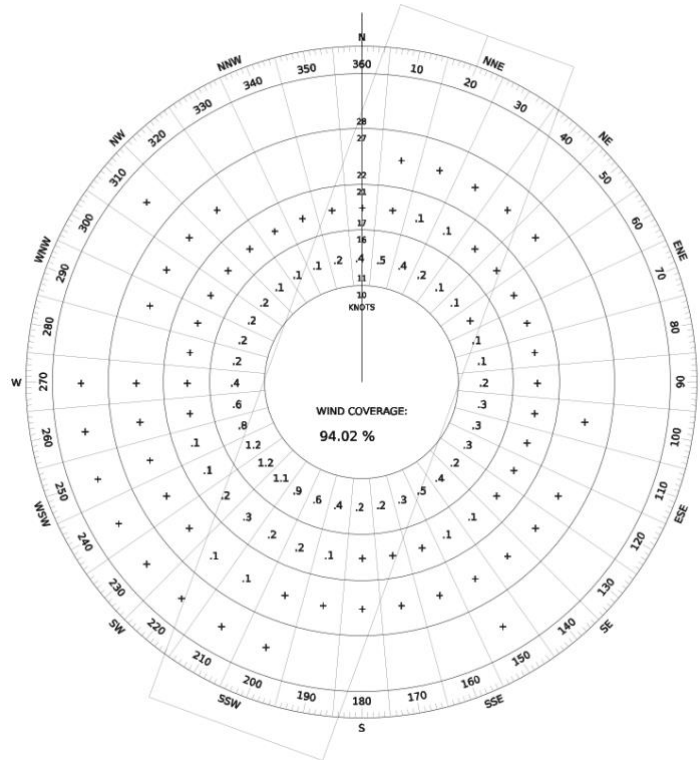
“3.1.1 Recomendación. — El número y orientación de las pistas de un aeródromo deberían ser tales que el coeficiente de utilización del aeródromo no sea inferior al 95% para los aviones que el aeródromo esté destinado a servir.”

Otros factores que también se mencionan en el anexo 14 son los de intentar reducir al mínimo el ruido generado en el aeropuerto (contaminación acústica) y la orientación de las pistas a la hora de diseñar o reevaluar las mismas.

Para el estudio de vientos realizado se evaluó la componente de viento para tres rangos distintos según recomienda la (OACI, Séptima edición, julio de 2016), este rango de vientos son 10, 13 y 20 nudos. Los datos fueron proporcionados por la FAA. (FAA, s.f.) y también se adjunta la tabla 2 la cual nos indica las limitaciones de despegue y aterrizaje según la componente transversal del viento.

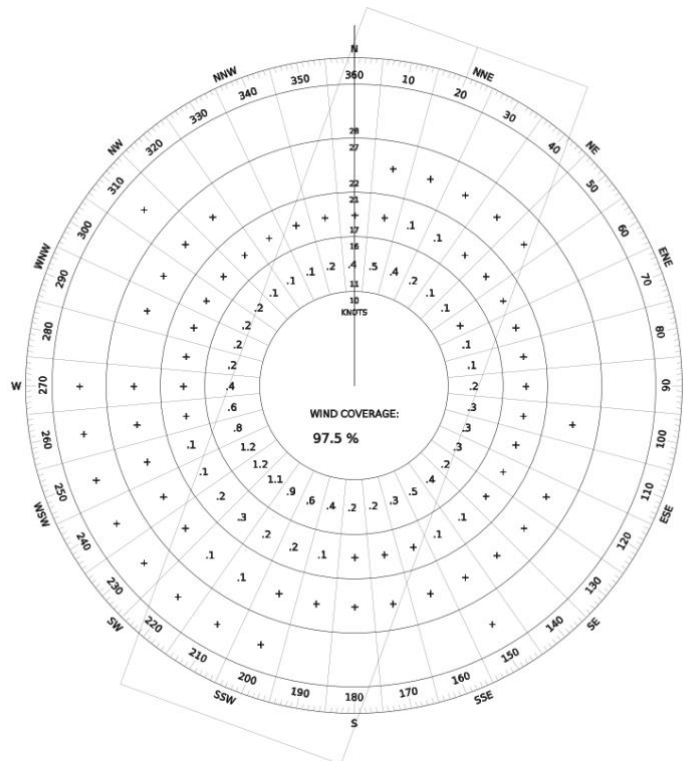
A continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio de vientos tal como se ve en la figura 5, donde se puede apreciar la orientación de pista del aeropuerto de Jerez 02/20 y donde el coeficiente de utilización de la pista oscila entre 94.02% y 99%.

Figura 5: a) Resultados del coeficiente de utilización de la pista para una componente transversal de 10 kt según el software de la FAA



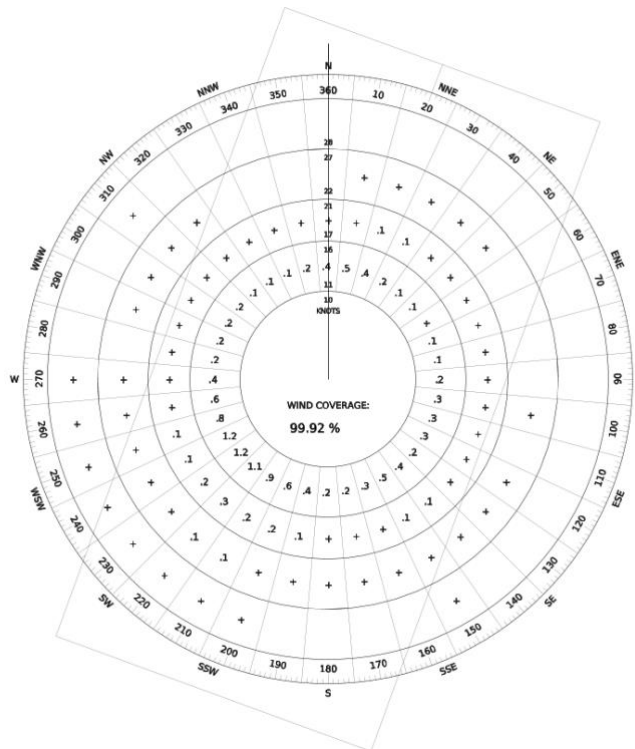
Nota. Elaboración propia con el software windanalysis de la FAA

Figura 5: b) Resultados del coeficiente de utilización de la pista para una componente transversal de 13 kt según el software de la FAA



Nota. Elaboración propia con el software windanalysis de la FAA

Figura 5: c) Resultados del coeficiente de utilización de la pista para una componente transversal de 20 kt según el software de la FAA



Nota. Elaboración propia con el software windanalysis de la FAA

Tabla 2: Limitaciones de despegue y aterrizaje según la componente transversal del viento y su longitud de campo de referencia

Longitud de campo de referencia	Limitación de la componente transversal del viento en nudos (kt)
1500m ≤ Lref	10
1200 ≤ Lref ≤ 1500m	13
Lref < 1200m	20

Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

De igual manera del análisis anterior se obtienen los porcentajes de absorción de la pista 02/20 del aeropuerto de jerez para las diferentes componentes transversales del viento 10,13 y 20 nudos.

Tabla 3: Porcentaje de absorción para la pista 02/20 del aeropuerto de jerez con una componente transversal de 10 nudos

Pistas	Calmas	ABSORCIÓN		TOTAL	
		Sin viento de cola	Con viento de cola	Sin viento de cola	Con viento de cola
2	19,93	44,01	74,96	52,09	84,99
20	19,93	46,77	81,23	48,81	87,23
2-20	19,93		87,01		94,02

Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

Tabla 4: Porcentaje de absorción para la pista 02/20 del aeropuerto de jerez con una componente transversal de 13 nudos

Pistas	Calmas	ABSORCIÓN		TOTAL	
		Sin viento de cola	Con viento de cola	Sin viento de cola	Con viento de cola
2	19,93	43,89	76,16	53,22	89,15
20	19,93	45,94	81,90	50,23	91,02
02-12	19,93	87,18		97,50	

Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

Tabla 5: Porcentaje de absorción para la pista 02/20 del aeropuerto de jerez con una componente transversal de 20 nudos

Pistas	Calmas	ABSORCIÓN		TOTAL	
		Sin viento de cola	Con viento de cola	Sin viento de cola	Con viento de cola
2	19,93	44,18	73,12	53,09	87,39
20	19,93	47,79	85,56	51,56	92,99
02-12	19,93	91,70		99,92	

Nota. Elaboración Propia. Fuente: FAA

Del análisis eólico concluiremos analizando la figura 5. En la figura 5b y 5c se puede apreciar que el coeficiente de utilización de pista es 97,5% y 99%, ambos superiores al 95% como recomienda la OACI. Sin embargo, en la figura 5a se puede observar que para vientos de 10 kt el coeficiente de utilización de pista es inferior al 95% como recomienda la OACI y hemos estado repitiendo en esta sección. El valor en cuestión es de 94,02% por lo que en términos relativos no es muy crítico y tras consultar al manual de la OACI y teniendo en cuenta que es un trabajo académico se considerará este valor del 94,02% como válido.

Una de las justificaciones más importantes para dar por válido este valor es que el manual recomienda hacer observaciones de vientos ocho veces al día, sin embargo, los datos proporcionados por la FAA son solo de una toma diaria. Este hándicap a la hora de tomar los datos puede ser un hecho bastante significativo y más considerando que el propio manual de la OACI menciona que, en caso de que los datos estadísticos de los vientos no sean tan precisos, se debe aplicar un criterio conservador para la elección del coeficiente de utilización.

Por último, para terminar de justificar el valor del coeficiente de utilización de pista para vientos de 10kt me gustaría acudir al apartado 2.1.9 donde se menciona lo siguiente:

“El criterio del 95% recomendado en el Anexo 14, Volumen I, se aplica a todas las condiciones meteorológicas”.

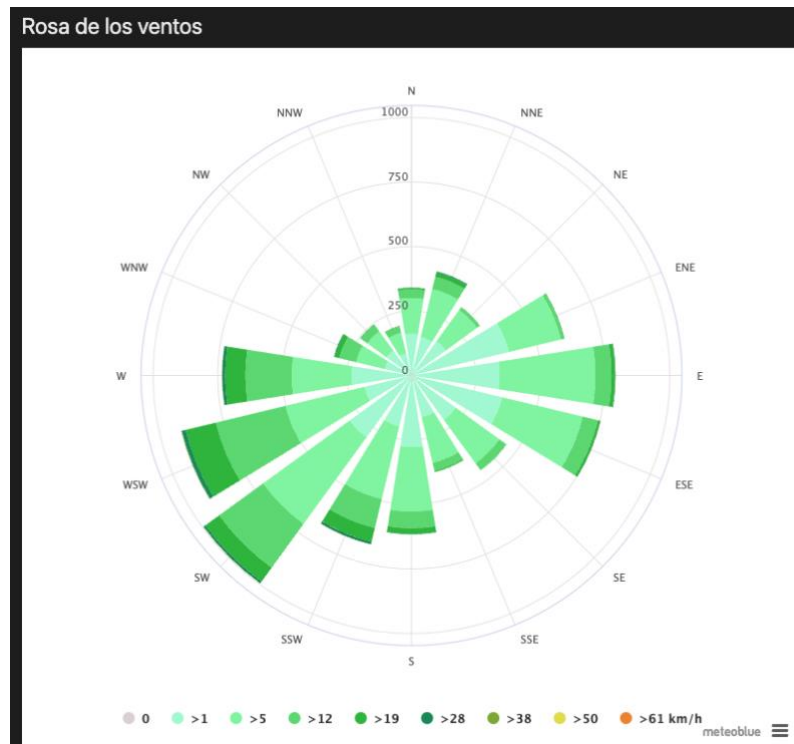
Es importante tener en cuenta que el criterio del 95% recomendado en el Anexo 14, Volumen I, se aplica a todas las condiciones meteorológicas, y no solo a la velocidad del viento. Por lo tanto, es necesario considerar otros factores meteorológicos, como la visibilidad de la pista, la dirección e intensidad de los vientos, entre otros.

En conclusión, los valores recopilados y los factores de utilización calculados se consideran válidos, aunque se deben tener en cuenta las especificaciones y otros factores meteorológicos para dar por válido este valor. El objetivo del TFM es realizar una revisión del plan director de forma aproximada, para un detalle mayor harían falta años de estudios y de muestreos cosa que estaría fuera del alcance de este proyecto. Por último, me gustaría destacar que el hecho de que el coeficiente de utilización pista sea inferior al 95% es una recomendación y no es de obligado cumplimiento tal como queda reflejado en su sección 3.1.1.

“3.1.1 Recomendación.— *El número y orientación de las pistas de un aeródromo deberían ser tales que el coeficiente de utilización del aeródromo no sea inferior al 95% para los aviones que el aeródromo esté destinado a servir.*”

A continuación, veremos los diferentes tipos de factores meteorológicos que también podrían afectar a la localización de una pista como son el análisis pluviométrico, termométrico, y otros tipos de factores como la humedad, presión, generación de hielo en pista, etc. Pero antes de pasar a otros fenómenos meteorológicos, se adjunta una rosa de los vientos del aeropuerto de Jerez realizada por la plataforma meteorológica meteobluewhether que es un servicio meteorológico de la universidad de Basilea a modo de comparación con la que nosotros hemos realizado. (Meteoblue, 2023).

Figura 6: Rosa de los vientos creada por Meteoblue



Nota. Rosa de los vientos creada por la plataforma meteorológica Meteoblue.

2.2.2 Análisis pluviométrico

Al igual que en la sección anterior estudiamos los vientos, en este apartado se realizará un análisis de las precipitaciones que afectan una determinada zona, en nuestro caso la del aeropuerto de Jerez. El análisis pluviométrico es fundamental para evaluar e identificar patrones y tendencias en el tiempo en pos de resultados óptimos seguridad aérea.

En un estudio pluviométrico se recopilan y examinan datos acerca de la cantidad de lluvia que ha caído en una zona específica durante un periodo de tiempo determinado, en nuestro caso utilizaremos como referencia la estación meteorológica del aeropuerto de Jerez. Estos datos pueden ser usados para calcular el promedio anual, mensual o diario de lluvia, y para determinar si ha habido cambios en la cantidad de precipitación en un período determinado.

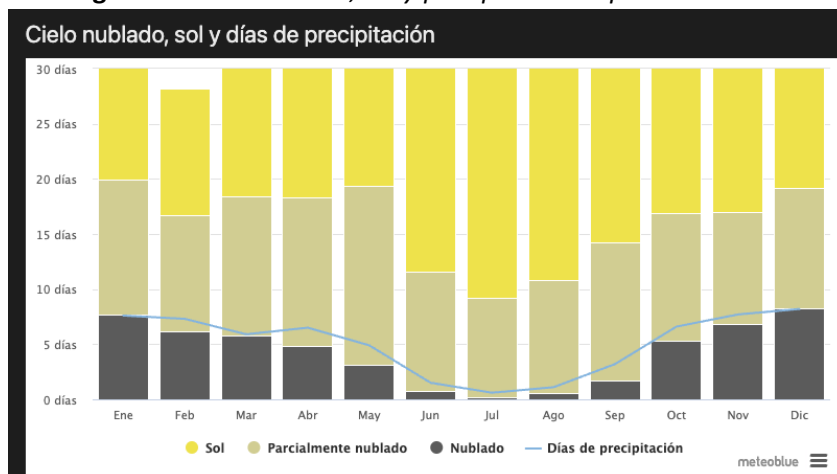
Antes de presentar los datos, es necesario explicar el emplazamiento del aeropuerto. En cuanto a la climatología de la provincia gaditana, en especial la de jerez se caracteriza por ser mediterráneo caracterizados por la presencia de veranos secos y calurosos, con temperaturas medias por encima de los 22 °C e inviernos húmedos y lluviosos, con temperaturas suaves. (Wikipedia, 2023).

En cuanto a su localización geográfica podemos ubicar el aeropuerto en las coordenadas (36°44'41"N 6°03'36"O) caracterizado por una elevación frente al nivel del mar de 28 metros. Estos datos climatológicos son relevantes para comprender cómo de lluvioso e intenso son las precipitaciones en el aeropuerto. (Google Maps, 2023).

A diferencia del apartado anterior donde se recurrieron a los datos proporcionados de la FAA, en este apartado se recurrirán a los datos proporcionados por AEMET, en su sección datos climatológicos valores normales (Se proporcionarán datos climatológicos del periodo 1980-2010). (AEMET, 2023), para ilustrar los valores se adjunta la tabla 6 donde se puede apreciar los diferentes valores del análisis pluviométrico.

Como valores característicos podemos ver que el mes donde más precipitaciones hay es diciembre con una cantidad de 109L/m² coincidiendo dicho mes también con el mes que más días promedio llueve 8,4 días. Estos valores mencionados se comparan de igual manera con la predicción de meteoblue y dan resultados muy parecidos tal como se ve en la figura 7.

Figura 7: Días nublados, sol y precipitaciones por Meteoblue



Nota. Imagen obtenida de la plataforma meteorológica Meteoblue

Tabla 6: Análisis pluviométrico del aeropuerto de jerez a partir de los datos proporcionados por la AEMET en el periodo de 1980-2010

Mes	Prec Mensual/anual media (L/m ²)	Días promedio con prec ≥ 1 (L/ m ²)	Prec, Máx, en un día (L/ m ²)	Prec, mensual más alta (L/ m ²)	Prec, mensual más baja (L/ m ²)
Enero	78,00	6,40	112,20 (07 ene, 1947)	340,70 (ene, 1996)	0,00 (ene, 2005)
Febrero	56,00	6,20	77,10 (18 feb, 2010)	269,80 (feb, 2010)	0,00 (feb, 2012)
Marzo	37,00	5,20	60,00 (11 mar, 1960)	269,80 (feb, 2010)	0,00 (mar, 1997)
Abril	52,00	5,70	62,40 (08 abr, 2008)	186,80 (abr, 1971)	0,00 (abr, 2005)
Mayo	31,00	3,60	74,00 (30 may, 1961)	159,90 (may, 1961)	0,00 (may, 2019)
Junio	9,00	1,10	47,00 (30 jun, 1977)	93,20 (jun, 1970)	0,00 (jun, 2013)
Julio	1,00	0,30	31,00 (03 jul, 1979)	31,00 (jul, 1979)	0,00 (jul, 2019)
Agosto	2,00	0,20	83,00 (28 ago, 1987)	84,10 (ago, 1987)	0,00 (ago, 2019)
Septiembre	27,00	2,70	94,90 (13 sept, 2007)	230,30 (sept, 1949)	0,00 (sept, 1988)
Octubre	72,00	5,80	97,40 (10 oct, 1991)	257,00 (oct, 1960)	0,00 (oct, 1985)
Noviembre	96,00	6,90	74,00 (06 nov, 1982)	440,50 (nov, 1961)	0,00 (nov, 1981)
Diciembre	109,00	8,40	101,00 (27 dic, 1962)	608,90 (dic, 1996)	2,50 (dic, 1988)
Total	570,00	52,50	-	-	-

Nota. Elaboración propia. Fuente: AEMET

Tanto en la imagen de meteoblue como en los datos de AEMET se puede apreciar que los valores máximos de precipitaciones son durante el mes de diciembre y oscilan los 8,5 días aproximadamente al mes.

2.2.3 Análisis termométrico y otros fenómenos meteorológicos

Por último, recurriendo a la misma página anterior haremos un estudio tanto de las temperaturas como de los diferentes fenómenos meteorológicos relevantes que puedan aparecer. Para ello se adjunta la tabla 7 donde se pueden ver datos térmicos y otros relevantes proporcionados por la agencia estatal de meteorología. (AEMET, 2023).

Tabla 7: Datos meteorológicos de especial relevancia

Jerez de la Frontera Aeropuerto												
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	10.7	16.2	5.2	78	77	6.4	0.0	1.0	4.1	2.4	10.6	184
Febrero	12.1	17.8	6.4	56	73	6.2	0.0	0.8	4.6	0.7	8.7	187
Marzo	14.5	20.8	8.3	37	67	5.2	0.0	1.1	2.9	0.1	9.8	224
Abril	16.0	22.2	9.8	49	64	5.7	0.0	1.5	1.8	0.0	7.6	251
Mayo	19.0	25.5	12.5	30	60	3.6	0.0	0.8	1.6	0.0	9.0	300
Junio	22.9	29.9	15.9	9	56	1.1	0.0	0.5	1.0	0.0	15.4	318
Julio	25.9	33.6	18.1	1	52	0.3	0.0	0.3	1.0	0.0	21.9	354
Agosto	26.1	33.5	18.7	2	55	0.2	0.0	0.4	0.8	0.0	19.9	334
Septiembre	23.7	30.4	17.0	27	61	2.2	0.0	1.2	1.4	0.0	12.7	250
Octubre	19.6	25.5	13.7	72	69	5.8	0.0	1.5	2.1	0.0	9.6	225
Noviembre	14.9	20.2	9.5	96	75	6.9	0.0	1.5	3.1	0.0	8.9	184
Diciembre	12.0	16.9	7.1	109	79	8.4	0.0	1.7	3.8	1.0	8.4	158
Año	18.1	24.4	11.9	570	66	52.5	0.0	12.5	28.0	4.0	142.1	2965

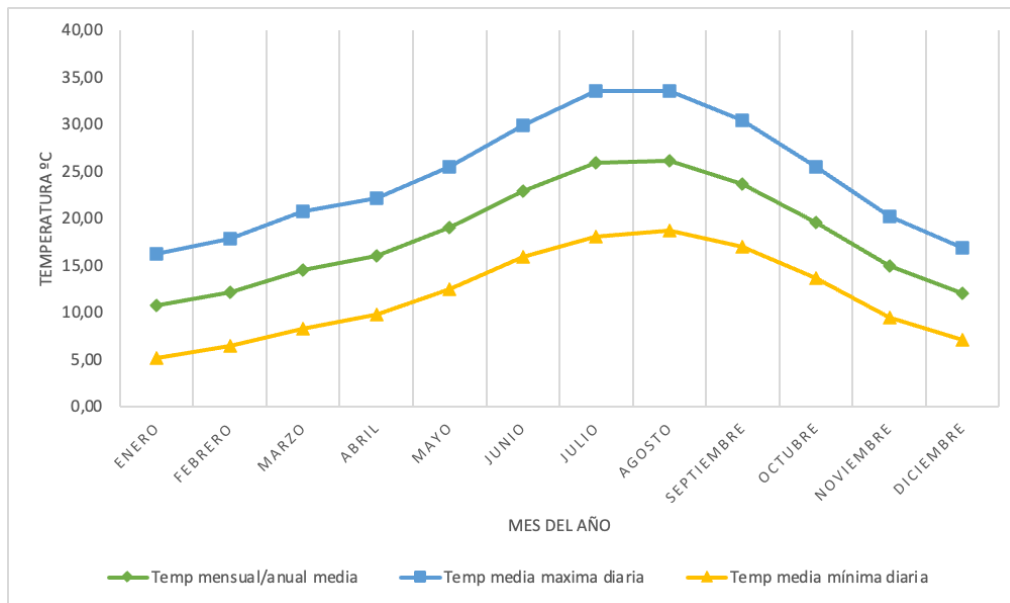
Nota. Elaboración Propia. Fuente: AEMET

Leyenda

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

De la tabla 7 podemos extraer los distintos datos, en especial los asociados a las distintas temperaturas que presenta la estación meteorológica del aeropuerto considerando las columnas (T, Tm y TM) tal como se ve en la figura 8.

Figura 8: Análisis termométrico. Diferentes valores de temperaturas en el aeropuerto de Jerez en el periodo que va desde 1980-2010



Nota. Elaboración propia. Fuente: AEMET

Una vez concluido el análisis termométrico pasaremos a comentar otros factores meteorológicos relevantes como se pueden ver en la tabla 8 (DN, DT, DF, DH). En cuanto a los valores de nieve dado al emplazamiento del aeropuerto, los días de nieve son nulos y los días de heladas son 4 al año. De igual manera los días de tormenta eléctrica son 12,5 al año y se incrementa a casi 28 los días de niebla.

Estos fenómenos meteorológicos son de especial importancia discutirlos dado que no son usuales y podrían tener gran repercusión cuando suceden y más teniendo en cuenta lo que citamos en el apartado 2.2.2 donde se hizo un análisis exhaustivo del coeficiente de utilización de pista para vientos de 10 kt cuyo valor era de 94,02%.

Tal y como se señala en el Anexo 14 de la OACI, se debe tener en cuenta diferentes factores meteorológicos que puedan afectar la actividad aeroportuaria, como la visibilidad de la pista en días nublados, la presencia de nieve, tormentas eléctricas y otros fenómenos similares.

En cuanto a los valores de días despejados y horas de sol, en cuanto al primero son 142 días y en cuanto a las horas de sol son aproximadamente 3000H lo que hacen que el aeropuerto esté emplazado en una localización muy buena, llegando a la conclusión que el coeficiente de utilización de pista del 94% podría ser válido considerando otros fenómenos climatológicos.

2.3 Estado actual del aeropuerto

2.3.1 Introducción

El aeropuerto de Jerez es un aeropuerto internacional situado en la provincia gaditana y distanciado a 9km de Jerez y a 41 de Cádiz. En cuanto a la denominación del aeropuerto tenemos dos tipos según IATA (LEJR) y según OACI (XRY).

En cuanto al horario del aeropuerto este abarca desde las 6:00 hasta las 22:00 (UTC+1) estando abierto de forma ininterrumpida en invierno, y retrasándose una hora la apertura y el cierre en caso de verano. En cuanto a las características según la OACI se puede destacar que es un aeropuerto Civil, Internacional y de categoría 4D donde podemos destacar que la pista es mayor a 1800m (categoría 4) y la envergadura (de 52m a 65m). Dicha información la conocemos tras haber acudido al Anexo 14 de la OACI donde en el apartado 1.6.2 se especifican las características de los aeropuertos. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 9.

Figura 9: Principales referencias para un aeródromo.

Tabla 1-1. Clave de referencia de aeródromo
(véanse 1.6.2 a 1.6.4)

Núm. de clave (1)	Elementos 1 de la clave		Elementos 2 de la clave	
	Longitud de campo de referencia del avión (2)	Letra de clave (3)	Envergadura (4)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a (5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)

a. Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

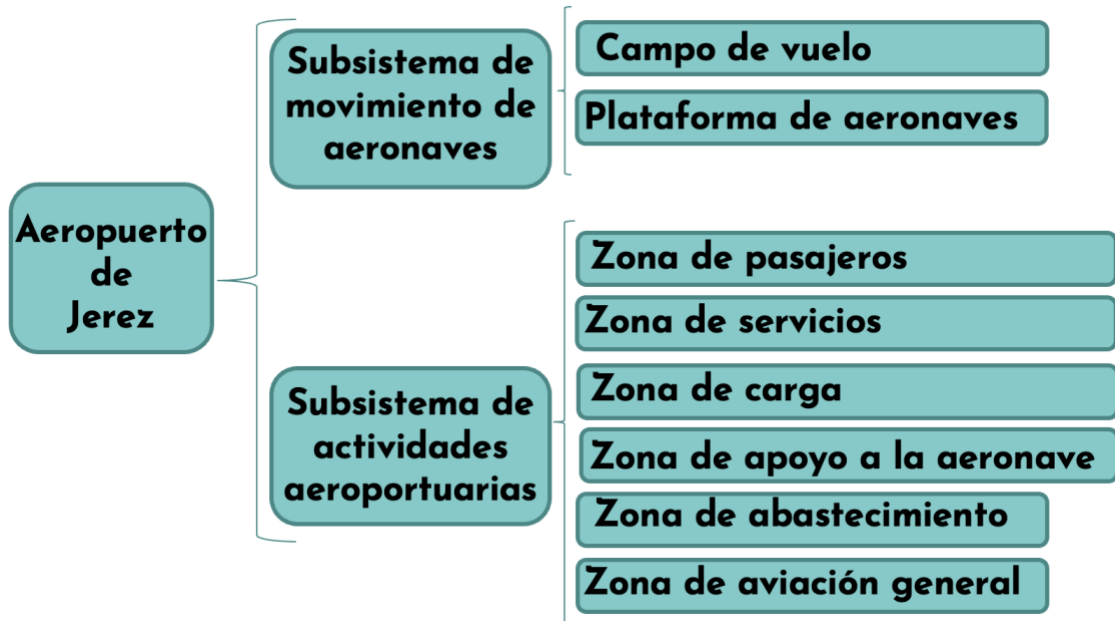
Fuente: Anexo 14 OACI

A modo de introducción se presentan algunas de las características del aeropuerto cuyos datos son extraídos del AIP AD 2-LEJR 1 (Enaire, 2022).

- ARP: 36º 44' 41''N 06º 03 '36''W.
- Distancia y dirección desde la ciudad: 8 km NE.
- Elevación: 28 m / 93 ft.
- Ondulación geode: 46.09 m ± 0.05 m (1).
- Temperatura de referencia: 34°C.
- Temperatura baja media: 9°C.
- Declinación magnética: 1ºW (2020).
- Cambio anual: 7.8'E.
- Administración AD: Aena.

A continuación, se presentan los diferentes subsistemas dentro del aeropuerto con cada una de sus partes. Para una mejor explicación se adjunta un esquema de las diferentes partes del aeropuerto. Para ello se adjunta la figura 10.

Figura 10: Esquema con las diferentes partes que componen el aeropuerto de Jerez



Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Subsistema de movimiento de aeronaves

Dentro del subsistema de movimiento de aeronaves destacaremos principalmente los campos de vuelos y la plataforma de aeronaves tal como queda reflejado en la figura 10.

Toda la información proporcionada para el apartado 2.3 será principalmente obtenida de los diferentes AIP emitidos por Enaire. Como bien es sabido los AIP son documentos los cuales proporcionan información de especial importancia para la navegación aérea en territorio español. En estos documentos se puede ver información relevante sobre el espacio aéreo, procedimientos de vuelos, las diferentes rutas de navegación, así como información sobre las instalaciones aeronáuticas. Será de esta última característica de los AIP, la cuales no bridaremos para dar información sobre los diferentes subsistemas, toda esta información de los diferentes AIP está recogida en la página oficial de Enaire en el apartado Jerez LEJR (Enaire, 2023).

Figura 11: Diferentes AIP Emitidos por Enaire

LEJR JEREZ	
AD 2 LEJR	Datos del aeródromo.
AD 2 10 LEJR	Item 10: OBSTÁCULOS DE AERÓDROMO.
AD 2 LEJR ADC 1	ADC
AD 2 LEJR PDC 1	PDC 1
AD 2 LEJR AOC 1	AOC/1 - RWY 02
AD 2 LEJR AOC 2	AOC/2 - RWY 20
AD 2 LEJR SID 1	SID 1 - RWY 02
AD 2 LEJR SID 2	SID 2 - RWY 20
AD 2 LEJR SID 3	SID 3 - RWY 20 RNAV (DME/DME)
AD 2 LEJR STAR 1	STAR 1 - RWY 02
AD 2 LEJR STAR 2	STAR 2 - RWY 20
AD 2 LEJR IAC 1	IAC/1 - RNP Z RWY 02 (LPV ONLY)
AD 2 LEJR IAC 2	IAC/2 - RNP Y RWY 02
AD 2 LEJR IAC 3	IAC/3 - VOR RWY 02
AD 2 LEJR IAC 4	IAC/4 - ILS Z RWY 20
AD 2 LEJR IAC 5	IAC/5 - ILS Y RWY 20
AD 2 LEJR IAC 6	IAC/6 - LOC Z RWY 20
AD 2 LEJR IAC 7	IAC/7 - LOC Y RWY 20

Fuente: Enaire

2.3.2.1 Campo de Vuelo

Dentro del campo de vuelo podemos resaltar tanto la pista como las calles de rodaduras. La primera es la superficie la cual tiene por finalidad el despegue/aterrizaje de aeronaves mientras que la segunda son las vías por donde se desplazan las aeronaves para dirigirse bien a pista o a zonas de estacionamiento, carga/descarga, etc.

2.3.2.1.1 Pista

La información de la pista la encontraremos principalmente en el AIP AD 2-LEJR 1 donde podremos destacar de la misma las siguientes características recogidas en la figura 11. En la figura 12 vemos un extracto del AIP, Apartado 12, características de la pista del aeropuerto de jerez donde podemos ver información relevante como:

- RWY: Pistas 02/20
- Orientación según su dirección magnética y geográfica
- No hay SWY (zona de parada en caso de despegue interrumpido)
- No hay CWY (Zona libre de obstáculos)
- El área de seguridad extremo de pista (RESA) mide 203x150 m
- La elevación sobre el nivel del mar de la pista oscila entre 20 y 28 m sobre el nivel del mar en su orientación 02/20

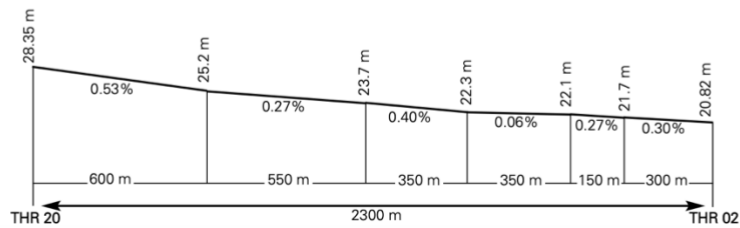
Figura 12: Características físicas de la pista 02/20 del aeropuerto de Jerez

12. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PISTA											RUNWAY PHYSICAL CHARACTERISTICS										
RWY	Orientación Direction	DIM (m)	THR PSN	THR ELEV TDZ ELEV	SWY (m)	CWY (m)	Franja (m) Strip (m)	OFZ	RESA (m)	RWY/SWY SFC PCN											
02	021.43° GEO 022° MAG	2300 x 45	364405.91N 0060353.33W	THR: 21 m / 68 ft TDZ: No	No	No	2420 x 300	No	203 x 150	RWY: ASPH PCN: (1) SWY: No											
20	201.43° GEO 202° MAG	2300 x 45	364515.37N 0060319.46W	THR: 28.4 m / 93 ft TDZ: 28.4 m / 93 ft	No	No	2420 x 300	No	240 x 150	RWY: ASPH PCN: (2) SWY: No											

Observaciones:

- (1) 160 m FM THR 02 PCN 51/F/A/W/T,
BTN 160 & 1660 m FM THR 02 PCN 100/F/A/W/T,
BTN 1660 & 1800 m FM THR 02 PCN 80/F/A/W/T,
BTN 1800 & 2150 m FM THR 02 PCN 38/F/A/W/T,
BTN 2150 & 2300 m FM THR 02 PCN 65/F/A/W/T.
- (2) 150 m FM THR 20 PCN 65/F/A/W/T,
BTN 150 & 500 m FM THR 20 PCN 38/F/A/W/T,
BTN 500 & 640 m FM THR 20 PCN 80/F/A/W/T,
BTN 640 & 2140 m FM THR 20 PCN 100/F/A/W/T,
BTN 2140 & 2300 m FM THR 20 PCN 51/F/A/W/T.

Perfil:



Remarks:

- (1) 160 m FM THR 02 PCN 51/F/A/W/T,
BTN 160 & 1660 m FM THR 02 PCN 100/F/A/W/T,
BTN 1660 & 1800 m FM THR 02 PCN 80/F/A/W/T,
BTN 1800 & 2150 m FM THR 02 PCN 38/F/A/W/T,
BTN 2150 & 2300 m FM THR 02 PCN 65/F/A/W/T.
- (2) 150 m FM THR 20 PCN 65/F/A/W/T,
BTN 150 & 500 m FM THR 20 PCN 38/F/A/W/T,
BTN 500 & 640 m FM THR 20 PCN 80/F/A/W/T,
BTN 640 & 2140 m FM THR 20 PCN 100/F/A/W/T,
BTN 2140 & 2300 m FM THR 20 PCN 51/F/A/W/T.

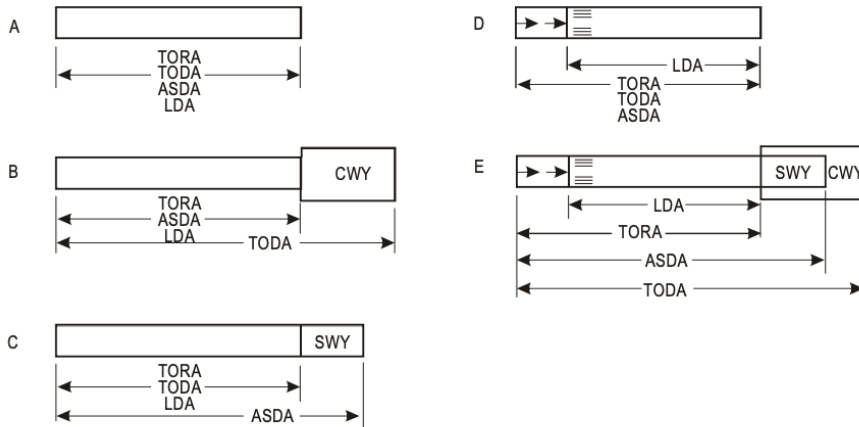
Profile:

Fuente: Enaire

Otra de las características fundamentales de la pista como se puede ver en el anexo 14 de la OACI en su apartado 2.8, se definen las distancias declaradas las cuales son (TORA, ASDA, TODA, LDA) y las cuales quedan reflejadas en la figura 13.

- TORA: Recorrido de despegue disponible
- ASDA: Distancia de aceleración parada disponible
- TODA: Distancia de despegue disponible
- LDA: Distancia de aterrizaje disponible

Figura 13: Características físicas de la pista 02/20 del aeropuerto



Fuente: Anexo 14 OACI.

Resumiendo, la información recopilada del AIP AD 2-LEJR 1, en su apartado 13 podemos definir las siguientes distancias declaradas recopiladas en la tabla 8.

Tabla 8: Distancias declaradas del aeropuerto de Jerez

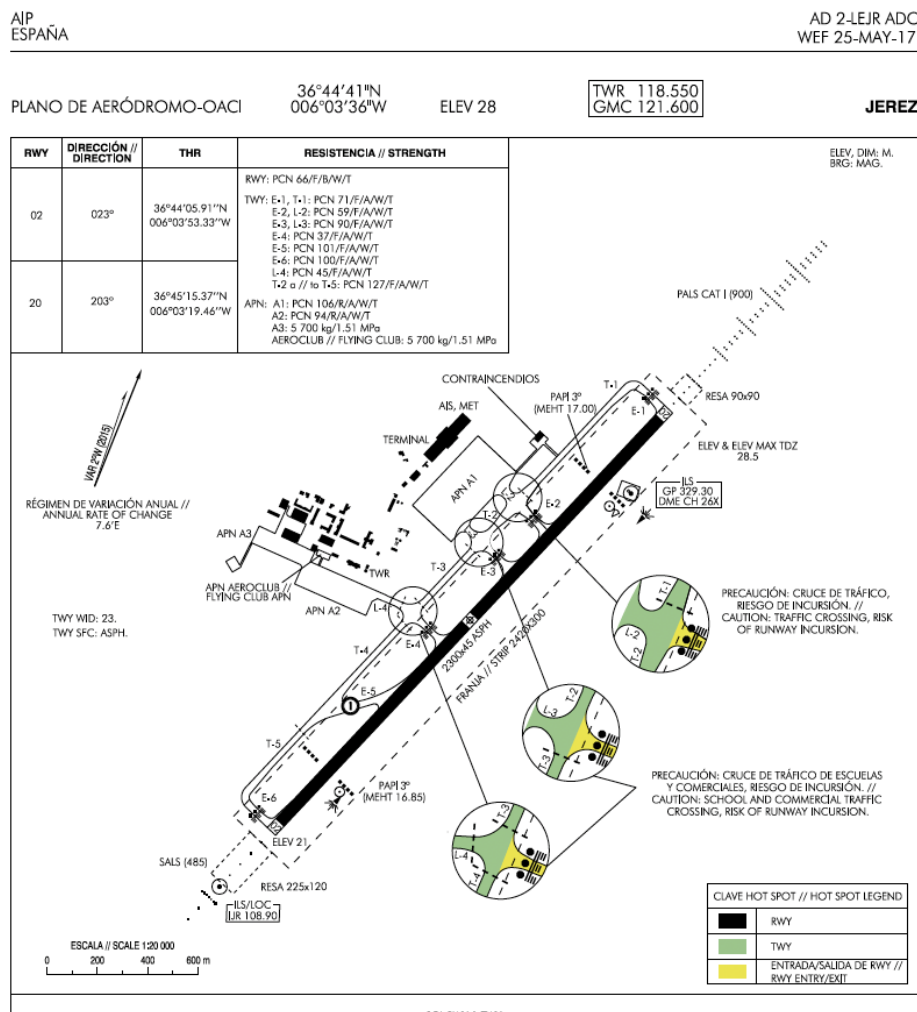
RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	(m)
2	2300	2300	2300	2300
20	2300	2300	2300	2300

Fuente: Enaire

2.3.2.1.2 Calle de rodadura

La información referente a las calles de rodadura la obtenemos del AIP AD-2-LEJR ADC tal y como se puede ver en la figura 14.

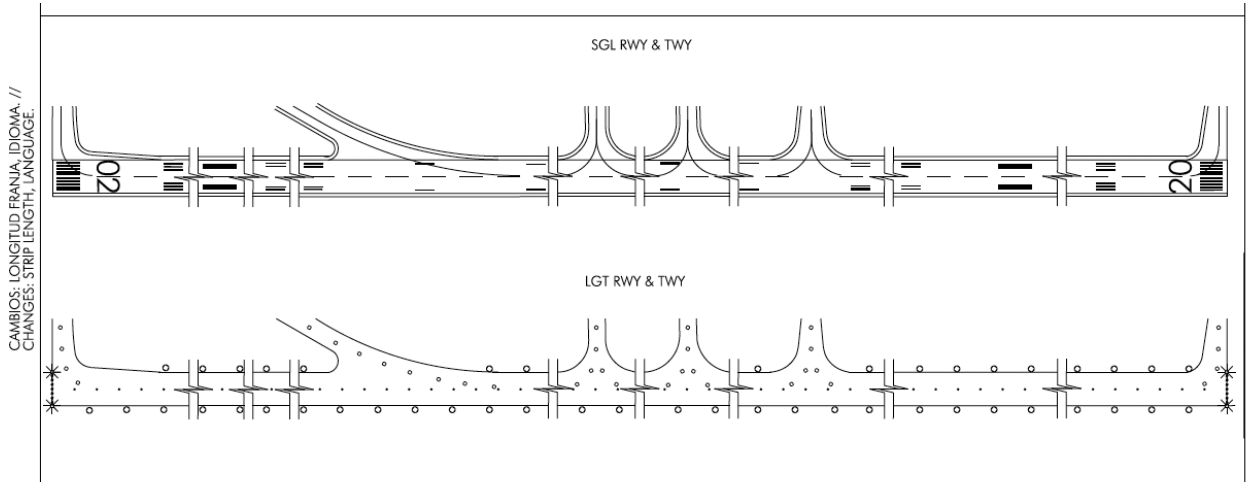
Figura 14: Calles de rodadura del aeropuerto de jerez



Fuente: Enaire

De igual manera se adjuntará un plano en detalle de las calles de rodadura las cuales se pueden ver en la figura 15.

Figura 15: Plano en detalle de las calles de rodadura



Fuente: Enaire

2.3.2.2 Plataforma de estacionamiento de aeronaves

En cuanto a las plataformas de estacionamiento de las aeronaves podemos destacar que el aeropuerto de Jerez dispone de tres zonas las cuales se denominan A1 A2 y A3. La primera de ellas está dirigida a la aviación comercial mientras que las otras dos a aviación general. Para ilustrar la plataforma de estacionamiento nos valdremos de la figura 16 donde usando Google maps crearemos la figura destacando los tres tipos de plataformas de estacionamiento.

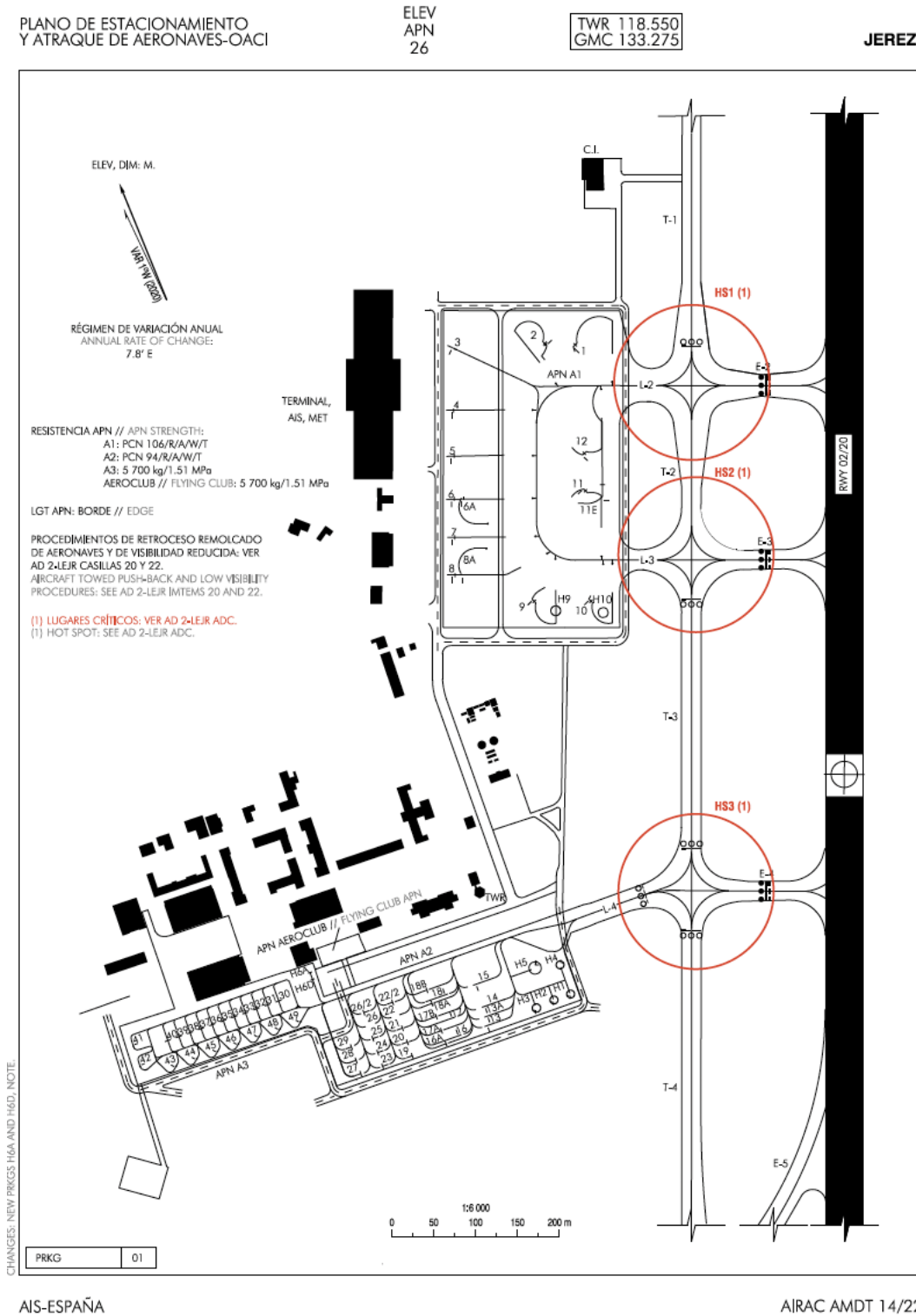
Figura 16: Diferentes tipos de plataformas de estacionamiento A1, A2, A3



Fuente: Google Maps. Elaboración propia

A continuación se adjunta la información referente al plano de estacionamiento y atraque de aeronaves del aeropuerto de Jerez según el AIP AD 2-LEJRPDC.

Figura 17: Diferentes tipos de plataformas de estacionamiento



Fuente: Enaire

2.3.3 Subsistema de actividades aeroportuarias

El subsistema de actividades aeroportuarias es fundamental para garantizar el funcionamiento adecuado de un aeropuerto siendo capaz de garantizar y atender las necesidades de los diferentes clientes que utilizan el aeropuerto (pasajeros, aerolíneas, comercio de carga/descarga), etc. Como se aprecia en la figura 10, tenemos diferentes partes dentro de las actividades aeroportuarias como son:

- Zona de Pasajeros
- Zona de Servicio
- Zona de Carga
- Zona de apoyo a la aeronave
- Zona de abastecimiento
- Zona de aviación general

2.3.3.1 Zona de Pasajeros

La zona de pasajeros es espacio reservado para que los pasajeros realicen todas aquellas actividades necesarias para abordar su vuelo y se sientan cómodos con el servicio aeroportuario. En este apartado tendremos el área terminal, la zona de salidas y llegadas. A continuación se adjunta la figura 18 donde se puede apreciar un plano del área terminal.

Figura 18: Plano del área terminal del aeropuerto de Jerez



Fuente: AENA

La terminal del aeropuerto de jerez se construyó en 1992 y ha sufrido varias ampliaciones. Su disposición en planta es característica por ser rectangular y dividirse en tres partes. La zona de la izquierda es para la sala de llegadas, la zona central es el vestíbulo de salida y facturación y la zona derecha para las salidas.

Una vez mencionada las diferentes partes del área terminal hablaremos un poco más de las zonas, en primer lugar, trataremos la zona de salidas, (derecha) en la cual podemos destacar una superficie de 1400 m² y 20 mostradores de facturación de los cuales son útiles 16. De igual manera en esta parte del aeropuerto se encuentran los controles de seguridad los cuales hay 4 puntos de control con cuatro máquinas y cuatro arcos. El aeropuerto consta también con siete puertas de embarque y otras zonas de ocio y bienestar para el usuario como son tiendas, cafeterías, comercios, etc.

En cuanto a la zona de llegadas(izquierda) de la termina se puede destacar que ocupa una superficie aproximada de 1300m² y dispone de 4 habitáculos de recogidas de equipajes. De igual manera hay cuatro puntos de control para pasajeros (no Schengen) que requieran un mayor control de aduanas.

En cuanto a la primera planta de la terminal, está reservada para el bloque técnico por lo que no sería utilizada por los pasajeros.

Otra de las zonas interesantes para los pasajeros son los accesos ya se bien por transporte público como por coches. El aeropuerto de jerez consta de 3 zonas de aparcamientos tal y como se ve en la figura 19.

Figura 19: Zona de aparcamiento del aeropuerto de Jerez



Fuente: Google Earth

2.3.3.2 Zona de Servicio

En relación a la zona de servicio se pueden encontrar tanto instalaciones como dependencias encargadas de prestar diversos servicios como ayudas para la navegación, aproximación o salidas, control del tráfico aéreo, comunicaciones, servicio de información meteorológica, y otros tipos de información relacionado con las comunicaciones aéreas.

2.3.3.3 Zona de Carga

En relación a la zona de carga es interesante destacar que el aeropuerto de Jerez hasta el año 2021 tenía muy poco tráfico de carga (una media de 300 Kg/año) no obstante en el año 2022 ha habido un incremento muy grande en cuanto al tráfico de carga tal como se puede ver en la tabla 9. (AENA, 2023).

Tabla 9: Evolución del tráfico de carga del aeropuerto de Jerez desde 2018

Año	Carga (Kg)	% Respecto al año anterior
2018	279	-51,70%
2019	333	19,40%
2020	103	-69,10%
2021	455	36,60%
2022	3.436	655,20%

Fuente: Aena. Elaboración propia

Es especialmente interesante mencionar como durante el año 2021 se incrementó un 36% el tráfico de carga respecto al año anterior, y durante 2022 un 655%. Este gran aumento muy probablemente sea derivado de la pandemia del COVID-19 ya sea bien para el envío de material sanitario.

2.3.3.4 Zona de apoyo a la aeronave

En cuanto a la zona de apoyo a la aeronave hace referencia a todos los elementos los cuales sirven para dar asistencia a las maniobras de las aeronaves como son los equipos de handling.

2.3.3.5 Zona de aviación general

En cuanto a la zona de aviación general es de destacar que no existe un edificio dedicado de forma exclusiva a la aviación general por lo que para poder atender a estas necesidades se utiliza el edificio terminal. Hay dos Hangares disponibles para cubrir estas necesidades en las zonas de plataforma A3.

2.3.3.6 Zona de abastecimiento y otras zonas destacables

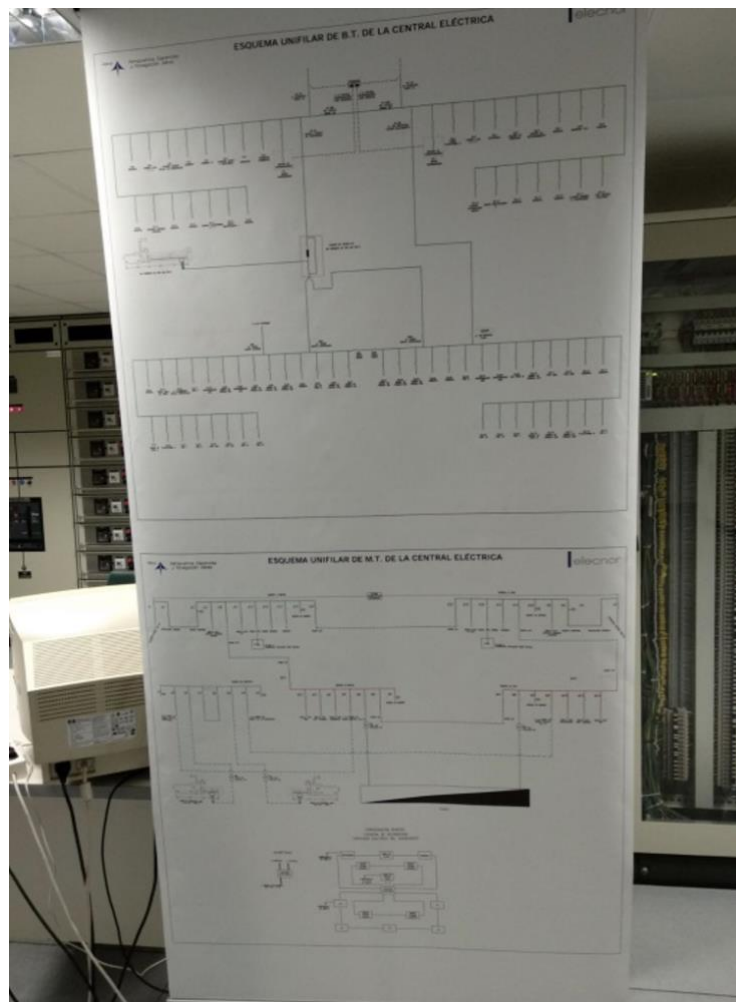
En este apartado se tratarán tanto las diferentes zonas de abastecimiento (eléctrico, aguas, combustible) como otras zonas destacables como la estación de bomberos, etc.

2.3.3.6.1 Zona de abastecimiento eléctrico

En cuanto a la zona de abastecimiento eléctrico en primer lugar debemos situar la central eléctrica la cual se encuentra junto a la terminal de pasajeros en una zona la cual tiene 2500m² de los cuales solo 900m² van dedicados a la central eléctrica.

En cuanto a la empresa encargada del suministro eléctrico es Endesa, la cual proporciona las dos principales líneas de alimentación (15 kW a través de 4 TRAFOS). Para más información relevante a la distribución eléctrica se adjunta la figura 20 donde se pueden ver los esquemas unifilares tanto de la alta como la baja tensión de la zona de abastecimiento eléctrico.

Figura 20: *Esquemas unifilares de la central eléctrica del aeropuerto de Jerez*



Fuente: Elaboración propia.

Según la información referente al nuevo plan director aprobado en 2022 esta zona ha sufrido modificaciones sustanciales como una nueva línea de emergencia en caso de fallo y ampliación de la capacidad hasta los 5 MW.

2.3.3.6.2 Zona de abastecimiento de agua

En cuanto al suministro y abastecimiento de agua, Aguas de Jerez es la empresa la cual se encarga del suministro de agua al aeropuerto. La zona del trazado y suministro de agua ha sufrido modificaciones sustanciales fruto de la construcción de las líneas de AVE.

2.3.3.6.3 Zona de abastecimiento de combustible

En cuanto a la zona de combustible es importante destacar que la empresa encargada del suministro de combustible es CLH S.A la cual lleva proporcionando combustible desde la construcción del aeropuerto. (Gobierno de España, 1999).

2.3.3.6.4 Otras zonas relevantes del aeropuerto

En cuanto a otras zonas destacables del aeropuerto tenemos la zona de salvamento donde se encuentra el parque de bomberos. Según el anexo 14 en su sección 9.2 se declaran las diferentes categorías que ha de tener un aeropuerto en cuanto al servicio de salvamento. En función de las diferentes dimensiones de las aeronaves deberá tener una categoría de salvamento u otro. Para ejemplificar lo que se cita en el anexo 14 se adjunta la figura 18. (OACI, Séptima edición, julio de 2016).

Figura 21: *Categoría del aeródromo a efectos del salvamento y extinción de incendios*

Categoría del aeródromo (1)	Longitud total del avión (2)	Anchura máxima del fuselaje (3)
1	de 0 m a 9 m exclusive	2 m
2	de 9 m a 12 m exclusive	2 m
3	de 12 m a 18 m exclusive	3 m
4	de 18 m a 24 m exclusive	4 m
5	de 24 m a 28 m exclusive	4 m
6	de 28 m a 39 m exclusive	5 m
7	de 39 m a 49 m exclusive	5 m
8	de 49 m a 61 m exclusive	7 m
9	de 61 m a 76 m exclusive	7 m
10	de 76 m a 90 m exclusive	8 m

Fuente: Anexo 14 OACI, sección 9.2

Actualmente la categoría del aeropuerto según la figura 21 es categoría 7 sin embargo si evaluamos las aeronaves que operan debería ser categoría 8.

2.4 Espacio Aéreo y Servicio de Control de tráfico aéreo

En cuanto al espacio aéreo del aeropuerto está delimitado por el CTR Jerez en un radio de 7MN y límites verticales de 2500 ft. (Enaire, 2023). En cuanto a las comunicaciones y radioayudas a la navegación podemos destacar las señales recogidas en la figura 22.

Figura 22: Comunicaciones y radioayudas para la navegación del aeropuerto de Jerez

18. INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN ATS				ATS COMMUNICATION FACILITIES	
Servicio Service	Distintivo llamada Call sign	FREQ	HR	Observaciones Remarks	
APP	Sevilla APP	128.500 MHz	H24		
TWR	Jerez TWR	118.550 MHz	HR AD		
		121.500 MHz	HR AD	EMERG	
		133.275 MHz	HR AD	GMC	
		243.000 MHz	HR AD	EMERG	
		257.800 MHz	HR AD	MIL	
VDF	Jerez gonio	118.550 MHz	HR AD		
		121.500 MHz	HR AD		
ATIS	Jerez Information	125.650 MHz	HR AD		
D-ATIS	Jerez Information	NIL	HR AD	Suministro de información ATIS mediante enlace de datos. // Provision of ATIS information via data link.	

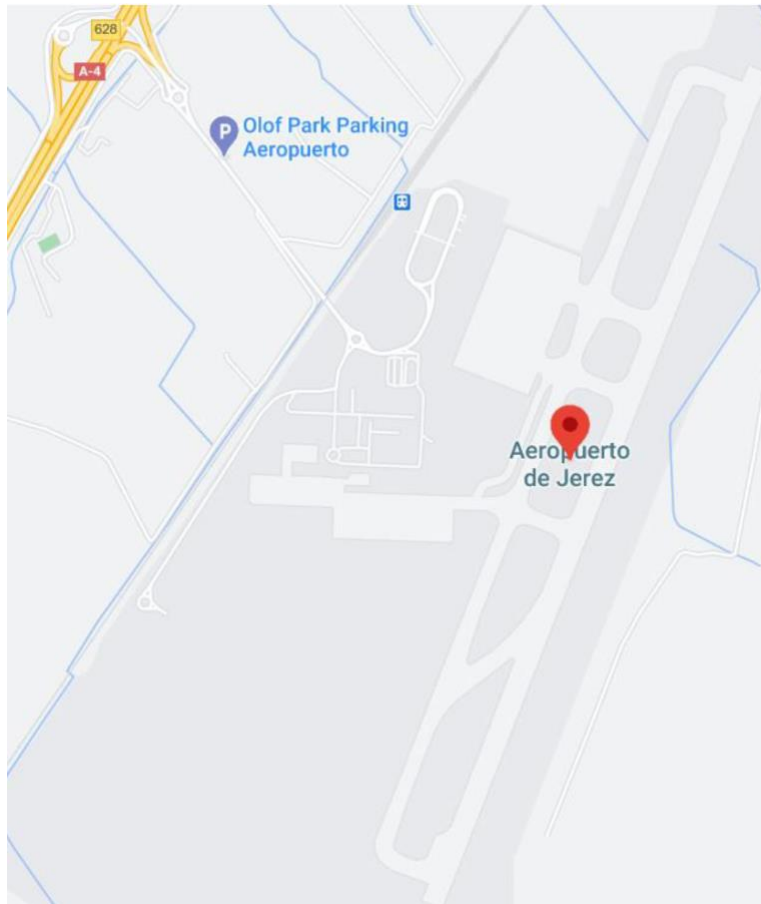
19. RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN Y EL ATERRIZAJE				RADIO NAVIGATION & LANDING FACILITIES		
Instalación (VAR) Facility (VAR)	ID	FREQ	HR	Coordenadas Coordinates	ELEV DME	Observaciones Remarks
DVOR (1°W)	JRZ	113.000 MHz	H24	364854.7N 0060135.5W		A // At 40 NM AVBL BTN: - R-040/R-140 a // at 8000 ft AMSL o // or ABV. - R-140/R-040 a // at 4000 ft AMSL o // or ABV.
DME	JRZ	CH 77X	H24	364854.9N 0060134.7W	90 m	A // At 40 NM AVBL BTN: - R-040/R-140 a // at 8000 ft AMSL o // or ABV. - R-140/R-040 a // at 4000 ft AMSL o // or ABV.
NDB (1°W)	JER	433.000 kHz	H24	365004.1N 0060058.4W		COV 50 NM
LOC 20	IJR	108.900 MHz	H24	364356.8N 0060357.8W		203° MAG / 301 m FM THR 02
ILS CAT I GP 20		329.300 MHz	H24	364503.5N 0060319.9W		3°; RDH 15.8 m; a // at 344 m FM THR 20 & 124 m FM RCL a la izquierda en el sentido de APCH // On the left in direction APCH.
ILS/DME 20 (1°W)	IJR	CH 26X	H24	364503.7N 0060320.4W	36 m	REF DME THR 20
DVOR (1°W)	VJF	117.80 MHz	H24	361421.6N 0055831.8W		Oscilaciones // Oscillations BLW 4500 ft AMSL, BTN R-040/R-130.
DME	VJF	CH 125X	H24	361421.3N 0055831.2W	210 m	

Fuente: Enaire. AIP AD 2-LEJR 1

2.5 Accesos al aeropuerto

En referencia a las infraestructuras de transporte existen tres formas de llegar al aeropuerto. La primera de ellas es a través de un vehículo particular a través de la autovía A4 la cual conecta la ciudad Jerezana con Sevilla. Además, se destaca la red ferroviaria con la línea C1 de cercanías o también la línea de alta velocidad la cual conecta desde Córdoba a Cádiz. Estas alternativas se muestran en la figura 23 donde se observa una vista aérea del aeropuerto con sus posibles accesos. De igual manera hay comunicaciones via autobús a través del consorcio de transporte de la bahía de Cádiz con su línea C1. (Jerez, 2011)

Figura 23: Accesos al aeropuerto de Jerez



Fuente: Google Maps

Figura 24: Estación terminal Aeropuerto de Jerez línea C-1



Fuente: Diario de Jerez

2.6 Análisis del tráfico aéreo

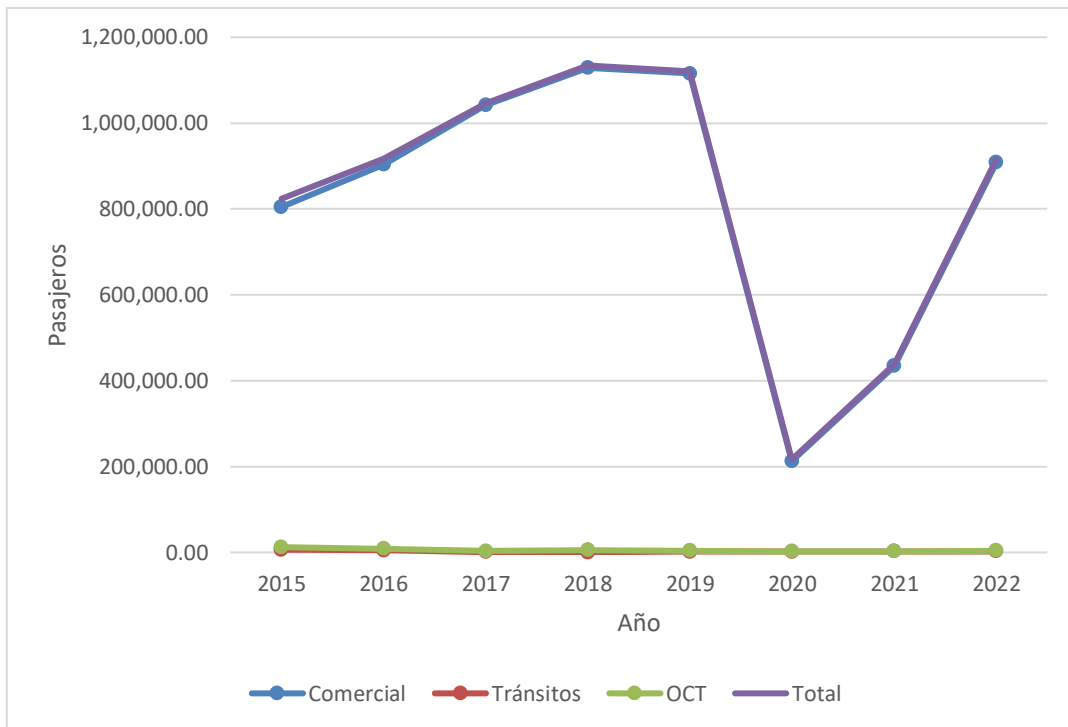
El objetivo principal de este apartado es analizar tanto las características de tráfico aéreo del aeropuerto de Jerez como su situación actual y su evolución durante los años anteriores. Para poder realizar este análisis utilizaremos los datos públicos proporcionados por AENA centrándonos en la actualidad y comparándolos bien con el nuevo plan director aprobado, con el antiguo de 2001 y también viendo que influencia hubo en el tráfico aéreo desde marzo de 2020 hasta finales de 2022 donde se verá la influencia de la pandemia de la COVID-19. Se analizarán los diferentes tipos de vuelos que hay (mercancías, aeronaves y pasajeros). Para ejemplificar la evolución del tráfico aéreo del aeropuerto de Jerez se adjuntan la tabla 10 y la figura 25. (AENA, 2023)

Tabla 10: Evolución del tráfico aéreo del aeropuerto de Jerez desde el año 2015

Año	Comercial	% Resp total	Tránsitos	% Resp total	OCT	% Resp total	Total
2015	804.659,00	97,75%	6.259,00	0,76%	12.242,00	1,49%	823.160,00
2016	903.324,00	98,52%	4.843,00	0,53%	8.739,00	0,95%	916.906,00
2017	1.042.062,00	99,57%	929,00	0,09%	3.558,00	0,34%	1.046.549,00
2018	1.128.710,00	99,50%	356,00	0,03%	5.275,00	0,47%	1.134.341,00
2019	1.115.719,00	99,51%	1.437,00	0,13%	4.008,00	0,36%	1.121.164,00
2020	212.522,00	-81,90%	1.664,00	15,80%	2.133,00	-46,60%	216.319,00
2021	434.022,00	104,20%	2.530,00	52,00%	2.214,00	3,80%	438.766,00
2022	908.489,00	109,30%	2.595,00	2,60%	4.185,00	89,00%	915.269,00

Fuente: AENA. Elaboración propia

Figura 25: Evolución del tráfico de pasajeros del aeropuerto de Jerez en el periodo 2015-2022



Fuente: AENA. Elaboración propia

Es de especial interés hablar sobre la figura 22 donde se puede ver cómo hay una evolución progresiva entre 2015 y 2019 (con una pequeña caída en 2019). Después evolucionando en el eje de abscisas vemos una gran caída en 2020 y una progresiva recuperación del tráfico aéreo. En cuanto al decrecimiento del tráfico aéreo en el año 2019 probablemente sea debido a la influencia del Brexit y sin lugar a duda la gran caída del año 2020 es debido a la pandemia del COVID-19. Como se puede ver en los años 2021 y 2022 la evolución es progresiva y directamente proporcional a la discusión de restricciones de la pandemia hasta llegar a 2023 donde no se incluye en este TFM pero ya se pueden apreciar valores previos a la pandemia.

Ahora bien, como comentamos al principio de este trabajo fin de master se realizarán comparaciones entre los distintos planes directores. En el plan director de 2001 se ve un incremento lineal del tráfico aéreo donde no se contempló tampoco la crisis acaecida de la quiebra de Lehman Brothers por lo que durante los años 2008 hasta 2011 hubo una caída semejante a la de la figura 22. En el plan director del año 2022 no se contempla la crisis de la COVID-19 de igual manera, cosa que en este trabajo sí se realiza.

Me gustaría también hacer una aclaración respecto a los datos de la tabla 11. Los datos referentes a los últimos 5 años si fueron proporcionados por la página de AENA estadísticas, mientras que los referentes a 2015-2018 fueron extraídos del nuevo plan director del aeropuerto de Jerez con la finalidad de dar una mejor proyección y comparación de los datos. No obstante, con la extracción de los últimos 5 años serían necesarios para el desarrollo de un nuevo plan director. (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, 2022)

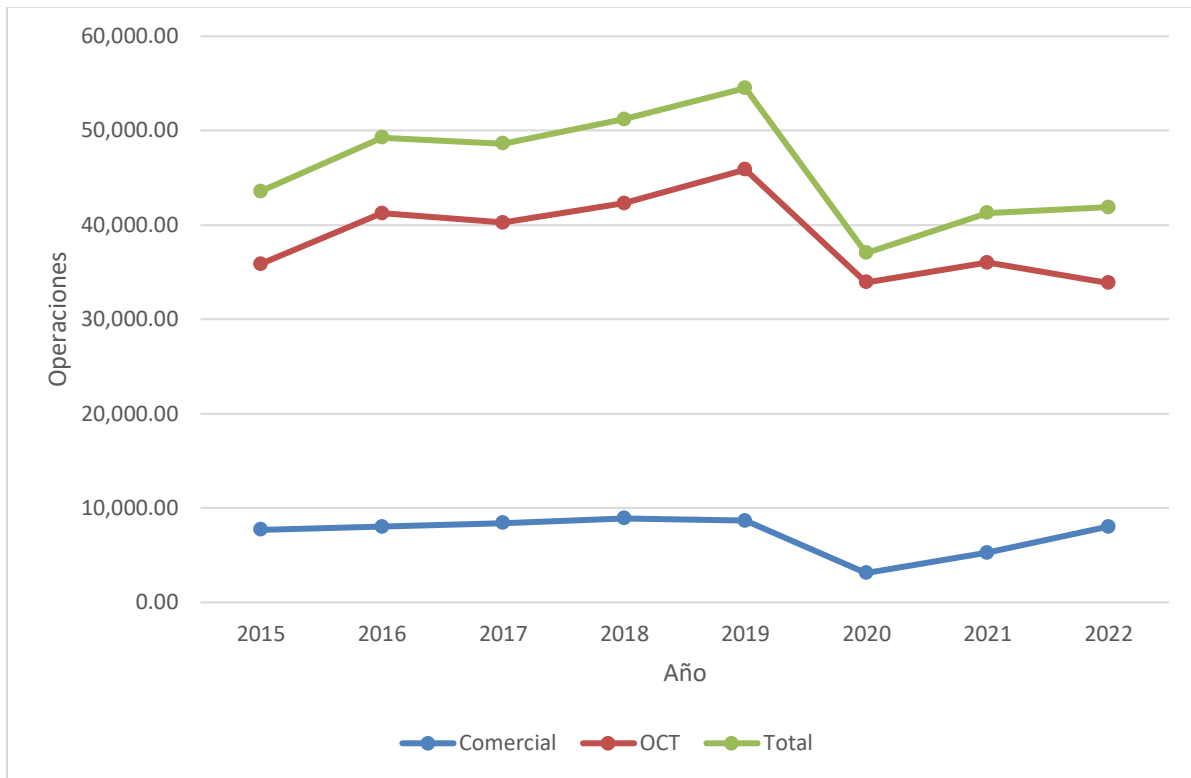
Una vez evaluado el tráfico de pasajeros, uno de los parámetros más interesantes a la hora de evaluar un aeropuerto, toca hablar sobre el tráfico de aeronaves. De igual manera que hemos hecho con los datos obtenidos de AENA para pasajeros, extraemos los datos de tráfico de aeronaves. (AENA, 2023). Para ejemplificar lo citado se adjunta la tabla 11 donde se puede ver los valores de tráfico aéreo de aeronaves entre el periodo 2015/2022 y de igual manera para ilustrar la evolución se adjunta la figura 26.

Tabla 11: Evolución del tráfico de aeronaves/operaciones del aeropuerto de Jerez desde el año 2015

Año	Comercial	% Resp año anterior	OCT	% Resp año anterior	Total
2015	7.701,00	17,68%	35.861,00	82,32%	43.562,00
2016	8.026,00	16,29%	41.240,00	83,71%	49.266,00
2017	8.389,00	17,25%	40.239,00	82,75%	48.628,00
2018	8.890,00	17,36%	42.305,00	82,64%	51.195,00
2019	8.640,00	15,85%	45.864,00	84,15%	54.504,00
2020	3.106,00	8,39%	33.919,00	91,61%	37.025,00
2021	5.262,00	12,75%	35.998,00	87,25%	41.260,00
2022	8.033,00	19,18%	33.850,00	80,82%	41.883,00

Fuente: AENA. Elaboración propia

Figura 26: Evolución del tráfico de pasajeros del aeropuerto de Jerez en el periodo 2015



Fuente: AENA. Elaboración propia

De la gráfica representada en la figura 23 podemos ver como las operaciones OCT aproximadamente suponen más de un 80% de las operaciones mientras que el 20% aproximadamente se corresponde con operaciones comerciales. En relación a este elevado número de operaciones OCT es debido a la escuela de pilotos de Jerez, escuela de gran prestigio y afluencia de pilotos en formación.

En consonancia con la figura 25, la evolución de las gráficas son semejantes, las operaciones evolucionan de forma proporcional hasta 2020, y se va recuperando progresivamente hasta día de hoy.

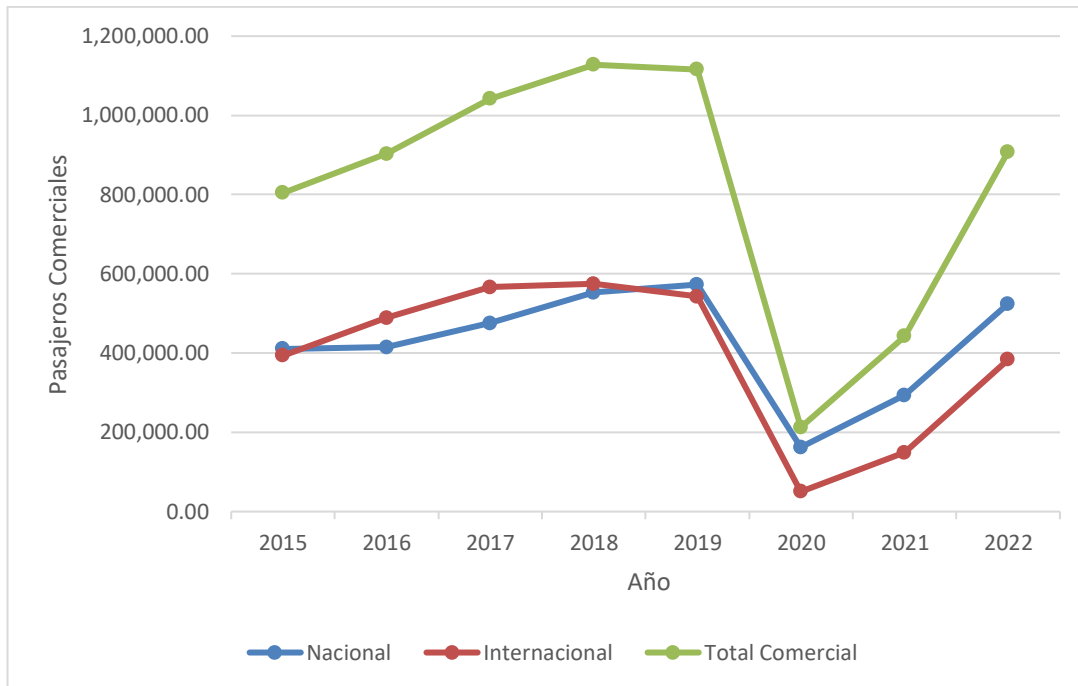
El tercer aspecto a considerar en la evaluación del tráfico aéreo es la procedencia de pasajeros/aeronaves según su procedencia, nacional e internacional, donde esta última categoría a su vez se puede dividir en pasajeros internacionales Schengen o no Schengen . Estos datos van a quedar recogidos en la tabla 12 y en la figura 27 donde se presentarán los datos de pasajeros nacionales e internacionales y de igual manera se ilustrarán los datos. Es importante para esta gráfica destacar que en 2017/2018 hubo mejoras en las compañías aéreas (Airnostrum y Vueling) lo que hizo que hubiera una mejor afluencia de tráfico como se ve en los datos de la tabla 12 y figura 27. De igual manera se puede ver en la columna % resp A.A (Respecto al año anterior) datos que sirven para comparar los datos de ese año de forma relativa al año anterior.

Tabla 12: Evolución del tráfico comercial según su procedencia (nacional / internacional)

Año	Nacional	Crec(%)		Crec(%)		Total Comercial	Crec(%) A.A
		A.A	Internacional	A.A			
2015	411.002,00	-	393.557,00	-	804.559,00	-	
2016	414.558,00	0,86%	488.766,00	19,48%	903.324,00	10,93%	
2017	475.551,00	12,83%	566.511,00	13,72%	1.042.062,00	13,31%	
2018	552.826,00	13,98%	574.996,00	1,48%	1.127.822,00	7,60%	
2019	572.977,00	3,52%	542.742,00	-5,94%	1.115.719,00	-1,08%	
2020	162.406,00	-252,81%	50.116,00	-982,97%	212.522,00	-424,99%	
2021	293.853,00	44,73%	149.169,00	66,40%	443.022,00	52,03%	
2022	524.379,00	43,96%	384.110,00	61,17%	908.489,00	51,24%	

Fuente: AENA. Elaboración propia

Figura 27: Evolución del tráfico de pasajeros según su procedencia



Fuente: AENA. Elaboración propia

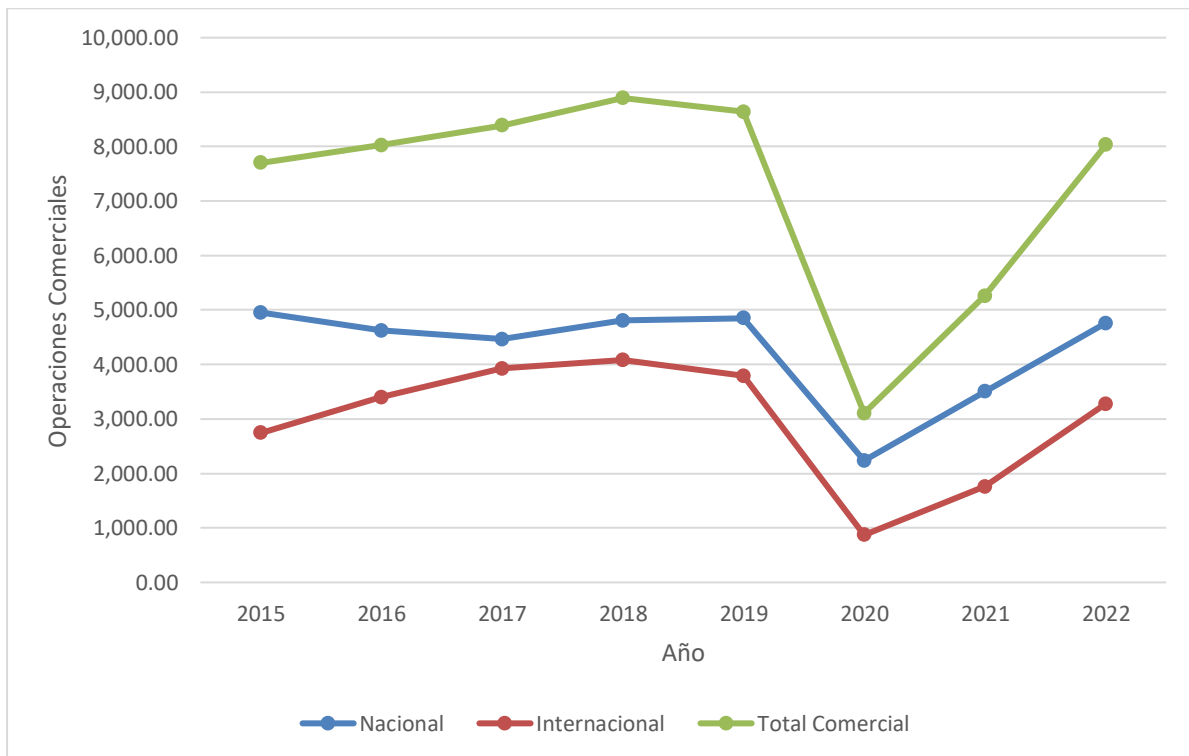
Tal y como se puede ver la caída del tráfico aéreo internacional fue mucho mayor que la de nacional, cosa que es lógica debido a la pandemia y sus restricciones. De igual manera que hemos hecho anteriormente realizamos el mismo cálculo para operaciones nacionales/internacionales tal como queda reflejado en la tabla 13 e ilustrado en la figura 28

Tabla 13: Evolución de las operaciones comerciales según su procedencia (nacional / internacional)

Año	Nacional	Crec(%) A.A	Internacional	Crec(%) A.A	Total Comercial	Crec(%) A.A
2015	4.954,00	-	2.747,00	-	7.701,00	-
2016	4.624,00	-7,14%	3.402,00	19,25%	8.026,00	4,05%
2017	4.462,00	-3,63%	3.927,00	13,37%	8.389,00	4,33%
2018	4.809,00	7,22%	4.082,00	3,80%	8.891,00	5,65%
2019	4.849,00	0,82%	3.791,00	-7,68%	8.640,00	-2,91%
2020	2.236,00	-116,86%	870,00	-335,75%	3.106,00	-178,17%
2021	3.504,00	36,19%	1.758,00	50,51%	5.262,00	40,97%
2022	4.759,00	26,37%	3.274,00	46,30%	8.033,00	34,50%

Fuente: AENA. Elaboración propia

Figura 28: Evolución de las operaciones según su procedencia



Fuente: AENA. Elaboración propia

En lo que a rutas se refiere es importante analizar las rutas aéreas con mayor y menor afluencia tanto de pasajeros como de operaciones de aeronaves. En 2018 la ruta más recorrida fue Madrid-Barajas, esta ruta ha sido por lo general la más utilizada, sin embargo en 2022 la ruta de mayor afluencia de pasajeros fue la de Barcelona-El Prat. Para ilustrar lo citado se adjuntan las tablas 14 y 15, donde en la primera se puede ver la afluencia de pasajeros en rutas aéreas, y en la segunda la afluencia de aeronaves.

Tabla 14: *Distribución del tráfico aéreo comercial según las rutas con más afluencia (año 2018 y 2022)*

AÑO 2022			
Aeropuertos	País	PASAJEROS TOTALES	% Total
BARCELONA-EL PRAT J.T.	ESPAÑA	199.186,00	21,76%
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	ESPAÑA	189.967,00	20,76%
DUSSELDORF	ALEMANIA	92.106,00	10,06%
FRANKFURT/INTERNACIONAL	ALEMANIA	89.198,00	9,75%
PALMA DE MALLORCA	ESPAÑA	81.753,00	8,93%
MUNICH /FRANZ JOSEF STRAUSS	ALEMANIA	36.728,00	4,01%
LONDRES /STANSTED	REINO UNIDO	30.441,00	3,33%
HANNOVER	ALEMANIA	24.707,00	2,70%
HAMBURGO/ FUHLSBUETTEL	ALEMANIA	22.988,00	2,51%
PARIS /ORLY	FRANCIA	21.272,00	2,32%
OTROS	Varios	126.923,00	13,87%
TOTAL COMERCIAL		915.269,00	100,00%
AÑO 2018			
Aeropuerto	País	PASAJEROS TOTALES	% Total
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	ESPAÑA	293.560,00	26,18%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	ESPAÑA	186.094,00	16,60%
DUSSELDORF	ALEMANIA	111.978,00	9,99%
FRANKFURT/INTERNACIONAL	ALEMANIA	85.373,00	7,61%
LONDRES /STANSTED	REINO UNIDO	57.388,00	5,12%
HAMBURGO/ FUHLSBUETTEL	ALEMANIA	54.378,00	4,85%
MUNICH /FRANZ JOSEF STRAUSS	ALEMANIA	52.624,00	4,69%
HANNOVER	ALEMANIA	51.944,00	4,63%
STUTTGART/ ECHTERDINGEN	ALEMANIA	51.732,00	4,61%
PALMA DE MALLORCA	ESPAÑA	44.162,00	3,94%
OTROS	-	131.931,00	11,77%
TOTAL COMERCIAL		1.121.164,00	100,00%

Fuente: AENA. Elaboración propia

Tabla 15: Distribución de las operaciones comerciales según las rutas con más afluencia (año 2018 y 2022)

2018			
Aeropuerto	País	OPERACIONES TOTALES	% Total
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	ESPAÑA	2.796,00	31,94%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	ESPAÑA	1.203,00	13,74%
DUSSELDORF	ALEMANIA	663,00	7,57%
FRANKFURT/INTERNACIONAL	ALEMANIA	501,00	5,72%
HANNOVER	ALEMANIA	339,00	3,87%
LONDRES /STANSTED	REINO UNIDO	334,00	3,82%
HAMBURGO/ FUHLSBUETTEL	ALEMANIA	331,00	3,78%
MUNICH /FRANZ JOSEF STRAUSS	ALEMANIA	323,00	3,69%
PALMA DE MALLORCA	ESPAÑA	320,00	3,66%
STUTTGART/ ECHTERDINGEN	ALEMANIA	305,00	3,48%
OTROS DESTINOS	-	1.639,00	18,72%
TOTAL		8.754,00	100,00%
2022			
Aeropuerto	País	OPERACIONES TOTALES	% Total
MADRID-BARAJAS ADOLFO SUÁREZ	ESPAÑA	2.163,00	26,93%
BARCELONA-EL PRAT J.T.	ESPAÑA	1.208,00	15,04%
FRANKFURT/INTERNACIONAL	ALEMANIA	561,00	6,98%
DUSSELDORF	ALEMANIA	549,00	6,83%
PALMA DE MALLORCA	ESPAÑA	547,00	6,81%
MUNICH /FRANZ JOSEF STRAUSS	ALEMANIA	268,00	3,34%
TENERIFE NORTE-C LA LAGUNA	ESPAÑA	211,00	2,63%
LONDRES /STANSTED	REINO UNIDO	192,00	2,39%
BRUSELAS	BELGICA	180,00	2,24%
PARIS/ORLY	FRANCIA	175,00	2,18%
HANNOVER	ALEMANIA	147,00	1,83%
OTROS	-	1.832,00	22,81%
TOTAL		8.033,00	100,00%

Fuente: AENA. Elaboración propia

El último de los datos relevantes en este apartado sería evaluar las compañías aéreas que más influencia tienen en el aeropuerto, por lo que de igual manera extrayendo los datos proporcionados por AENA obtenemos la influencia de las compañías aéreas en el aeropuerto de Jerez, para ello se adjunta la tabla 16 donde nos presentan el número de pasajeros según la compañía en los años 2018 y 2022.

Tabla 16: *Distribución de pasajeros según las compañías aéreas en los años 2018 y 2022*

Compañía	2018	2022	% Respecto 2018	% Respecto total 2018	% Respecto total 2022
IBE:IBERIA	266.550,00	75.494,00	-253,07%	23,50%	8,25%
CFG: CONDOR FLUGDIENST	205.798,00	105.695,00	-94,71%	18,14%	9,43%
VLG: VUELING AIRLINES, S.A	174.780,00	197.773,00	11,63%	15,41%	17,64%
RYR: RYANAIR DAC	172.782,00	161.717,00	-6,84%	15,23%	14,42%
TUI: TUIFLY GMBH, LANGENHAGEN	163.448,00	99.806,00	-63,77%	14,41%	8,90%
EWG: EUROWINGS GMBH	48.607,00	25.840,00	-88,11%	4,28%	2,30%
ANE: AIR NOSTRUM L.A.					
MEDITERRANEO	26.503,00	117.285,00	77,40%	2,34%	10,46%
OTROS	75.873,00	131.659,00	42,37%	6,69%	11,74%
TOTAL COMERCIAL	1.134.341,00	915.269,00	-	100,00%	100,00%

Fuente: AENA. Elaboración propia

De la tabla 16 podemos resaltar como en norma general las compañías que en 2018 tenían mayor afluencia en 2022 disminuyeron. En 2018 destacamos Iberia como la compañía con mayor tráfico de pasajeros con 266550 pasajeros. En 2022 como mencionamos anteriormente tanto Vueling como Air Nostrum un convenio y se puede ver los efectos del mismo ya que en 2022 son las compañías que más han aumentado.

2.6.1 Parámetro pasajero/aeronave

A continuación, se presentan los datos calculados para el parámetro pasajero/aeronave del aeropuerto de Jerez. Para ello se adjunta la tabla 17

Tabla 17: *Parámetro Pasajero/aeronave durante el año 2019*

Año	Pasajeros Nacionales	Pasajeros Internacionales
2019	156	27

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

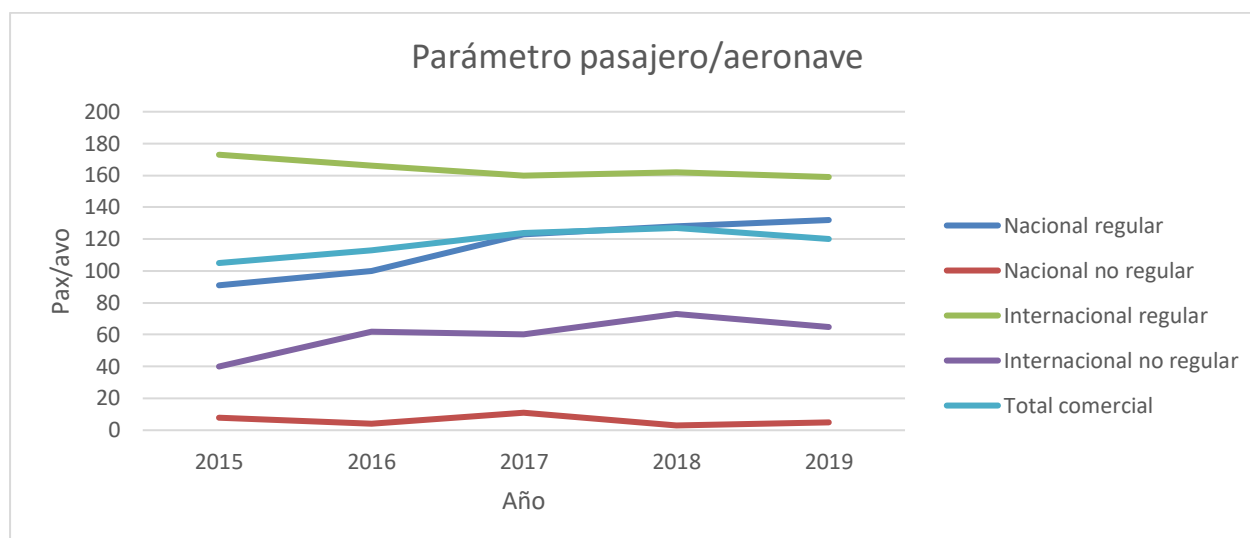
Estos cálculos es interesante compararlos con los del plan director nuevo para saber si los datos calculados son semejantes o no para ello se adjunta la tabla 18 y su representación gráfica en la figura 29

Tabla 18: *Parámetro Pasajero/aeronave durante los años 2015-2019 aprobado en el actual plan director*

Año	Nacional regular	Nacional no regular	Internacional regular	Internacional no regular	Total comercial
2015	91	8	173	40	105
2016	100	4	166	62	113
2017	123	11	160	60	124
2018	128	3	162	73	127
2019	132	5	159	65	120

Fuente: Elaboración propia

Figura 29: *Parámetro pasajero aeronave aprobado en el nuevo plan director del aeropuerto de Jerez 2019*



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que los valores calculados en la tabla 17 tanto para pasajeros nacionales como internacionales son semejantes a los calculados en el plan director aprobado en 2019, con la diferencia que este último aporta más detalles de los mismos.

De igual manera se comentan los datos de la figura 29 donde se puede ver que la evolución del parámetro pasajero/aeronave no ha sufrido grandes cambios entre los años 2015 a 2019, es fundamental destacar que los datos posteriores entre 2020 y 2021 no son de interés dado que debido a la crisis del COVID no arrojaría un valor regular de los datos.

2.6.2 Concurrencia de Pasajeros

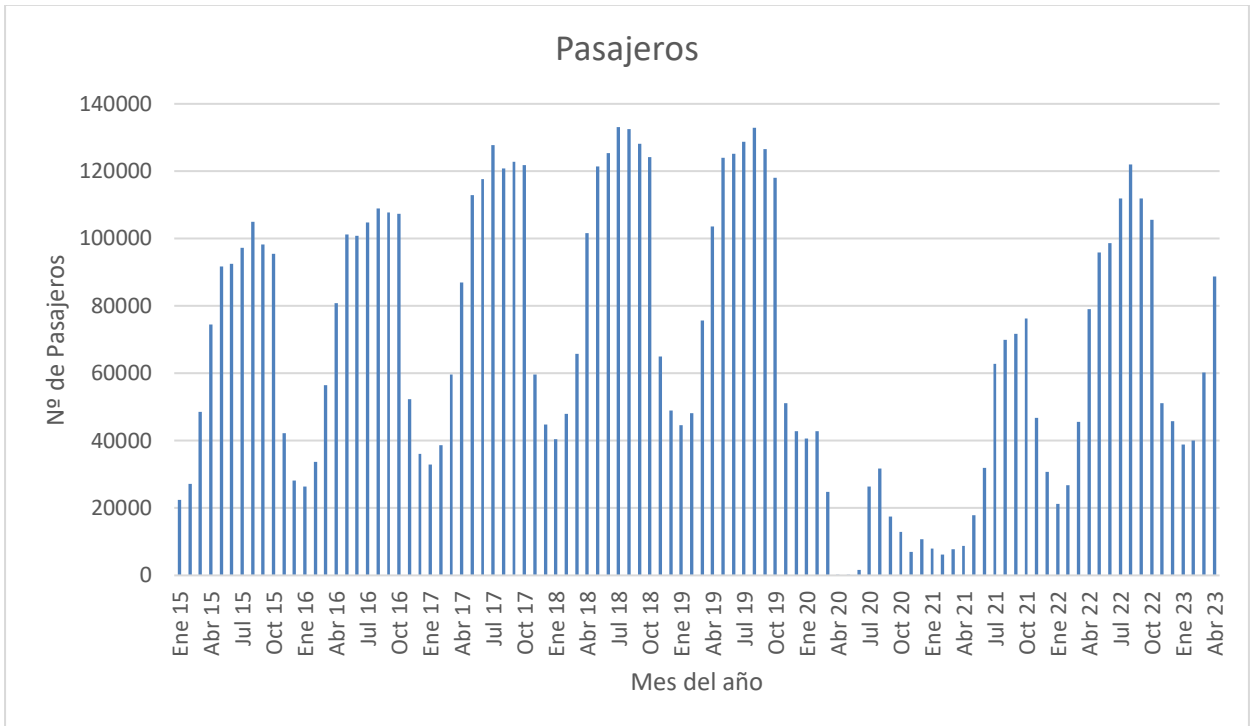
En este apartado se mostrará la evolución del tráfico aéreo tanto de pasajeros como de operaciones en el periodo comprendido entre 2015 y 2023 tal como se ve en la tabla 19 y Figuras 30 y 31.

Tabla 19: *Afluencia de pasajeros y operaciones entre 2015 y 2023 (por meses)*

Fecha	Pasajeros	Operaciones	Fecha	Pasajeros	Operaciones	Fecha	Pasajeros	Operaciones
Ene 15	22334	360	Ene 18	40384	423	Ene 21	8026	190
Feb 15	27228	396	Feb 18	47939	457	Feb 21	6208	204
Mar 15	48496	515	Mar 18	65837	611	Mar 21	7840	213
Abr 15	74519	674	Abr 18	101602	797	Abr 21	8750	209
May 15	91792	829	May 18	121444	961	May 21	17875	331
Jun 15	92498	754	Jun 18	125312	897	Jun 21	31881	395
Jul 15	97274	815	Jul 18	133058	921	Jul 21	62887	711
Ago 15	104893	864	Ago 18	132444	937	Ago 21	69883	702
Sep 15	98236	766	Sep 18	128217	870	Sep 21	71717	703
Oct 15	95381	852	Oct 18	124135	949	Oct 21	76274	746
Nov 15	42263	509	Nov 18	64941	627	Nov 21	46722	512
Dic 15	28246	366	Dic 18	49028	441	Dic 21	30703	346
Ene 16	26435	359	Ene 19	44546	430	Ene 22	21249	290
Feb 16	33771	437	Feb 19	48240	450	Feb 22	26809	326
Mar 16	56572	618	Mar 19	75668	607	Mar 22	45600	492
Abr 16	80861	707	Abr 19	103586	798	Abr 22	79108	729
May 16	101183	804	May 19	124082	970	May 22	95799	895
Jun 16	100825	775	Jun 19	125229	881	Jun 22	98608	810
Jul 16	104812	834	Jul 19	128666	899	Jul 22	111902	909
Ago 16	108988	867	Ago 19	132805	984	Ago 22	122019	978
Sep 16	107725	814	Sep 19	126469	889	Sep 22	111859	882
Oct 16	107380	846	Oct 19	117986	873	Oct 22	105524	856
Nov 16	52334	549	Nov 19	51070	474	Nov 22	51059	472
Dic 16	36020	413	Dic 19	42817	385	Dic 22	45733	394
Ene 17	32849	386	Ene 20	40599	385	Ene 23	38878	388
Feb 17	38683	452	Feb 20	42836	419	Feb 23	40097	411
Mar 17	59719	590	Mar 20	24833	337	Mar 23	60235	544
Abr 17	86941	720	Abr 20	157	30	Abr 23	88814	846
May 17	112903	891	May 20	53	18	-	-	-
Jun 17	117693	855	Jun 20	1555	65	-	-	-
Jul 17	127652	934	Jul 20	26358	398	-	-	-
Ago 17	120893	864	Ago 20	31758	475	-	-	-
Sep 17	122807	827	Sep 20	17413	313	-	-	-
Oct 17	121890	880	Oct 20	12952	257	-	-	-
Nov 17	59643	577	Nov 20	6983	201	-	-	-
Dic 17	44876	412	Dic 20	10822	208	-	-	-

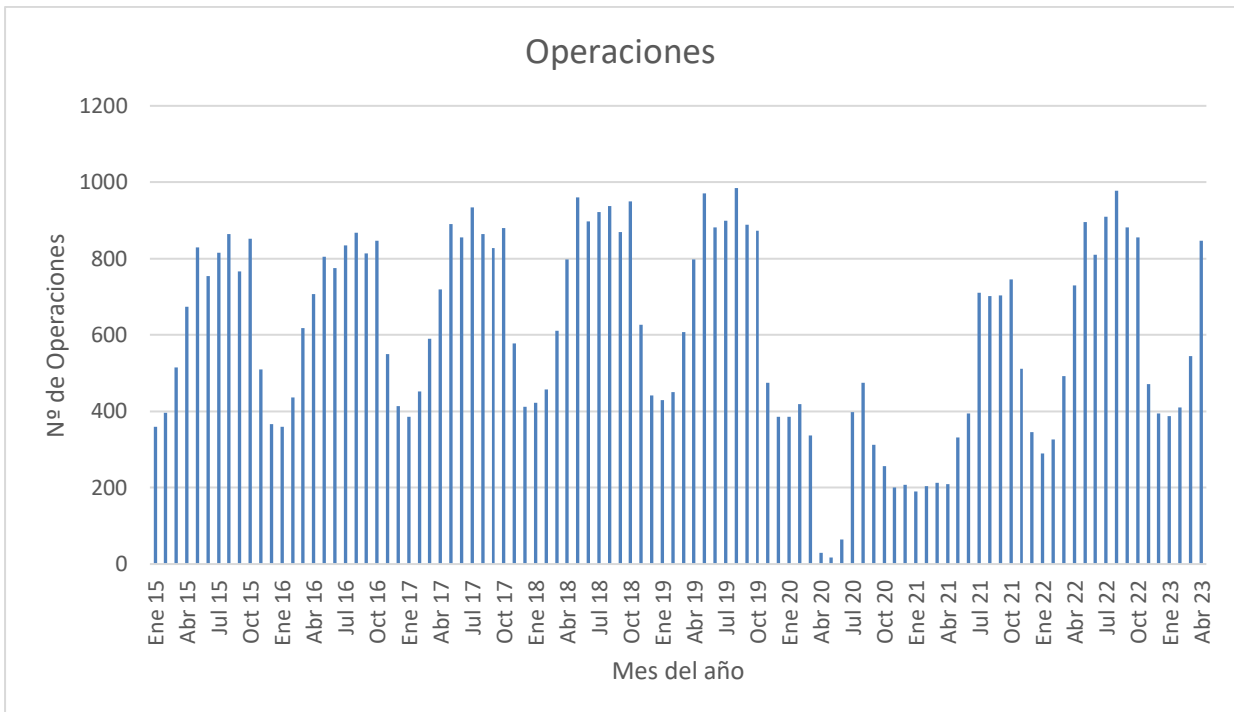
Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura 30: Afluencia de pasajeros entre 2015 y 2023 (por meses)



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura 31: Afluencia de Operaciones entre 2015 y 2023 (por meses)



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

De las figuras 27 y 28 se pueden sacar dos observaciones muy importantes, la primera de ellas está relacionada con la estacionalidad del tráfico aéreo. La provincia gaditana es conocida por sus playas y su principal motor económico es el turismo por lo que se dijo en la introducción del capítulo 2, por lo que es normal pensar que los meses coincidentes con el periodo estival sean aquellos de mayor tráfico, y así es. Si vemos ambas figuras, coinciden que entre los meses de abril hasta octubre hay un pico de tanto de pasajeros como de operaciones, mientras que, en los meses de noviembre, diciembre, enero, etc hay menor tráfico.

La segunda conclusión que se puede sacar es muy importante dado que viendo la evolución en años posteriores al 2020 se puede ver como durante el año 2022 los valores tanto de tráfico de pasajeros como de operaciones eran semejantes a los previos a 2020.

2.6.3 Flota de aeronaves

La flota de aeronaves son el conjunto de aeronaves que van a operar las diferentes compañías aéreas en el aeropuerto de Jerez. A continuación, se adjunta la tabla 20 donde se puede ver que las principales aeronaves que operan en Jerez son Boeing 737 y Airbus A319/A320 y A321 correspondiéndose estas 4 aeronaves al 70% de la flota de aviones.

Tabla 20: *Flota de aeronaves del aeropuerto de Jerez*

Tipo de Avión	Operaciones	% Resp total
Boeing 737 (en todas sus variantes)	2.197,00	24,71%
Airbus A319 (en todas sus variantes)	1.885,00	21,20%
Airbus A320 (en todas sus variantes)	2.507,00	28,20%
Airbus A321 (en todas sus variantes)	576,00	6,48%
Bombardier Regional Jet-1000	294,00	3,31%
Cessna citation	258,00	2,90%
Canadian regional jet 900	152,00	1,71%
Agusta A109	151,00	1,70%
Embraer 190	98,00	1,10%
Otras	772,00	8,68%
Total	8.890,00	100,00%

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

2.6.4 Tráfico OCT

Como se ha señalado previamente, el término "tráfico OCT" hace referencia a otras categorías de tráfico aéreo, y dos de las más destacadas son los vuelos relacionados con escuelas de pilotos, como se mencionó anteriormente (debido a la escuela de pilotos), y el incremento en los vuelos privados. Durante los últimos años, se ha observado un aumento significativo en este tipo de tráfico aéreo hasta el año 2020, el cual supuso una gran caída del tráfico OCT y hasta día de hoy no se ha podido recuperar la afluencia. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 32.

Figura 32: Tráfico OCT para el aeropuerto de Jerez entre los años 2015 y 2022



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

2.6.5 Tráfico Mercancías

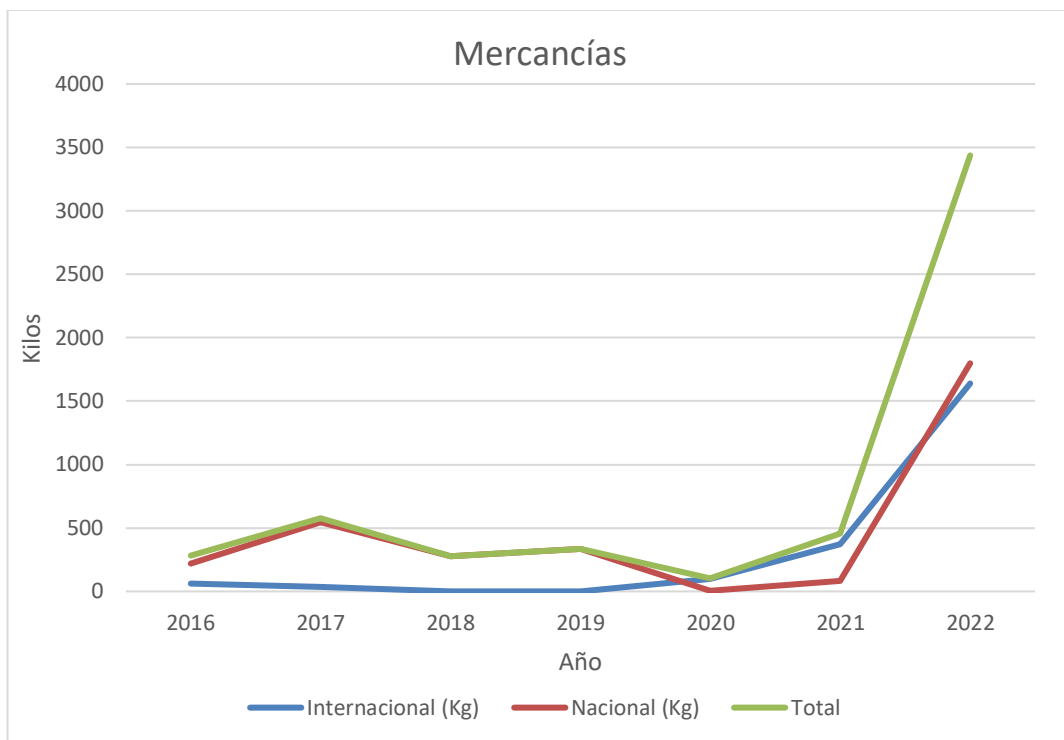
En cuanto a la evolución del tráfico de mercancías, podemos ver su evolución recogida en la tabla 21 y para ilustrar los datos se adjunta la figura 33

Tabla 21: Tráfico de mercancías entre 2016 y 2022

Año	Internacional		Nacional		Total	% Resp A.A
	(Kg)	% Total	(Kg)	% Total		
2016	62	21,91%	221	78,09%	283	-96,34%
2017	35	6,06%	543	93,94%	578	104,24%
2018	0	0,00%	279	100,00%	279	-51,73%
2019	0	0,00%	334	100,00%	334	19,71%
2020	98	95,15%	5	4,85%	103	-69,20%
2021	374	82,02%	82	17,98%	456	342,70%
2022	1639	47,69%	1798	52,31%	3437	653,70%

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura 33: Evolución del tráfico de mercancías del aeropuerto de Jerez en el periodo 2016-2022



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

En cuanto al tráfico de mercancías es de especial interés comentar como las mercancías internacionales (línea azul) aumenta exponencialmente a partir de 2020 llegando a tener un 300% y un 600% de aumento respecto al año anterior, como es bien sabido fruto de la pandemia de la COVID-19 muchos productos sanitarios tuvieron que ser importados y esa es la principal causa de este aumento tan grande. En cuanto a las mercancías a nivel nacional (línea roja) también aumentaron a partir de 2020, pero si no contamos lo sucedido con el COVID, la tendencia de transporte de mercancías hasta el año 2020 era claramente descendente.

2.6.6 Valores de Diseño

Este apartado es uno de los fundamentales en el desarrollo del TFM. A raíz de tantos cálculos se puede perder un poco de vista la esencia del mismo, pero en este apartado se compararán los valores de diseño del plan director de 2001 con los calculados por nosotros para el año 2019.

Los principales parámetros de diseño son:

- Pasajeros Hora Punta (PHP): Este parámetro sirve como medida de la capacidad de una terminal aeroportuaria y hace referencia al Nº de pasajeros que son procesados en una hora determinada.
- Pasajeros Hora Diseño (PHD): Es el valor tomado para el diseño y dimensionamiento de las diferentes instalaciones aeroportuarias las cuales han de satisfacer las necesidades de los pasajeros.
- Aeronaves Hora Punta (AHP): Es un parámetro que hace referencia a la máxima afluencia de aeronaves en un determinado aeropuerto en un momento dado

- Aeronaves Hora Diseño (AHD): Valor de diseño tomado que sirve para el dimensionamiento y la evaluación de la demanda de tráfico aéreo. Este parámetro sirve principalmente para estimar la capacidad necesaria que debe atender a las aeronaves.

Toda la información referente al cálculo de estos parámetros se adjunta en el **ANEXO I**. A continuación, se adjunta el resumen de los cálculos realizados y de igual manera la comparación con los valores de diseño referentes al plan director del año 2001. Para ilustrar lo citado se adjunta la tabla 22 y para comparar los valores de los planes directores reales tabla 23

Tabla 22: *Valores de diseño calculados para el año 2019*

AHP	Total	21
	Salidas	11
	Llegadas	11
PHP Salidas	Total	541
	Schengen	541
	No Schengen	179
PHP Llegadas	Total	431
	Schengen	431
	No Schengen	233

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: *Valores de diseño de los planes directores de 2001 y 2019*

Año	PHP	PHD	AHP	AHD
2001	1119	512	15	5
2019	1421	1006	30	9

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los valores de diseño se utilizó la técnica del Busy Day según queda recogido en el “*Airport Development Reference Manual 10th Edition 5th Release*”. Se define como Busy Day:

“El día de diseño, o Busy Day, se define como el segundo día de más tráfico en una semana promedio perteneciente al mes pico del año.”

También se podría haber utilizado otro sistema para el cálculo de los valores de diseño como la Semana 30 tal y como lo hacen en AENA, para más información sobre los cálculos de este apartado (Anexo I).

2.7 Análisis de la Capacidad Aeroportuaria e infraestructuras

De igual manera que se presenta en el plan director de 2019, en este apartado se presentará una tabla resumen presentando el resumen de los cálculos realizados. De igual manera que se hizo en el apartado Valores de Diseño. Todos los Cálculos relacionados con este apartado se presentarán en el Anexo II. Por lo que para ilustrar los datos a modo de resumen sobre la capacidad aeroportuaria del aeropuerto de Jerez se adjunta la Tabla 24. De igual manera en la figura 34 se adjunta las capacidades aeroportuarias del aeropuerto de Jerez aprobadas en 2019 y comparadas con el de PD de 2001

Tabla 24: Capacidad aeroportuaria del Aeropuerto de Jerez. Año 2019

Zona Aeroportuaria	Capacidad Plan Director 2001 (Pasajeros/hora)	Capacidad calculada (Pasajeros/hora)
Vestíbulo de salidas	722	1106
Mostradores de facturación	1148	2076
Control de pasaportes - Salidas	600	1200
Zona de espera y embarques	830	830
Puertas de embarques	5	7
Control de pasaportes - Llegadas	240	480
Hipódromo de recogida de equipajes	720	1440
Zona de recogida de equipajes	727	1292
Vestíbulo de llegadas	475	592

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34: Capacidad aeroportuaria aprobada en el plan director del aeropuerto de Jerez (2019)

Año	2001	2021
Campo de vuelos	Capacidad	Capacidad
Campo de vuelos	10 ops/h	20 ops/h
Plataforma	Actual	Actual
Plataforma Av. Comercial	6	12
Plataforma Av. General	20	41
Elementos del edificio terminal	Actual	Actual
Vestíbulo de salidas (m ²)	1050	1400
Mostradores de facturación (ud)	11	20
Control de seguridad (ud)	2	4 (1A+1RX)
Control de pasaportes - Salidas (ud)	1	2
Zona de espera y embarque (m ²)	1390	1390
Puertas de embarque (ud)	5	7
Control de pasaportes - Llegadas (ud)	2	4
Hipódromos de recogida de equipaje (ud)	2	4
Zona de espera y recogida de equipaje (m ²)	720	550
Vestíbulo de llegadas (m ²)	510	650
Aparcamiento	Actual	Actual
Plazas de aparcamientos (ud)	703	2246

Fuente: Plan Director aeropuerto de Jerez 2019

3. Evolución previsible de la demanda

3.1 Introducción

En cuanto a la previsión previsible de la demanda es un capítulo el cual tratará de predecir cómo será el tráfico aéreo en años posteriores para así adaptar las necesidades aeroportuarias y poder satisfacer las necesidades de los pasajeros de forma óptima. En este TFM se realizará un estudio a corto, medio y largo plazo considerando muchas veces que el medio-largo plazo vayan conjuntos y esto es debido a que el corto plazo lo podemos definir desde hoy en día a los próximos cinco años, sin embargo, el medio largo plazo de cinco a diez años. En ocasiones carece de sentido analizar la situación de un aeropuerto más allá de diez años vista dado que cada década suceden eventos que cambian la sociedad (caída del muro de Berlín, 11S, Crisis de Lehmann Brothers, COVID, etc). Para la prognosis que realizaremos consideraremos que la situación mundial evoluciona de manera lineal sin considerar eventos o fenómenos que puedan alterar el tráfico aéreo.

El estudio de la previsión de la demanda se hará por lo tanto a corto plazo (2023-2027) y a medio-largo-plazo (2027-2032) y será fundamental definir hipótesis de inicio y los futuros posibles horizontes de eventos. Antes de tratar la previsión de la demanda es importante hacer hincapié en que el futuro de la aeronáutica ya no es incierto cómo lo fue durante el COVID y que los valores actuales de tráfico aéreo son muy semejantes a los que había previos a la pandemia y esto es fundamental dado que se seguirá una progresión lineal en relación a los años previos a la pandemia para obtener el futuro progreso.

3.2 Hipótesis de partida

Para ser capaces de realizar una previsión de la demanda de tráfico aérea en los próximos años es fundamental estudiar y evaluar los diferentes factores que pueden influir en el flujo de tráfico aéreo. Los diferentes factores que se van a estudiar son:

A corto plazo:

- Economía Mundial
- Economía Nacional

A largo plazo:

- Cambio climático

Sin lugar a duda el parámetro más influyente en relación al flujo del tráfico aéreo es aquel relacionado con la economía, ya sea bien a nivel nacional o internacional. Se puede decir que está muy relacionado el crecimiento/decrecimiento de riqueza de un determinado país (PIB) con el aumento o disminución de tráfico aéreo de ese país, por lo que la variable económica es la de mayor peso en cuando a afluencia de tráfico aéreo.

Para respaldar lo dicho anteriormente se recurre a diferentes fuentes bibliográficas y es de especial interés el artículo de la universidad de Chile "Causality between Economic Growth and Air Transport Expansion: Empirical Evidence from Chile" donde se estudia precisamente este efecto, llegando a la conclusión de que no se puede afirmar ni comprobar de forma categórica que el aumento o disminución el PIB de un país vaya a aumentar o decrecer el tráfico aéreo pero sí que hay tendencias relacionadas con el mismo. (Rodríguez, Mejía, & Zapata, 2015).

El artículo anterior de la universidad de Chile es el más relevante en cuanto a relación de económica (PIB de un país) y afluencia de tráfico aéreo se trata, pero también hay otros artículos que me gustaría mencionar que también relacionan otros aspectos económicos con la afluencia de tráfico de pasajeros como es el caso del estudio llevado a cabo por Samantha Taylor y Kenneth Button donde demostraron que al mejorar el acceso aeroportuario, mejoraba la afluencia de pasajeros y por ende la economía. (Taylor & Button, 2000)

Otros artículos relevantes podrían ser el desarrollado por la Embry Riddle donde se estudia la afluencia y la repercusión que tiene el desarrollo económico de un pueblo local vinculado al aeropuerto que estaba en las cercanías del mismo. Ellos comprobaron a mayor afluencia de tráfico aéreo mejora la economía de la localidad (Sherman & Tinoco, 2014). También es de relevancia resaltar el artículo desarrollado por un profesor de la universidad de Cantabria el cual relaciona el desarrollo económico con la afluencia de pasajeros, se comprobó que al mejorar la logística un 1% la economía mejoraba un 0,01%. Actualmente es de especial relevancia este estudio ya que se puede ver como la mejora de supply-chain de cualquier sector mejora la economía de un país y por lo contrario los retrasos producen pérdidas económicas (gran relación con la crisis actual derivada de la guerra de Ucrania).

Finalmente, otro aspecto que hay que analizar, lo desarrollan en su estudio Junwook Chi y Jungho Baek para la universidad de Hawái donde estudian la influencia que tiene un evento puntual de gran impacto a nivel mundial en el tráfico aéreo tanto comercial como de carga (Chi & Baek, 2013). En este estudio se estudian cómo afectan acontecimientos como el 11S, la guerra de Irak y la crisis sanitaria del SARS. De este estudio se puede concluir que el tráfico aéreo comercial al corto plazo decrece de forma substancial pero progresivamente aumenta mientras que el tráfico de carga no se ve influenciado de forma relevante. Este estudio es de gran relevancia debido a las situaciones ya mencionadas como la guerra de Ucrania, lo sucedido con la pandemia, etc.

3.2.1 Economía Mundial

Tras analizar los diferentes estudios se puede llegar a la conclusión que la economía es un pilar fundamental en el tráfico aéreo, en el que se han visto tendencias de aumento y decrecimiento del tráfico aéreo al variar la economía mundial o de un país, pero no hay una bidireccionalidad clara es decir, por el hecho de que varíe el tráfico aéreo no tiene por qué variar el PIB. Para contrastar lo citado anteriormente y comparar nuestros resultados con los de (Chi & Baek, 2013) se procederá a evaluar la evolución del Producto Interior Bruto mundial y cómo ha evolucionado el tráfico aéreo durante esos años. Para realizar el estudio se toman los datos del banco mundial tanto para la afluencia de tráfico aéreo como para la evolución del PIB. (Banco Mundial, 2023) (Banco Mundial, 2023)

A continuación, se muestran los datos proporcionados por el banco mundial en la tabla 25 y en las figuras 35-37 donde se muestran la evolución del PIB y del tráfico aéreo anual por años desde 1970 hasta 2022.

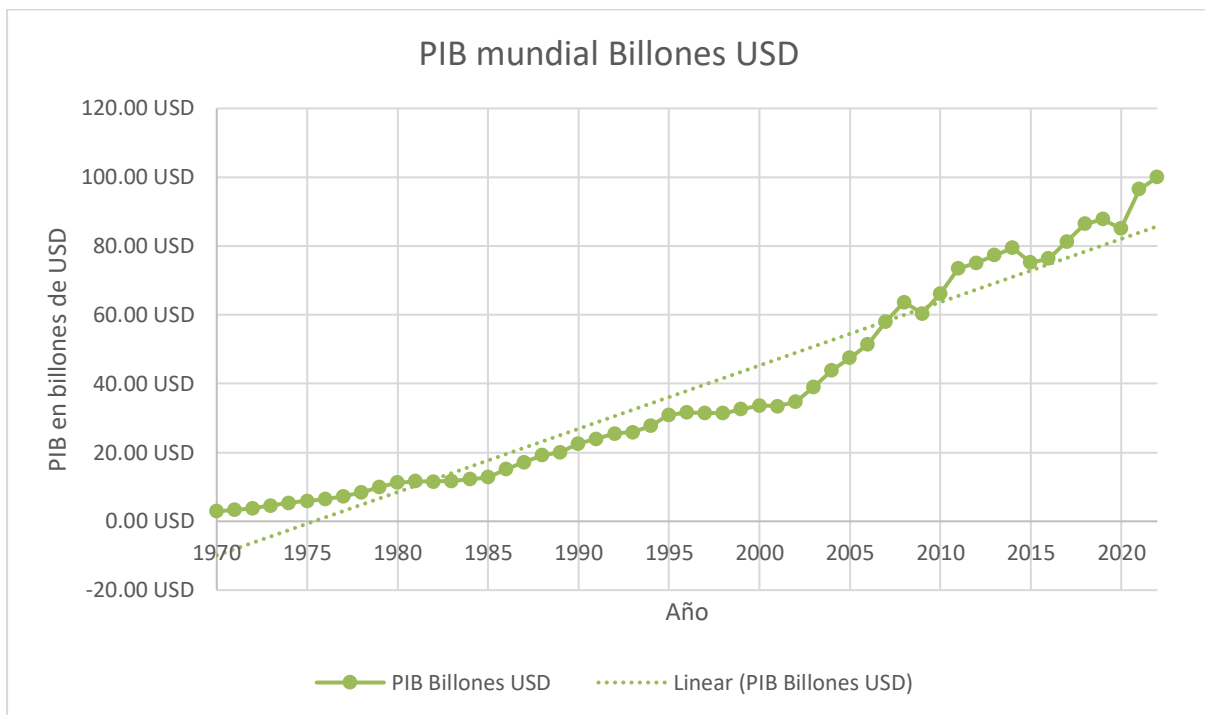
Tabla 25: Evolución del transporte aéreo de pasajeros a nivel mundial (en mil millones) y PIB anual en billones de USD

Año	Transporte aéreo en mil millones de	
	pasajeros	PIB Billones USD
1970	0,31	2,96 USD
1971	0,33	3,27 USD
1972	0,37	3,78 USD
1973	0,40	4,61 USD
1974	0,42	5,32 USD
1975	0,43	5,92 USD
1976	0,47	6,44 USD
1977	0,51	7,28 USD
1978	0,58	8,39 USD
1979	0,65	9,97 USD
1980	0,64	11,23 USD
1981	0,64	11,62 USD
1982	0,65	11,52 USD
1983	0,69	11,75 USD
1984	0,73	12,18 USD
1985	0,78	12,79 USD
1986	0,84	15,12 USD
1987	0,90	17,20 USD
1988	0,85	19,24 USD
1989	0,98	20,09 USD
1990	1,03	22,63 USD
1991	1,13	23,97 USD
1992	1,15	25,45 USD
1993	1,14	25,86 USD
1994	1,23	27,77 USD
1995	1,30	30,89 USD
1996	1,39	31,57 USD
1997	1,46	31,46 USD
1998	1,47	31,39 USD
1999	1,56	32,56 USD
2000	1,67	33,62 USD
2001	1,66	33,43 USD
2002	1,63	34,71 USD
2003	1,67	38,95 USD
2004	1,89	43,88 USD
2005	1,97	47,53 USD
2006	2,07	51,51 USD
2007	2,21	58,04 USD
2008	2,21	63,69 USD

2009	2,25	60,41 USD
2010	2,63	66,13 USD
2011	2,79	73,46 USD
2012	2,89	75,16 USD
2013	3,05	77,32 USD
2014	3,23	79,45 USD
2015	3,47	75,22 USD
2016	3,71	76,37 USD
2017	3,97	81,31 USD
2018	4,24	86,44 USD
2019	4,40	87,80 USD
2020	1,77	85,11 USD
2021	2,28	96,51 USD
2022	3,80	100,00 USD

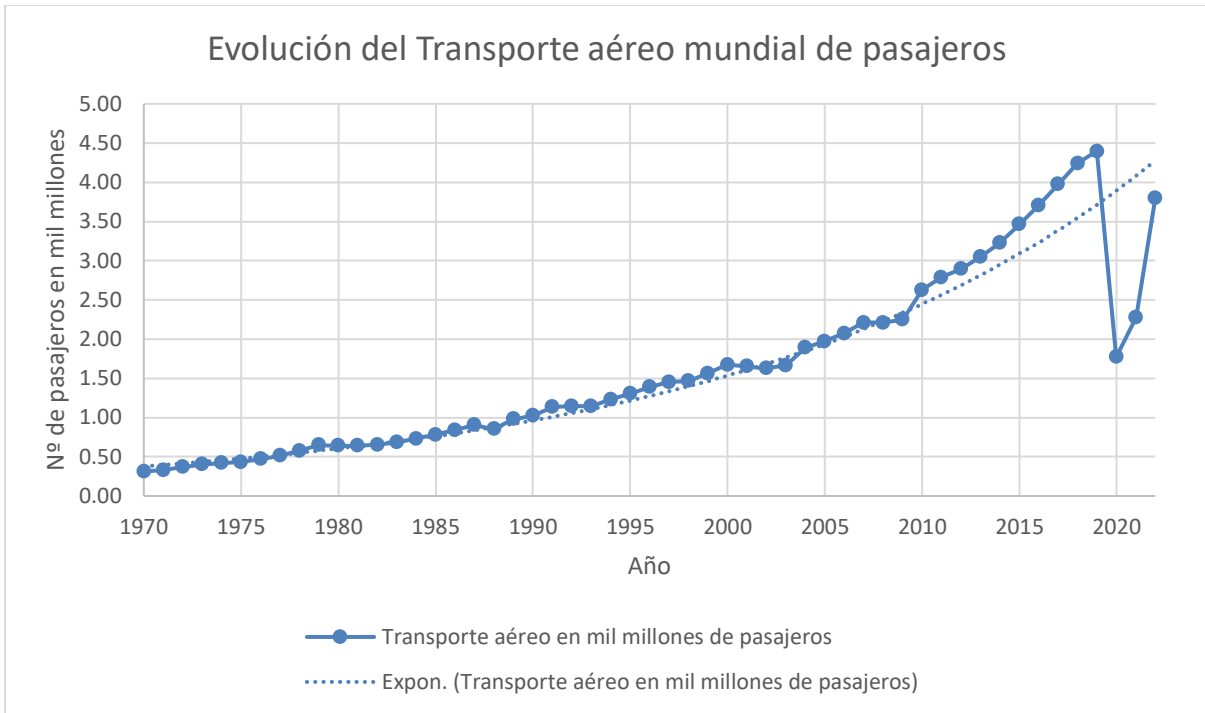
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del banco mundial

Figura 35: Evolución del PIB mundial en billones de USD



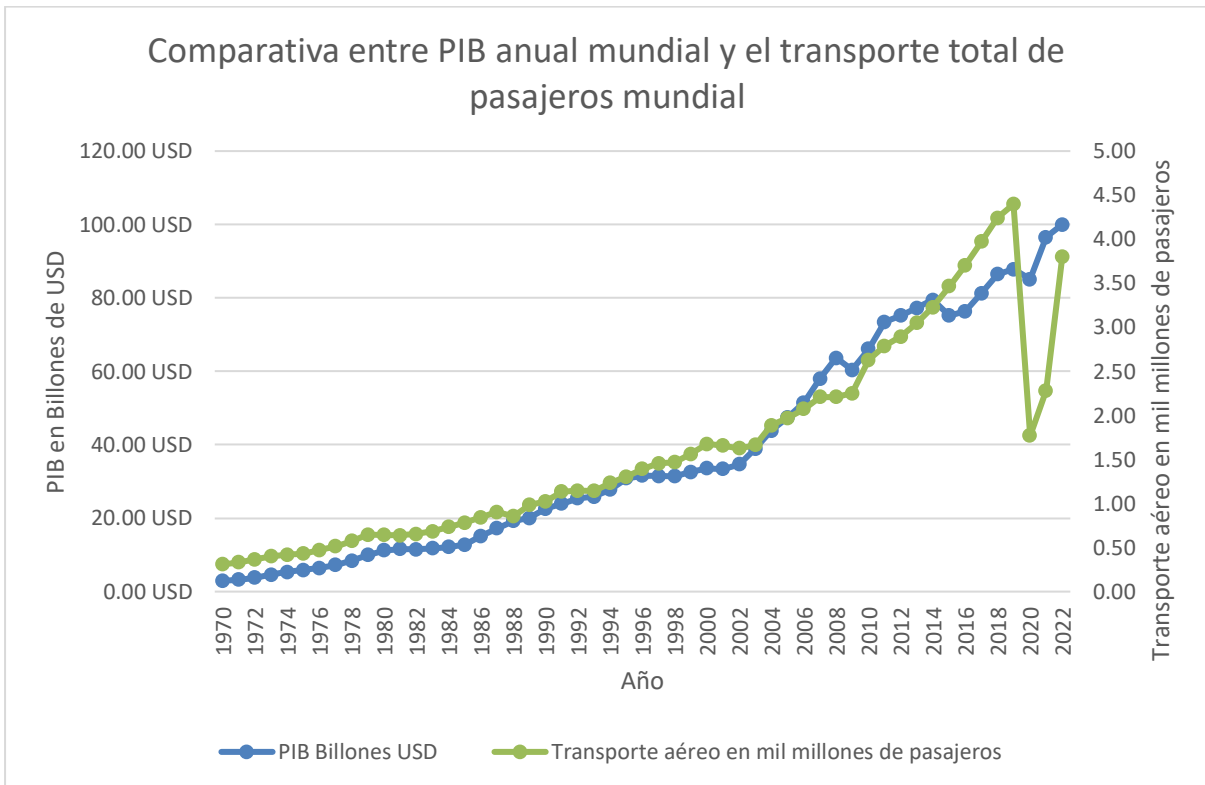
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del banco mundial

Figura 36: Evolución del transporte aéreo mundial (en mil millones de pasajeros)



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del banco mundial

Figura 37: Evolución del transporte aéreo mundial (en mil millones de pasajeros)



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos del banco mundial

De los datos obtenidos de la tabla 25 se han obtenido las figuras 32-34 y de ellas se puede comentar que hay una correlación significativa entre el PIB mundial y el flujo de tráfico aéreo. Se aprecia como desde los años 1970 hasta 2002 ambas gráficas van evolucionando exponencialmente. Entre los años 2002-2005 hay una pequeña bajada en ambas gráficas, esta bajada en el tráfico aéreo está relacionada con los eventos que tuvieron lugar el 11S donde cambió radicalmente la seguridad aérea. Posteriormente en los años 2005 en adelante ambas gráficas evolucionan de forma exponencial hasta el 2008/2009 donde estalla la crisis fruto de la quiebra de Lehmann Brothers, en los años posteriores tanto el tráfico aéreo como el PIB presentan una bajada, hasta finalmente llegar al evento más radical que es la crisis sanitaria del COVID-19 donde se puede ver la abismal caída del tráfico aéreo mientras que el PIB mundial también cae, pero no tan atenuado.

De los resultados anteriores se debe comentar que se tienen unos resultados semejantes a los de (Chi & Baek, 2013) donde tras un acontecimiento catastrófico hay una caída del tráfico aéreo y posteriormente una recuperación a los pocos años. De igual manera se cumple la no bidireccionalidad entre PIB y tráfico aéreo, el ejemplo más claro se puede ver en el año 2020 con lo acaecido derivado del COVID, como el PIB apenas cae mientras que el tráfico aéreo sufrió la mayor caída de la historia.

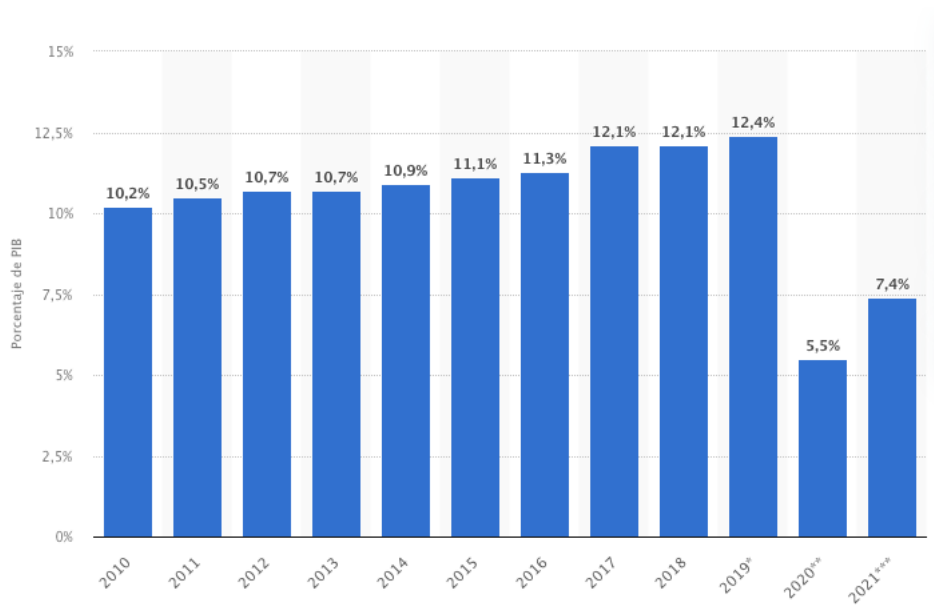
En cuanto a las consecuencias económicas, según la IATA, hay dos tipos de consecuencias derivadas del análisis anterior y son consecuencias directas (todas aquellas relacionadas con empleos, ingresos, operaciones relacionadas con el tráfico aéreo) y consecuencias indirectas (relacionadas con las empresas, menor producción, menores beneficios, menor contrataciones o despidos etc). (IATA, Enero 2006)

3.2.2 Economía Nacional

En lo referente a la economía nacional se trata es de especial interés matizar que la economía española se centra en el sector servicios, siendo el turismo uno de los más destacables. Durante el año 2019, según el Instituto Nacional de Estadística, supuso que el 12,4% del Producto Interior Bruto de España dependiese del turismo. Esta dependencia por el turismo es muy relevante dado que España es uno de los países de la unión europea, junto a países como Portugal que también depende de este sector para su economía viéndose muy afectada la economía durante la pandemia. (Briones, 2023)

Para ilustrar lo mencionado anteriormente se adjuntan las figuras 38 y 39 donde se puede el porcentaje de PIB aportado por el turismo en España, como ha evolucionado desde los años 2010 hasta el 2021, y la segunda figura relaciona el peso del turismo nacional con los distintos países de Europa siendo España el que más depende del turismo en 2016. (Statista, 2022) (Research Gate, 2019)

Figura 38: Evolución del porcentaje de PIB que aporta el turismo la economía española



Fuente: Statista

Figura 39: Peso del turismo en la economía nacional durante el año 2016

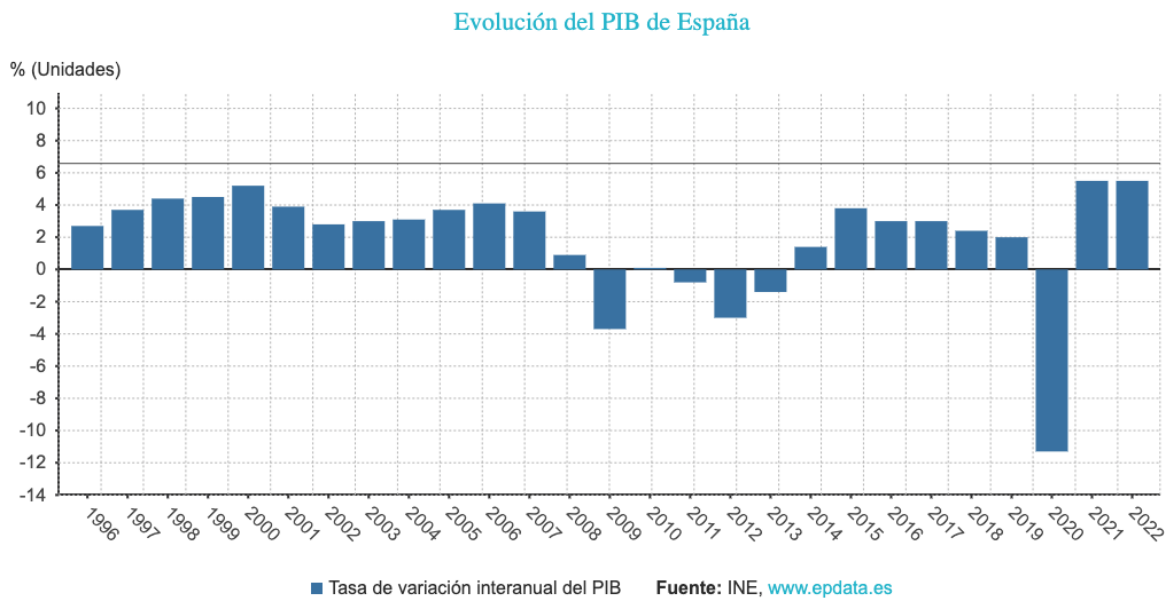


Fuente: Research Gate

Como bien se ha comentado anteriormente España tiene una gran dependencia económica del turismo y esto es una peculiaridad importante dado que en caso de que haya poco turismo su economía se va ver agravada considerablemente y de igual manera su afluencia de tráfico aéreo. Una economía como la española la cual está centrada en el sector servicios y en el turismo tiende a aumentar los empleos en el periodo estival, y por ende sus ingresos con el turismo, por contra, en caso de crisis y parones como los derivados por la pandemia la economía se vería afectada de forma significativa y esto es debido a que hay una evidencia endógena entre la demanda de turismo, el tráfico aéreo y el crecimiento económico tal como explican (Koo, Lim, & Dobruszkes, 2017) en su artículo “Causality in direct air services and tourism demand”

El mayor ejemplo de la economía española se refleja en la comunidad andaluza y gran parte en la provincia gaditana donde más del 15% de la economía de la provincia depende del turismo y bien queda referenciado en el capítulo 2 del informe generado por la Junta de Andalucía “Infraestructuras de transporte” donde se aprecia el turismo y el sector servicio como motor de la economía y matizando la temporalidad y estacionalidad del número de empleos, ingresos y todo lo que ello conlleva. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjuntan dos figuras, la figura 40 y figura 41 donde en la primera se puede ver la evolución del PIB nacional durante los años 1996 hasta 2022 y en la segunda se puede ver los pueblos más pobres de España en relación a los más ricos. Esta imagen es de especial relevancia dado que en aquellas provincias donde hay mayor prevalencia del sector industrial hay más riqueza y por lo contrario, cuanto menos industria hay, mayor dependencia del turismo, hay menos riqueza. (Epdata, 2023) (Bermejo, 2020)

Figura 40: Evolución del PIB de España en el periodo (1996-2022)



Fuente: Epdata

Figura 41: Poblaciones con mayor y menor renta en España durante el año 2017



Fuente: La Razón

3.2.3 Cambio climático

Una vez tratados las hipótesis de partida que pueden afectar al corto plazo, toca tratar las que pueden afectar al largo plazo, la principal de ellas es el cambio climático. Los fenómenos migratorios han sido comunes a lo largo de la historia fruto de guerras, situación económica desfavorecida, asilo político, etc, pero cada día más se verá el efecto de emigrar debido a la climatología adversa, y la provincia gaditana corre ese riesgo de verse afectada debido al aumento del nivel del mar. Esto queda recogido muy bien en la figura 42 donde se puede apreciar el riesgo de inundaciones en la provincia de Cádiz para el año 2030. Esta simulación la llevo a cabo una organización sin ánimo de lucro que se llama Cimate Central donde se podía ver la evolución por años, y en 2030 ya corría riesgo severo de inundaciones, pero para el año 2050 habría que redefinir los mapas según esta empresa.

El riesgo de inundación no es el único riesgo derivado del cambio climático. Bien es sabido que un aumento de la temperatura de la pista hace que se requiera una mayor longitud de la misma para generar la sustentación, por lo que, si las temperaturas aumentan, en un futuro no muy lejano será fundamental ampliar las longitudes de pistas de varios aeropuertos para que estos puedan despegar.

En lo referente al cambio climático también es de relevancia citar al profesor de la Universidad de Cádiz Javier Benavente donde explica que ya los efectos del cambio climático son evidentes, que por mucho que parásemos la producción de CO₂ no se podría evitar los cambios de los mismos, y el problema está en que los efectos, ahora mismo no somos capaces de verlos, pero en 20-30 años estos efectos serán devastadores. (Fernández, 2020)

Figura 42: Simulación que representa las posibles inundaciones en la provincia de Cádiz en el año 2030



Nota: Elaboración propia. Imagen creada utilizando la página web de climate central

3.3 Prognosis

Una prognosis es una evaluación o predicción realizada sobre el desarrollo o el resultado probable de una determinada situación, en este caso la prognosis se realizará sobre el tráfico aéreo del aeropuerto de Jerez. Es importante en cualquier prognosis que se realice estudiar los diferentes posibilidades que se puedan dar. Como ya se ha mencionado al principio del capítulo se hará una evaluación de tres situaciones, una favorable, una realista y una desfavorable.

Es fundamental destacar que para el correcto desarrollo de la prognosis a la hora de desarrollar los planes directores se utilizan softwares específicos con la finalidad de ser lo más asertivos posibles en las predicciones, sin embargo, en este TFM se dará un punto de vista orientativo el cual utilizará progresiones lineales para ver como varía el tráfico aéreo.

3.3.1 Prognosis Favorable

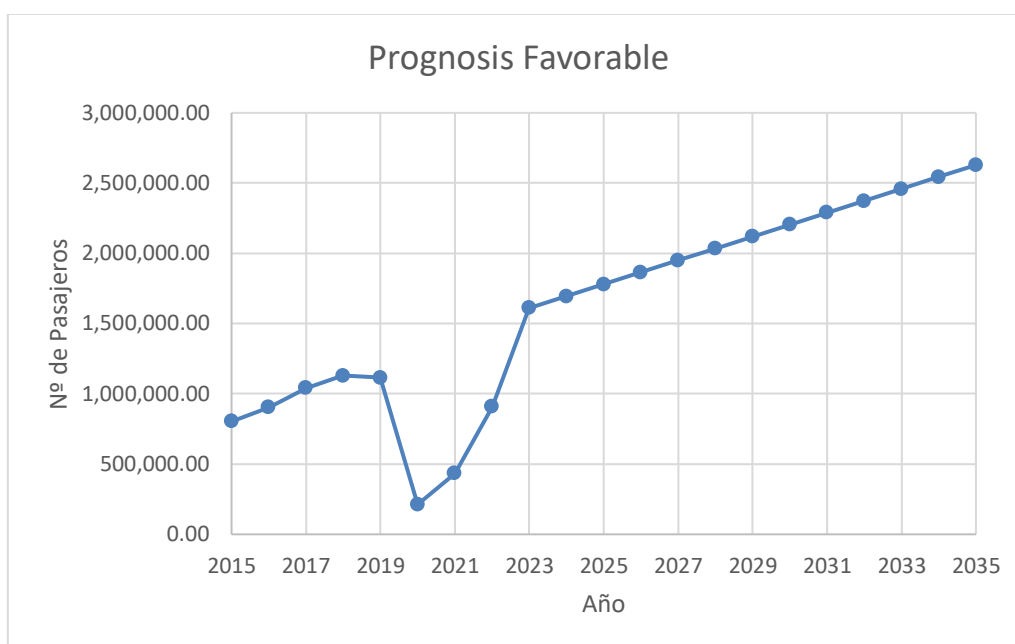
Para el desarrollo de la prognosis favorable se realizó un estudio estadístico el cual considero que la tendencia en los próximos años evolucionaría de forma lineal. Para ilustrar los resultados de la prognosis favorable se adjunta la tabla 26 y la figura 43.

Tabla 26: *Prognosis favorable*

Año	Total
2015	804.659,00
2016	903.324,00
2017	1.042.062,00
2018	1.128.710,00
2019	1.115.719,00
2020	212.522,00
2021	434.022,00
2022	908.489,00
2023	1.610.400,00
2024	1.695.200,00
2025	1.780.000,00
2026	1.864.800,00
2027	1.949.600,00
2028	2.034.400,00
2029	2.119.200,00
2030	2.204.000,00
2031	2.288.800,00
2032	2.373.600,00
2033	2.458.400,00
2034	2.543.200,00
2035	2.628.000,00

Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Representación gráfica de la prognosis favorable



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Prognosis Realista

Para el desarrollo de la prognosis realista se realizó un estudio estadístico el cual considero que la tendencia en los próximos años evolucionaría en relación a la evolución al crecimiento económico del país (PIB). Para ilustrar los resultados de la prognosis favorable se adjunta la tabla 27 y la figura 44.

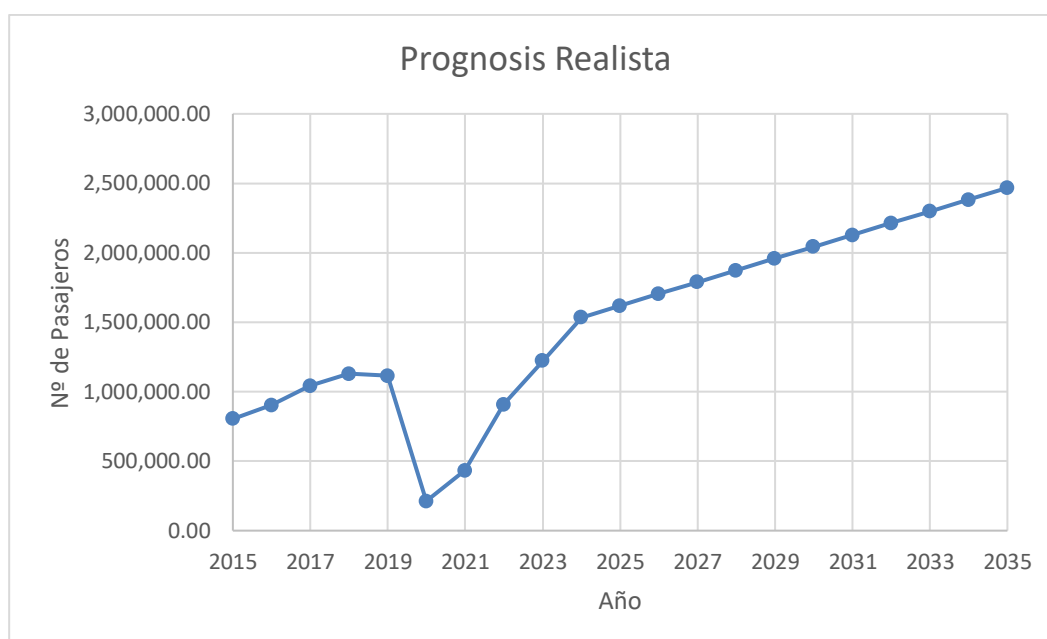
Tabla 27: Prognosis realista

Año	Pasajeros
2015	804.659,00
2016	903.324,00
2017	1.042.062,00
2018	1.128.710,00
2019	1.115.719,00
2020	212.522,00
2021	434.022,00
2022	908.489,00
2023	1.221.680,67
2024	1.534.872,34
2025	1.619.622,78
2026	1.704.373,21
2027	1.789.123,64
2028	1.873.874,07
2029	1.958.624,50
2030	2.043.374,93

2031	2.128.125,36
2032	2.212.875,79
2033	2.297.626,22
2034	2.382.376,65
2035	2.467.127,09

Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Representación gráfica de la prognosis realista



Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Prognosis Desfavorable

Para el desarrollo de la prognosis desfavorable se realizó un estudio estadístico el cual considero que la tendencia en los próximos años evolucionaría en relación a la evolución al crecimiento económico del país (PIB) pero este crecimiento sería más lento. Para ilustrar los resultados de la prognosis favorable se adjunta la tabla 28 y la figura 45.

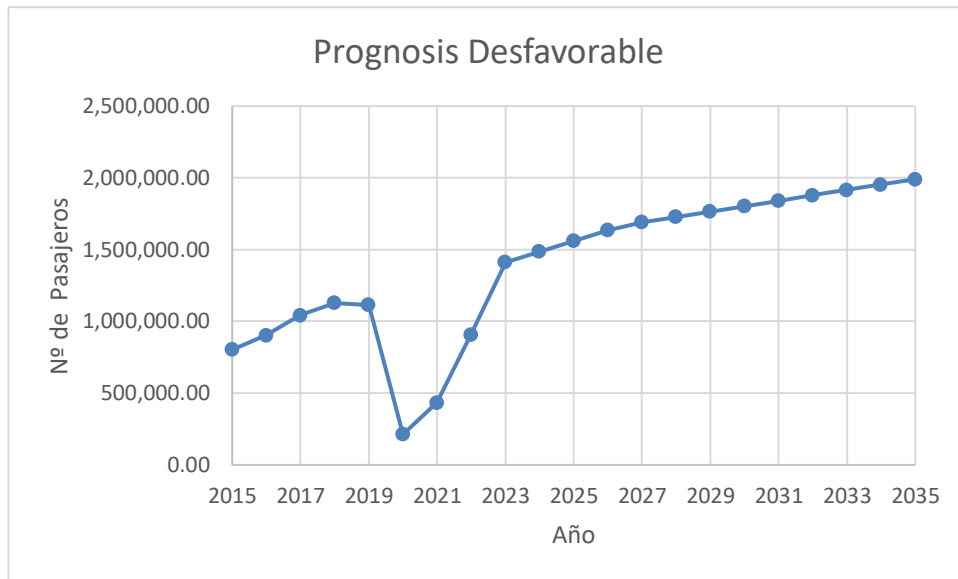
Tabla 28: Prognosis Desfavorable

Año	Total
2015	804.659,00
2016	903.324,00
2017	1.042.062,00
2018	1.128.710,00

2019	1.115.719,00
2020	212.522,00
2021	434.022,00
2022	908.489,00
2023	1.411.685,30
2024	1.486.332,44
2025	1.560.979,57
2026	1.635.626,71
2027	1.691.612,06
2028	1.728.935,63
2029	1.766.259,19
2030	1.803.582,76
2031	1.840.906,33
2032	1.878.229,90
2033	1.915.553,46
2034	1.952.877,03
2035	1.990.200,60

Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Representación gráfica de la prognosis desfavorable



Fuente: Elaboración propia

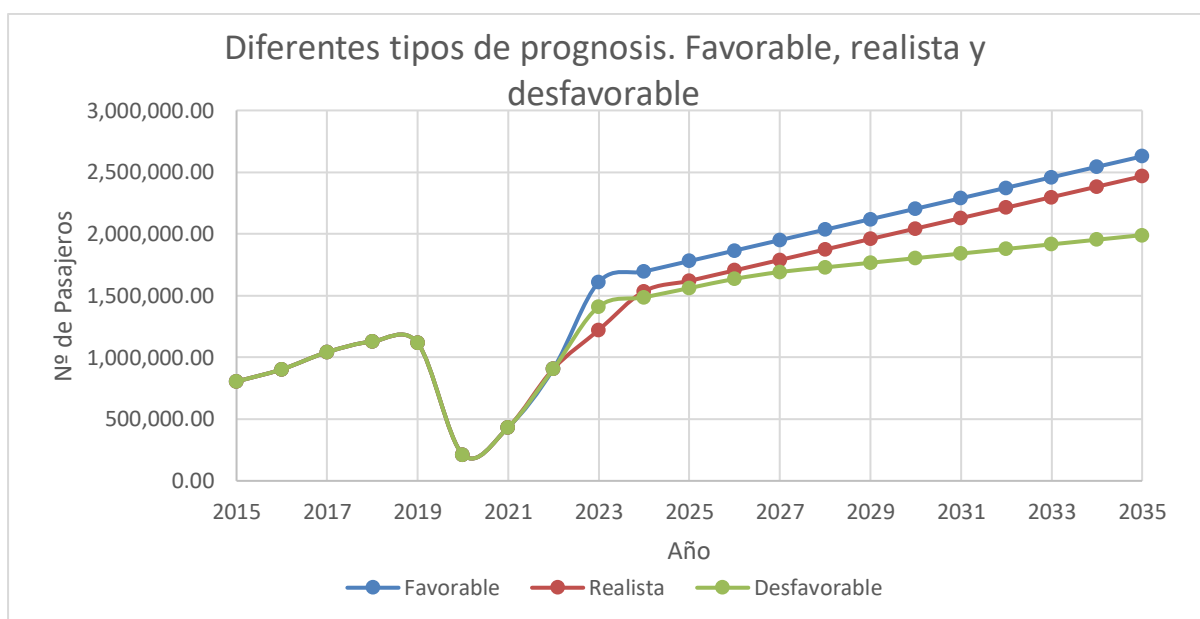
A modo de resumen se adjunta la tabla 29 y figura 46 donde se puede ver las tres prognosis juntas y cómo evolucionan los datos.

Tabla 29: Prognosis resumen para los tres casos estudiados

Año	Favorable	Realista	Desfavorable
2015	804.659,00	804.659,00	804.659,00
2016	903.324,00	903.324,00	903.324,00
2017	1.042.062,00	1.042.062,00	1.042.062,00
2018	1.128.710,00	1.128.710,00	1.128.710,00
2019	1.115.719,00	1.115.719,00	1.115.719,00
2020	212.522,00	212.522,00	212.522,00
2021	434.022,00	434.022,00	434.022,00
2022	908.489,00	908.489,00	908.489,00
2023	1.610.400,00	1.221.680,67	1.411.685,30
2024	1.695.200,00	1.534.872,34	1.486.332,44
2025	1.780.000,00	1.619.622,78	1.560.979,57
2026	1.864.800,00	1.704.373,21	1.635.626,71
2027	1.949.600,00	1.789.123,64	1.691.612,06
2028	2.034.400,00	1.873.874,07	1.728.935,63
2029	2.119.200,00	1.958.624,50	1.766.259,19
2030	2.204.000,00	2.043.374,93	1.803.582,76
2031	2.288.800,00	2.128.125,36	1.840.906,33
2032	2.373.600,00	2.212.875,79	1.878.229,90
2033	2.458.400,00	2.297.626,22	1.915.553,46
2034	2.543.200,00	2.382.376,65	1.952.877,03
2035	2.628.000,00	2.467.127,09	1.990.200,60

Fuente: Elaboración propia

Figura 46: Representación gráfica de las diferentes prognosis. Favorable, Realista y Desfavorable



Fuente: Elaboración propia

3.4 Demanda

Para realizar el estudio de la demanda se considerará un horizonte de estudio realista. A partir de los datos obtenidos para la demanda de pasajeros. Según su procedencia vamos a diferenciar entre pasajeros nacionales e internacionales siendo este segundo subdividido en internacional Schengen e internacional no Schengen. Tras un estudio de los datos se puede ver que cuanto más desfavorable es un horizonte de estudio más pasajeros procedentes del ámbito nacional habrá y viceversa. Para el caso más favorable tomaremos una proporción de pasajeros semejantes a la de 2019 (52% nacional y 48% internacional) mientras que para un caso desfavorable tomaremos los datos con una proporción (75% nacional vs 25% internacional). Para ilustrar lo citado en lo referente a la demanda se adjunta la tabla 30 y las figuras 47, 48 y 49.

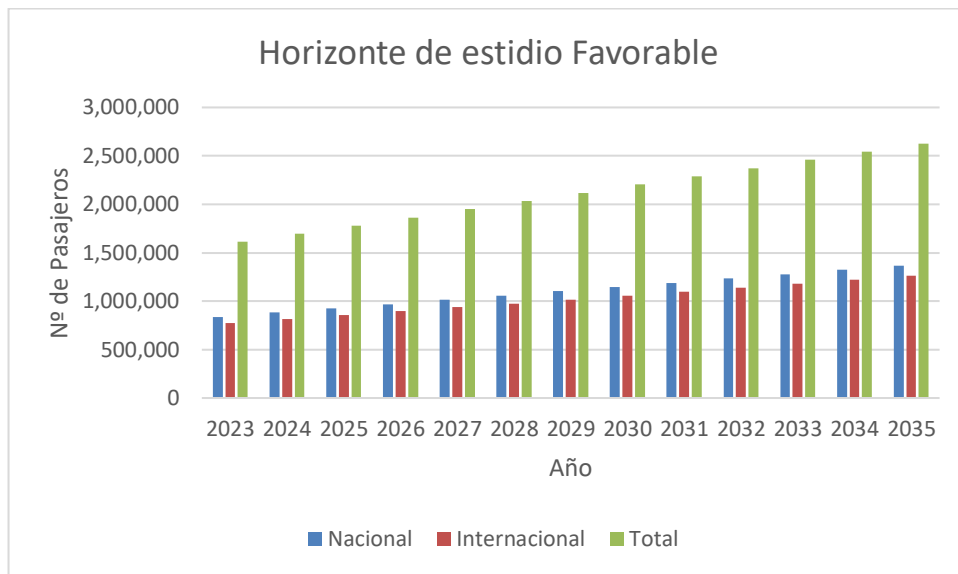
Tabla 30: *Prognosis para la demanda de pasajeros según la procedencia*

Horizonte de estudio favorable			
Año	Nacional	Internacional	Total
2023	837.408	772.992	1.610.400
2024	881.504	813.696	1.695.200
2025	925.600	854.400	1.780.000
2026	969.696	895.104	1.864.800
2027	1.013.792	935.808	1.949.600
2028	1.057.888	976.512	2.034.400
2029	1.101.984	1.017.216	2.119.200
2030	1.146.080	1.057.920	2.204.000
2031	1.190.176	1.098.624	2.288.800
2032	1.234.272	1.139.328	2.373.600
2033	1.278.368	1.180.032	2.458.400
2034	1.322.464	1.220.736	2.543.200
2035	1.366.560	1.261.440	2.628.000
Horizonte de estudio realista			
Año	Nacional	Internacional	Total
2023	806.309	415.371	1.221.681
2024	1.013.016	521.857	1.534.872
2025	1.068.951	550.672	1.619.623
2026	1.124.886	579.487	1.704.373
2027	1.180.822	608.302	1.789.124
2028	1.236.757	637.117	1.873.874
2029	1.292.692	665.932	1.958.624
2030	1.348.627	694.747	2.043.375
2031	1.404.563	723.563	2.128.125
2032	1.460.498	752.378	2.212.876
2033	1.516.433	781.193	2.297.626
2034	1.572.369	810.008	2.382.377
2035	1.628.304	838.823	2.467.127

Horizonte de estudio desfavorable			
Año	Nacional	Internacional	Total
2023	1.058.764	352.921	1.411.685
2024	1.114.749	371.583	1.486.332
2025	1.170.735	390.245	1.560.980
2026	1.226.720	408.907	1.635.627
2027	1.268.709	422.903	1.691.612
2028	1.296.702	432.234	1.728.936
2029	1.324.694	441.565	1.766.259
2030	1.352.687	450.896	1.803.583
2031	1.380.680	460.227	1.840.906
2032	1.408.672	469.557	1.878.230
2033	1.436.665	478.888	1.915.553
2034	1.464.658	488.219	1.952.877
2035	1.492.650	497.550	1.990.201

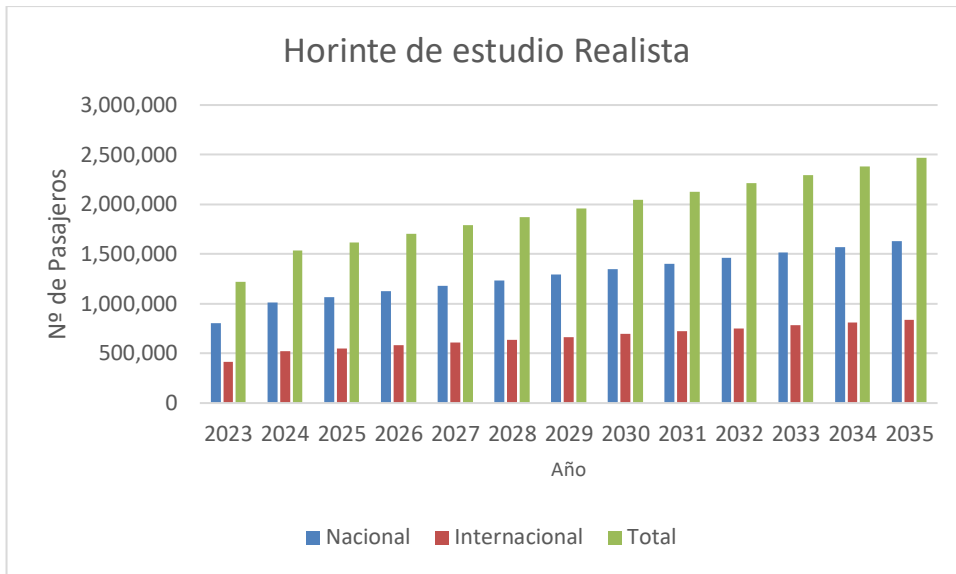
Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Representación gráfica de la prognosis para la demanda de pasajeros según la procedencia favorable



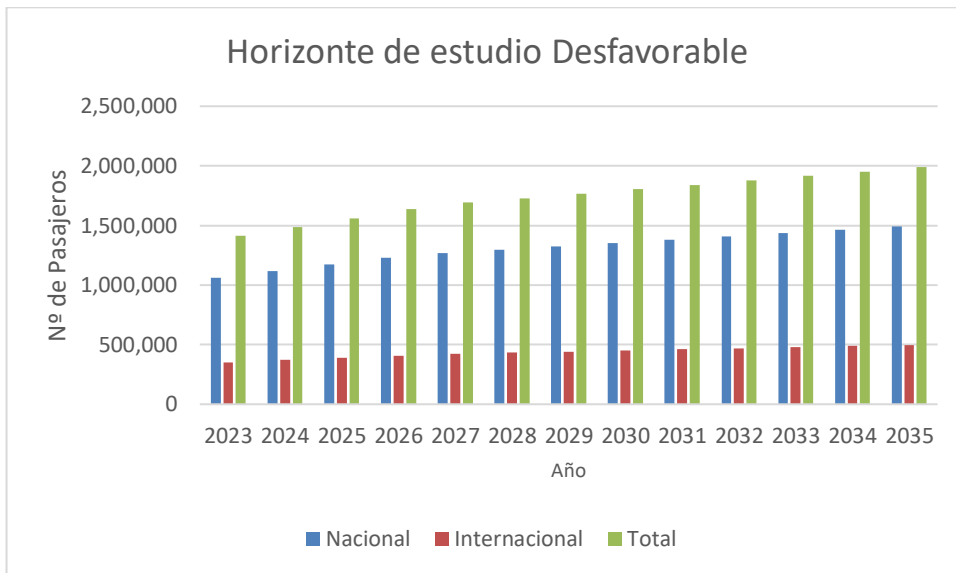
Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Representación gráfica de la prognosis para la demanda de pasajeros según la procedencia realista



Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Representación gráfica de la prognosis para la demanda de pasajeros según la procedencia desfavorable



Fuente: Elaboración propia

De igual manera que se hizo previamente se procede a hacer un análisis de los diferentes tipos de tráfico de pasajeros que hay (tránsitos y OCT). De igual manera se procede a realizar un estudio con diferentes horizontes, realizando progresiones lineales para estimar los tres posibles horizontes (favorables, realista y desfavorable). Para ilustrar los datos se adjunta la tabla 31 donde se pueden ver los tres posibles escenarios para la demanda de afluencia de pasajeros.

Tabla 31: Demanda de pasajeros. Prognosis, diferentes horizontes de estudio

Horizonte de estudio favorable				
Año	Favorable Comercial	Favorable Tránsitos	Favorable OCT	Favorable Total
2015	804.659	6.259	12.242	823.160
2016	903.324	4.843	8.739	916.906
2017	1.042.062	929	3.558	1.046.549
2018	1.128.710	356	5.275	1.134.341
2019	1.115.719	1.437	4.008	1.121.164
2020	212.522	1.664	2.133	216.319
2021	434.022	2.530	2.214	438.766
2022	908.489	2.595	4.185	915.269
2023	1.610.400	2.869	4.896	1.618.165
2024	1.695.200	3.360	5.922	1.704.482
2025	1.780.000	3.851	6.948	1.790.799
2026	1.864.800	4.342	7.974	1.877.116
2027	1.949.600	4.833	9.000	1.963.433
2028	2.034.400	5.324	10.026	2.049.750
2029	2.119.200	5.815	11.052	2.136.067
2030	2.204.000	6.306	12.078	2.222.384
2031	2.288.800	6.797	13.104	2.308.701
2032	2.373.600	7.288	14.130	2.395.018
2033	2.458.400	7.779	15.156	2.481.335
2034	2.543.200	8.270	16.182	2.567.652
2035	2.628.000	8.761	17.208	2.653.969

Horizonte de estudio realista				
Año	Realista Comercial	Realista Tránsitos	Realista OCT	Realista Total
2015	804.659,00	6.259	12.242	823.160
2016	903.324	4.843	8.739	916.906
2017	1.042.062	929	3.558	1.046.549
2018	1.128.710	356	5.275	1.134.341
2019	1.115.719	1.437	4.008	1.121.164
2020	212.522	1.664	2.133	216.319
2021	434.022	2.530	2.214	438.766
2022	908.489	2.595	4.185	915.269
2023	1.221.681	2.869	4.896	1.229.446

2024	1.534.872	3.360	5.922	1.544.154
2025	1.619.623	3.851	6.948	1.630.422
2026	1.704.373	4.342	7.974	1.716.689
2027	1.789.124	4.833	9.000	1.802.957
2028	1.873.874	5.324	10.026	1.889.224
2029	1.958.624	5.815	11.052	1.975.491
2030	2.043.375	6.306	12.078	2.061.759
2031	2.128.125	6.797	13.104	2.148.026
2032	2.212.876	7.288	14.130	2.234.294
2033	2.297.626	7.779	15.156	2.320.561
2034	2.382.377	8.270	16.182	2.406.829
2035	2.467.127	8.761	17.208	2.493.096

Horizonte de estudio desfavorable

Año	desfavorable Comercial	desfavorable Tránsitos	desfavorable OCT	desfavorable Total
2015	804.659	6.259	12.242	823.160
2016	903.324	4.843	8.739	916.906
2017	1.042.062	929	3.558	1.046.549
2018	1.128.710	356	5.275	1.134.341
2019	1.115.719	1.437	4.008	1.121.164
2020	212.522	1.664	2.133	216.319
2021	434.022	2.530	2.214	438.766
2022	908.489	2.595	4.185	915.269
2023	1.411.685	2.869	4.896	1.419.450
2024	1.486.332	3.360	5.922	1.495.614
2025	1.560.980	3.851	6.948	1.571.779
2026	1.635.627	4.342	7.974	1.647.943
2027	1.691.612	4.833	9.000	1.705.445
2028	1.728.936	5.324	10.026	1.744.286
2029	1.766.259	5.815	11.052	1.783.126
2030	1.803.583	6.306	12.078	1.821.967
2031	1.840.906	6.797	13.104	1.860.807
2032	1.878.230	7.288	14.130	1.899.648
2033	1.915.553	7.779	15.156	1.938.488
2034	1.952.877	8.270	16.182	1.977.329
2035	1.990.201	8.761	17.208	2.016.170

Fuente: Elaboración propia

En relación a los datos de la tabla 31 carece de sentido ilustrarlos dado que los valores correspondientes a los pasajeros comerciales son mucho mayores que los valores de tránsitos y OCT.

3.5 Mercancías

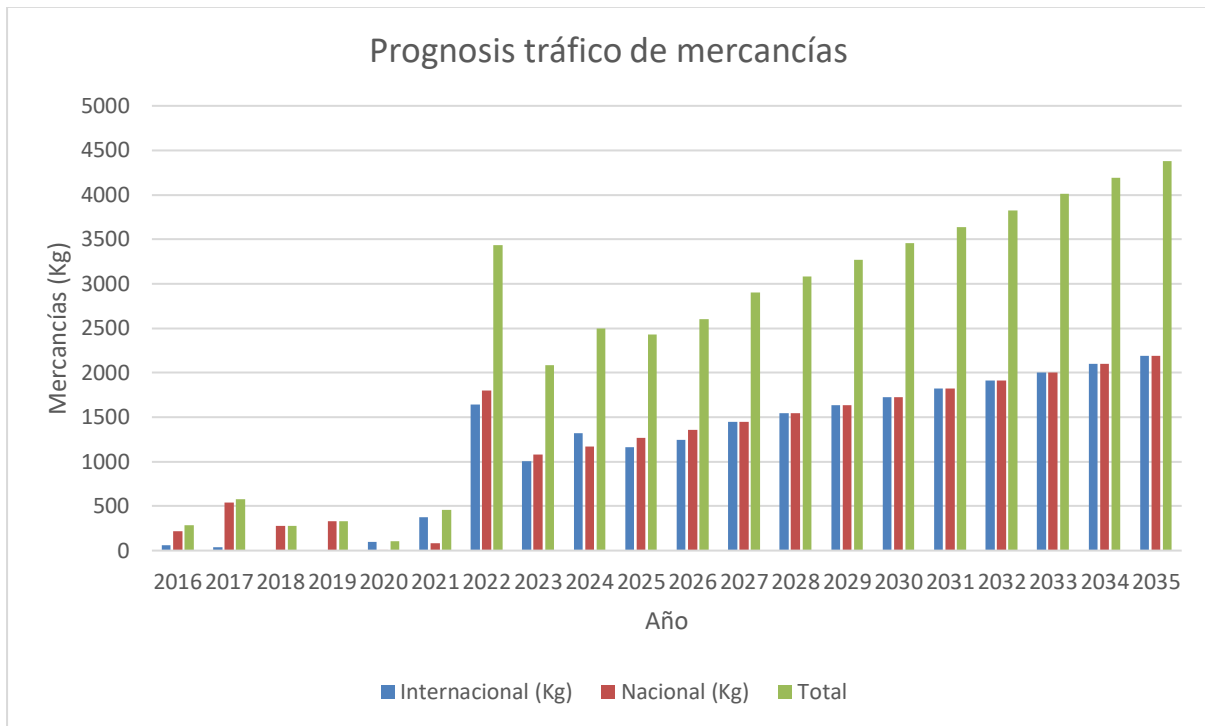
El último aspecto a destacar en cuanto a la prognosis está relacionado con el transporte de mercancías, como ya se estudió su incidencia en el apartado 2, podemos concluir que el transporte de mercancías no es muy elevado habiendo un pico muy importante en el año 2022 derivado principalmente por el COVID. Por lo que su tendencia será similar. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la tabla 32 y la figura 50 donde se puede ver la prognosis referente al tráfico de mercancías.

Tabla 32: *Demanda de mercancías, prognosis.*

Año	Internacional (Kg)	Nacional (Kg)	Total
2016	62	221	283
2017	35	543	578
2018	0	279	279
2019	0	334	334
2020	98	5	103
2021	374	82	456
2022	1639	1798	3437
2023	1007	1079	2085
2024	1323	1171	2494
2025	1165	1264	2429
2026	1244	1357	2600
2027	1449	1449	2898
2028	1542	1542	3084
2029	1634	1634	3269
2030	1727	1727	3454
2031	1820	1820	3639
2032	1912	1912	3825
2033	2005	2005	4010
2034	2098	2098	4195
2035	2190	2190	4380

Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Representación gráfica de la prognosis para el tráfico de mercancías

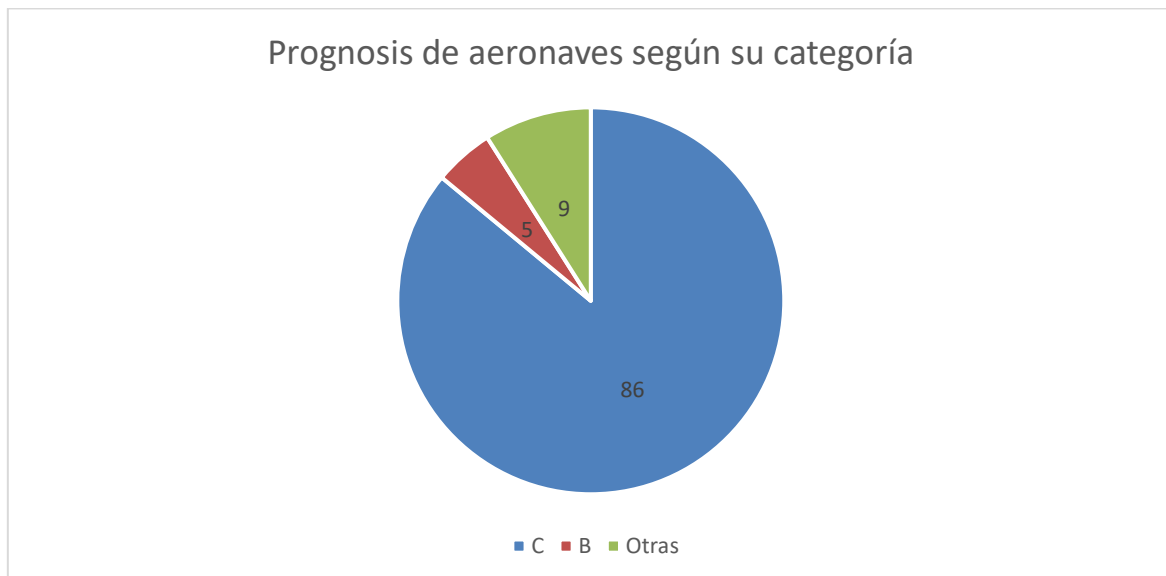


Fuente: Elaboración propia

3.6 Flota

La flota del aeropuerto de Jerez seguirá la tendencia que se vio en la sección 2 donde se comprobó que la principal afluencia de aeronaves son las de CATC (Boeing 737 en todas sus variantes y Airbus A319-A321). Para ilustrar el Porcentaje de aeronaves que utilizarán la pista se adjunta la figura 51.

Figura 51: Representación gráfica de la prognosis para la categoría de aeronaves



Fuente: Elaboración propia

En relación a la flota de aeronaves también es de interés analizar las operaciones que las aeronaves realizan. Para el caso de las aeronaves, se realiza una progresión lineal con los datos de los años 2015-2019, excluyendo los que se pudieran ver afectados por el COVID. Para representar los datos de afluencia de aeronaves se adjunta la tabla 33 y las figura 52, en la tabla 33 se pueden ver los diferentes horizontes de estudio mientras que en la figura 48 es una representación gráfica de los tres horizontes de estudio.

Tabla 33: *Afluencia de aeronaves, prognosis.*

Horizonte de estudio favorable			
Año	Comercial	OCT	Total
2015	7.701	35.861	43.562
2016	8.026	41.240	49.266
2017	8.389	40.239	48.628
2018	8.890	42.305	51.195
2019	8.640	45.864	54.504
2020	3.106	33.919	37.025
2021	5.262	35.998	41.260
2022	8.033	33.850	41.883
2023	9.974	39.892	49.866
2024	10.249	42.412	52.661
2025	10.523	44.085	54.607
2026	10.797	48.366	59.162
2027	11.071	51.688	62.759
2028	11.345	55.010	66.356
2029	11.620	58.333	69.952
2030	11.894	61.655	73.549
2031	12.168	64.978	77.145
2032	12.442	68.300	80.742
2033	12.716	71.622	84.339
2034	12.991	74.945	87.935
2035	13.265	78.267	91.532

Horizonte de estudio real			
Año	Comercial	OCT	Total
2015	7.701	35.861	43.562
2016	8.026	41.240	49.266
2017	8.389	40.239	48.628
2018	8.890	42.305	51.195
2019	8.640	45.864	54.504
2020	3.106	33.919	37.025
2021	5.262	35.998	41.260

2022	8.033	33.850	41.883
2023	9.176	36.700	45.877
2024	9.429	39.019	48.448
2025	9.681	40.558	50.239
2026	9.933	44.496	54.429
2027	10.186	47.553	57.738
2028	10.438	50.609	61.047
2029	10.690	53.666	64.356
2030	10.942	56.723	67.665
2031	11.195	59.779	70.974
2032	11.447	62.836	74.283
2033	11.699	65.893	77.592
2034	11.951	68.949	80.900
2035	12.204	72.006	84.209

Horizonte de estudio desfavorable

Año	Comercial	OCT	Total
2015	7.701	35.861	43.562
2016	8.026	41.240	49.266
2017	8.389	40.239	48.628
2018	8.890	42.305	51.195
2019	8.640	45.864	54.504
2020	3.106	33.919	37.025
2021	5.262	35.998	41.260
2022	8.033	33.850	41.883
2023	8.378	33.509	41.887
2024	8.609	35.626	44.235
2025	8.839	37.031	45.870
2026	9.069	40.627	49.696
2027	9.300	43.418	52.718
2028	9.530	46.209	55.739
2029	9.760	48.999	58.760
2030	9.991	51.790	61.781
2031	10.221	54.581	64.802
2032	10.451	57.372	67.823
2033	10.682	60.163	70.845
2034	10.912	62.954	73.866
2035	11.142	65.744	76.887

Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Representación gráfica de la prognosis para la categoría de aeronaves



Fuente: Elaboración propia

3.7 Resumen de los resultados

A modo de resumen y considerando un horizonte de eventos realista se adjunta la tabla 34 donde se pueden ver todos los datos obtenidos de la prognosis realista a modo de resumen.

Tabla 34: *Resumen de los resultados para la evolución previsible de la demanda*

Año	Pasajeros comerciales	Pasajeros Total	Operaciones comerciales	Operaciones totales	Mercancías (Kg)
2015	804.659	806.674	7.701	43.562	0
2016	903.324	905.340	8.026	49.266	283
2017	1.042.062	1.044.079	8.389	48.628	578
2018	1.128.710	1.130.728	8.890	51.195	279
2019	1.115.719	1.117.738	8.640	54.504	334
2020	212.522	214.542	3.106	37.025	103
2021	434.022	436.043	5.262	41.260	456
2022	908.489	910.511	8.033	41.883	3.437
2023	1.221.681	1.223.704	9.176	45.877	2.085
2024	1.534.872	1.536.896	9.429	48.448	2.494
2025	1.619.623	1.621.648	9.681	50.239	2.429
2026	1.704.373	1.706.399	9.933	54.429	2.600
2027	1.789.124	1.791.151	10.186	57.738	2.898
2028	1.873.874	1.875.902	10.438	61.047	3.084
2029	1.958.624	1.960.653	10.690	64.356	3.269
2030	2.043.375	2.045.405	10.942	67.665	3.454
2031	2.128.125	2.130.156	11.195	70.974	3.639
2032	2.212.876	2.214.908	11.447	74.283	3.825
2033	2.297.626	2.299.659	11.699	77.592	4.010
2034	2.382.377	2.384.411	11.951	80.900	4.195
2035	2.467.127	2.469.162	12.204	84.209	4.380

Fuente: Elaboración propia

4 Necesidades futuras

4.1 Introducción

En este capítulo se van a tratar las necesidades que en un futuro necesitará el aeropuerto de jerez. Para ello se realizarán diferentes comparativas con datos calculados previamente. Para ello se hace una estimación de los diferentes parámetros de diseños ya calculados en el apartado 2 (PHD, PHP, AHP, AHD) y se estima mediante regresiones lineales la posible evolución de estos parámetros en el futuro. Como se mencionó anteriormente habría que mirar los tres horizontes posibles y evaluar los parámetros de diseño, sin embargo, se considerará el horizonte realista. Para ilustrar los valores de diseño se adjunta la tabla 35 y tabla 36 donde en la primera se muestran los valores de PHD y en la segunda los valores de AHD.

Tabla 35: *Valores de PHD para los próximos años*

Año	PHD	PHD sal	PHDIleg
2023	1.107	616	491
2024	1.134	631	503
2025	1.162	647	515
2026	1.189	662	527
2027	1.217	677	539
2028	1.244	692	552
2029	1.271	708	564
2030	1.299	723	576
2031	1.326	738	588
2032	1.354	753	600
2033	1.381	769	612
2034	1.409	784	625
2035	1.436	799	637

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: *Valores de AHD para los próximos años*

Año	AHD	AHD sal	AHDIleg
2023	10	5	5
2024	10	5	5
2025	10	5	5
2026	11	5	6
2027	11	5	6
2028	11	6	6
2029	11	6	6
2030	11	6	6
2031	12	6	6
2032	12	6	6
2033	12	6	6
2034	12	6	6
2035	13	6	7

Fuente: Elaboración propia

Es importante hacer una apreciación a la hora de la obtención de los datos. Para poder realizarlos con detalle, serían necesario muchos datos, matices, softwares específicos donde contemplen diferentes variables, etc. Para la obtención de los mismos en este TFM se siguió la misma premisa que para los datos anteriores, se realizó una regresión lineal entre los datos calculados en el apartado 2 y los datos reales aprobados en el aeropuerto de Jerez en 2001. Con estos datos ya podríamos tener una estimación de cómo se comportará el futuro. Con solo dos datos podría pensarse que los resultados son poco estables o muy inexactos, sin embargo, son semejantes a los obtenidos en el plan director del aeropuerto de Jerez aprobado en 2022 y para ello se adjunta la figura 53 y figura 54 donde se pueden ver los datos de valores de diseño (PHD y AHD respectivamente) para el aeropuerto de jerez aprobados en el plan director, y cómo estos valores no distan mucho de los calculado con nuestro análisis.

Figura 53: Valores PHD para el aeropuerto de Jerez aprobados en el último plan director

Tabla 3.10.- Valores de diseño de tráfico aéreo de pasajeros

Horizonte	PHD	PHD _{SAL}	PHD _{LLEG}	PHD _{SAL SCH}	PHD _{SAL NO SCH}	PHD _{LLEG SCH}	PHD _{LLEG NO SCH}	PHD _{LLEG UE}	PHD _{LLEG NO UE}
Horizonte 1	1.105	715	705	710	450	693	434	698	221
Horizonte 2	1.160	750	745	745	472	732	459	737	234
Horizonte 3	1.230	795	790	789	500	777	487	782	248

Fuente: Plan Director Aeropuerto de Jerez 2022

Figura 54: Valores AHD para el aeropuerto de Jerez aprobados en el último plan director

En la Tabla 3.11 y en el Gráfico 3.11 se presentan los valores de diseño de aeronaves para los tres horizontes de estudio.

Tabla 3.11.- Valores de diseño de tráfico aéreo de aeronaves

Horizonte	AHD	AHD _{SAL}	AHD _{LLEG}	AHD _{SAL SCH}	AHD _{SAL NO SCH}
Horizonte 1	9	6	6	6	2
Horizonte 2	10	7	7	7	2
Horizonte 3	10	7	7	7	2

Gráfico 3.11.- Valores de diseño de tráfico aéreo de aeronaves

Fuente: Plan Director Aeropuerto de Jerez 2022

4.2 Subsistema de movimiento de aeronaves

4.2.1 Espacio aéreo

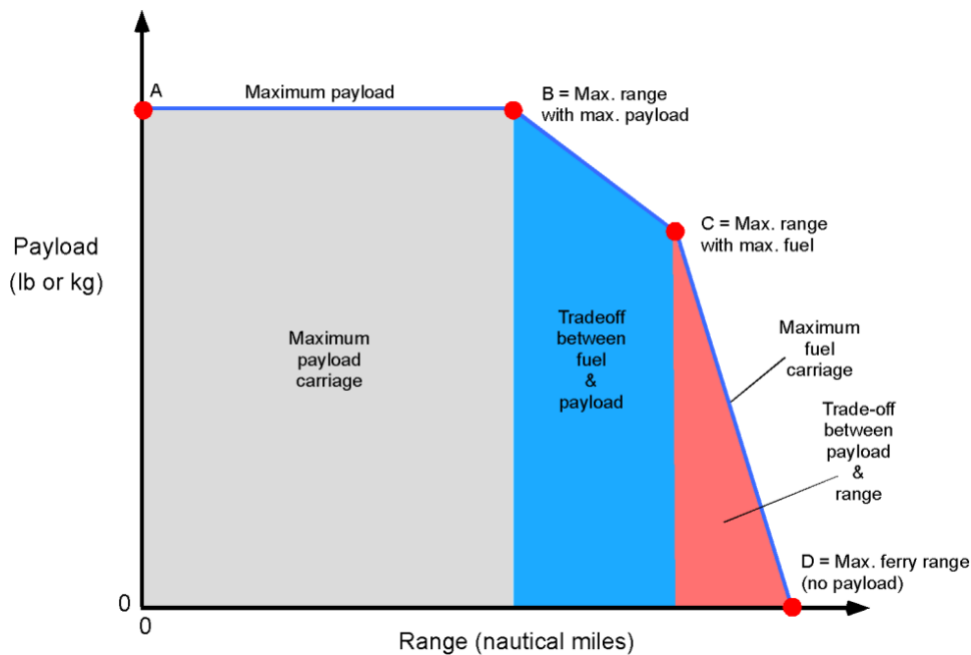
En cuanto al espacio aéreo del aeropuerto de Jerez, para analizar si fuera necesario una ampliación de los mismos para los próximos años, debemos de fijarnos en la tabla 36 datos referentes a AHD donde se pueden ver que el incremento de AHD es apenas significativo en los próximos años por lo que no será necesaria una ampliación del mismo.

4.2.2 Pista

En lo referente a la pista, en este apartado se determinará si es necesario realizar una ampliación o no. Para determinar si es necesaria la ampliación es necesario evaluar si las principales aeronaves que operan el aeropuerto son capaces de operar sin restringir su carga útil. La carga útil de una aeronave es toda la carga que este transporta sin contar el combustible ni el peso de ella misma. Ahora bien, para determinar si es necesario ampliar la pista necesitamos estudiar si las aeronaves son capaces de operar en condiciones de máximo peso o no.

A modo de explicación es necesario explicar la relación entre alcance y carga de pago ya que todas las aeronaves tienen una relación diferente. La representación de la relación entre carga de pago y alcance se realiza a través de lo que se conocen como diagramas PL-R. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 55 donde se ejemplifica un diagrama PL-R de forma genérica. (Ackert, 2018)

Figura 55: Diagrama PL-R



Fuente: Embry Riddle (Embry Riddle, 2023)

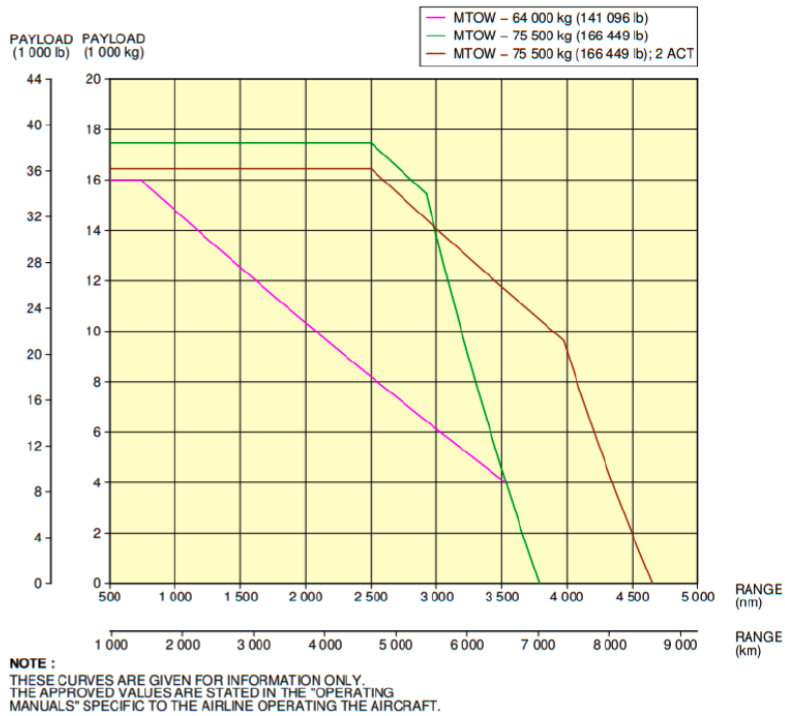
Una aeronave es capaz de volar un máximo de carga útil para un rango determinado, ahora bien, cuanto menor sea la carga, mayor será el rango en el que esta pueda operar y viceversa. Para ello es fundamental entender el diagrama PL-R. En el punto A, la aeronave tiene carga útil máxima sin combustible a bordo, dicho de otra manera, tiene una carga máxima en el punto $R=0$ (rango 0). Desde el punto A hasta el punto B se añade combustible para que la aeronave pueda ser operada. La carga máxima útil se logra según el diseño del fabricante. Se llega al punto B el cual representa el máximo rango que la aeronave puede volar con carga útil máxima. Ahora bien se puede sacrificar carga para obtener un mayor rango y esto es lo que sucede entre el punto B y C. A lo largo de los puntos B y C la carga útil es limitada por la MTOW (Maximum Take-Off Weight), sin embargo la carga es sacrificada por combustible, obteniendo así un mayor rango. En el punto C es donde se alcanza la máxima capacidad de volumen de combustible y en términos de eficiencia es donde es más eficiente la aeronave, representa el rango máximo que una aeronave puede llegar con tanques llenos y una carga útil. Finalmente se llega al punto D donde se considera el máximo rango que una aeronave puede operar. (Ackert, 2018)

Ahora bien, hay una serie de conceptos básicos a explicar dentro de los diagramas PL-R que deben ser considerados y son:

- MTOW: (Maximum Take-Off Weight): Hace referencia al peso máximo con el que una aeronave es capaz de despegar
- MPL: (Maximum Payload): Carga máxima que transporta la aeronave
- TORL: (Take off runaway length): Hace referencia a la distancia de despegue en metros necesaria para que la aeronave despegue de forma segura

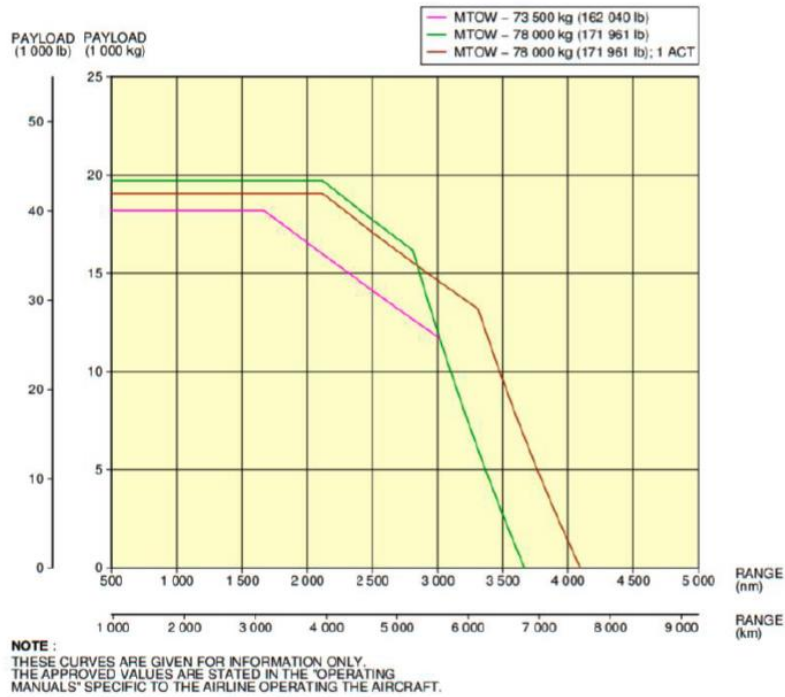
Como bien se comentó anteriormente en el capítulo 2, las aeronaves que operan con mayor frecuencia son el Airbus A319, A320 y A321 y también el Boeing 737. Para estudiar el diagrama PL-R de estas aeronaves se recurre a la información proporcionada por el fabricante en sus Planes de aeropuertos. Para ilustrar los diagramas se adjuntan las figuras 56-59 donde se pueden ver los diferentes diagramas PL-R de las aeronaves mencionadas.

Figura 56: Diagrama PL-R para Airbus A319



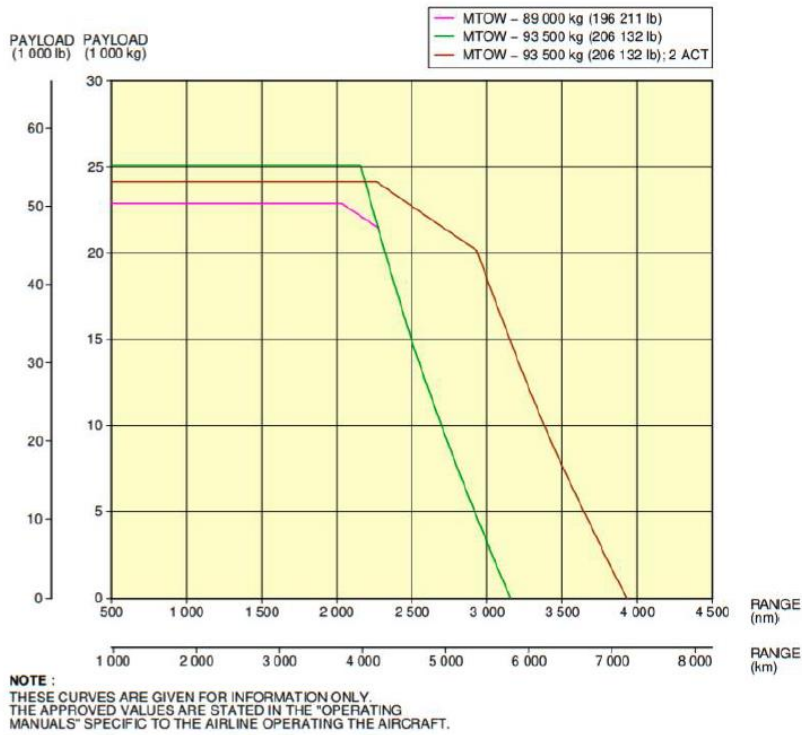
Fuente: Airbus. (Airbus, 2005)

Figura 57: Diagrama PL-R para Airbus A320



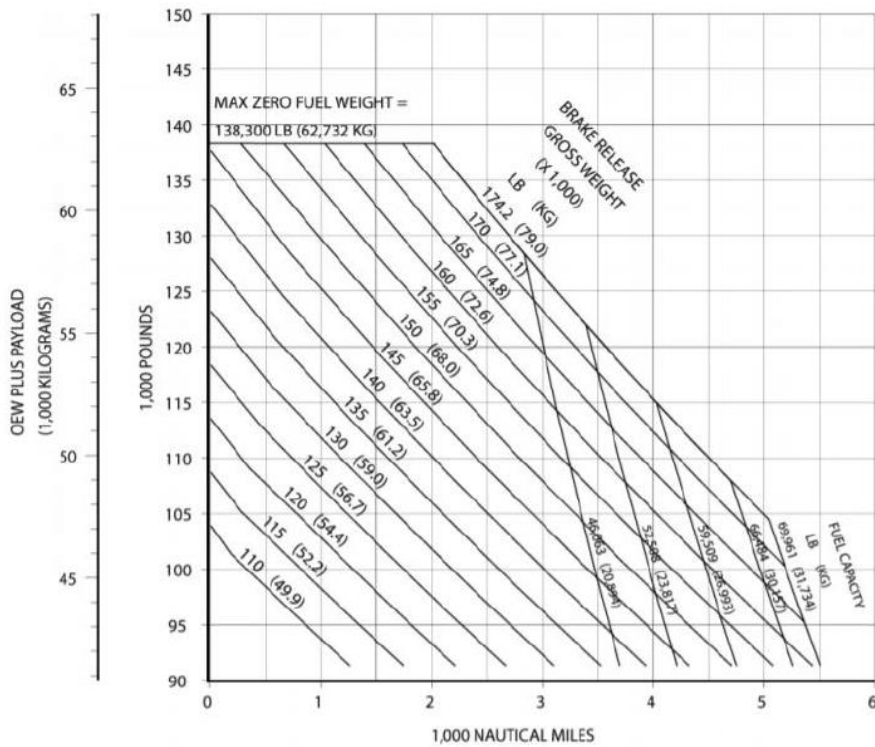
Fuente: Airbus. (Airbus, 2005)

Figura 58: Diagrama PL-R para Airbus A321



Fuente: Airbus. (Airbus, 2005)

Figura 59: Diagrama PL-R para Boeing 737

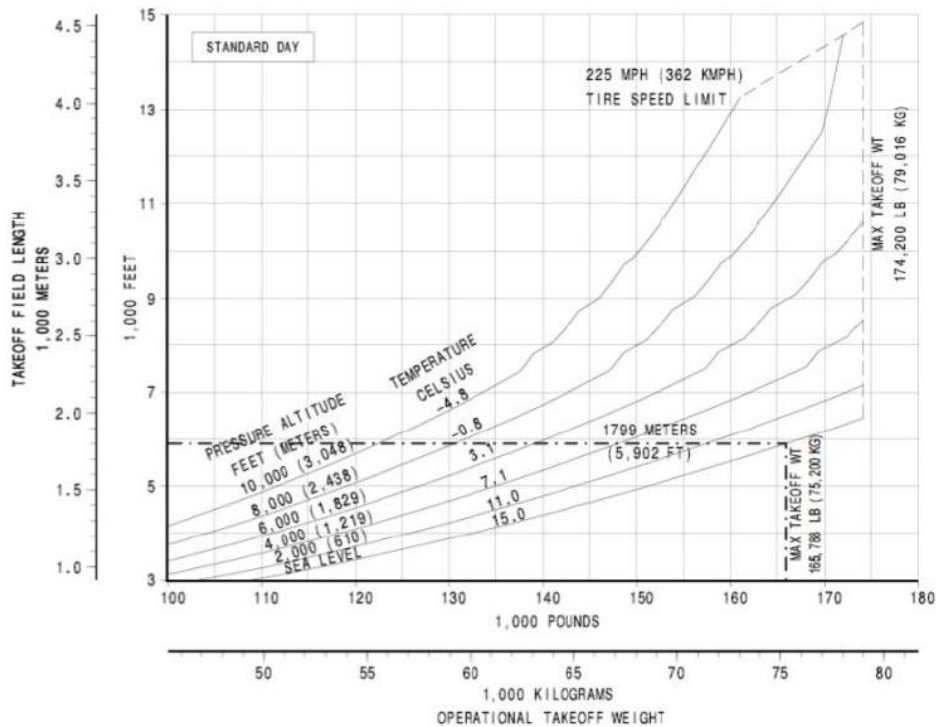


Fuente: Boeing. (Boeing, 2023)

En las figuras anteriores se puede apreciar el PR-L para las distintas aeronaves que operan el aeropuerto de Jerez con mayor frecuencia, ahora bien para determinar si es necesaria ampliar la pista se deben también consultar los diferentes parámetros de MTOW, MPL, pero sobre todo el parámetro TOLF ya que este nos indica la distancia que necesita la aeronave para despegar de la pista 02-20 del aeropuerto. Tras consultar la información del fabricante se obtiene que las aeronaves requieren una longitud de pista superior a 2500m para poder operar sin necesitar sacrificar carga de pago mientras que actualmente la distancia de la pista mide 2300m. Se establece que la distancia máxima de carga para la mayor de las aeronaves es de 3000 metros y otorgando un 10% de seguridad se recomienda una ampliación de pista hasta los 3300 metros.

La ampliación de pista se podría considerar como una ventana de oportunidad para poder incluir nuevas rutas, flotas y poder captar más pasajeros. Otro parámetro que hay que analizar es el MLW (máximum landing weight) peso máximo de aterrizaje y ver si las aeronaves son capaces de aterrizar en condiciones normales. Tras ver los datos proporcionados por el fabricante no requieren una distancia superior a la actual pista para poder operar, por lo que las aeronaves no van a tener inconvenientes para aterrizar. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 60 donde se ve el parámetro TOFL

Figura 60: Diagrama que representa TOLFL vs OTW



Fuente: Boeing. (Boeing, 2023)

Ya se mencionó previamente en el capítulo 3 donde se estimaban los problemas de futuro, y uno de ellos era el cambio climático. En relación a este aspecto, la longitud de pista es un parámetro fundamental dado que el cambio climático puede influir en la distancia de pista requerida dado que los cambios de temperatura afectan a la densidad del aire, a medida que la temperatura aumenta el aire se vuelve menos denso, el aire menos denso produce menos sustentación en las alas del avión por lo que la aeronave necesitará más velocidad de despegue y por ende más distancia de pista. Finalmente se puede concluir este apartado recomendando la ampliación de la pista 02-20 hasta los 3300m.

4.3 Subsistema de estacionamiento de aeronaves

En este apartado se va a estudiar si es necesario ampliar la zona de estacionamientos de aeronaves, para ello será necesario estudiar los valores de aeronaves hora de diseño y ver cuántos harán falta. Se procede a calcular los puestos necesarios de igual manera que los valores de diseño y se obtiene como resultado la tabla 37 la cual se pueden ver las necesidades de la plataforma de estacionamientos de aeronave, llegándose a la conclusión de que estos al corto plazo pueden operar, aunque no sea de la forma más óptima posible, por lo que no haría falta modificación al menos en el horizonte de estudio.

Tabla 37: *Necesidades del subsistema de estacionamiento de aeronaves*

Año	AHD	Puestos Necesarios
2023	10	13
2024	10	13
2025	10	13
2026	11	13
2027	11	13
2028	11	14
2029	11	14
2030	11	14
2031	12	14
2032	12	14
2033	12	14
2034	12	15
2035	13	15

Fuente: Elaboración propia

4.4 Subsistema actividades aeroportuarias. Edificio Terminal

La zona terminal se procede a estudiar sus necesidades de futuro al igual que se hizo en el capítulo 2. Se utilizarán fórmulas parecidas de tal manera que se cumplan los valores de calidad B de la IATA. De igual manera se estudiarán:

- | | | |
|---|---|------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Vestíbulo de salidas • Mostradores de facturación • Control de pasaportes • Zona de salidas y embarques • Control de seguridad | } | Zonas de salidas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vestíbulo de llegadas • Zona de espera y recogida de equipaje • Hipódromos de recogida de equipajes • Control de pasaportes • Zona de control de pasaportes | } | Zona de llegadas |

De igual manera que se hizo en el apartado 2, el desarrollo de este apartado se realiza en el anexo III, mostrando aquí simplemente los resultados. Para ilustrar los datos se adjunta la tabla 38:

Tabla 38: Resumen de las necesidades del edificio terminal

Zona Aeroportuaria	Corto Plazo				
	2023	2024	2025	2026	2027
Vestíbulo de salidas (m2)	1.400	1.304	1.336	1.367	1.399
Mostradores de facturación (unidades)	17	17	18	18	18
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	2	3	3	3	3
Zona de espera y embarques (m2)	1.543	1.581	1.619	1.658	1.696
Puertas de embarques	-	-	-	-	-
Control de pasaportes - Llegadas	2	3	3	3	3
Hipódromo de recogida de equipajes	2N y 1W	2N y 1W	2N y 2W	2N y 2W	3N y 2W
Zona de recogida de equipajes (m2)	906	928	950	973	995
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.003	1.028	1.053	1.077	1.102

Zona Aeroportuaria	Medio Plazo				
	2028	2029	2030	2031	2032
Vestíbulo de salidas (m2)	1.431	1.462	1.494	1.525	1.557
Mostradores de facturación (unidades)	19	19	20	20	21
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	3	3	3	3	3
Zona de espera y embarques (m2)	1.734	1.772	1.811	1.849	1.887
Puertas de embarques	-	-	-	-	-
Control de pasaportes - Llegadas	3	3	3	3	3
Hipódromo de recogida de equipajes	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W
Zona de recogida de equipajes (m2)	1.018	1.040	1.063	1.085	1.108
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.127	1.152	1.177	1.202	1.227

Zona Aeroportuaria	Largo Plazo		
	2033	2034	2035
Vestíbulo de salidas (m2)	1.588	1.620	1.651
Mostradores de facturación (unidades)	21	21	22
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	3	3	3
Zona de espera y embarques (m2)	1.925	1.964	2.002
Puertas de embarques	-	-	-
Control de pasaportes - Llegadas	3	3	3
Hipódromo de recogida de equipajes	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W
Zona de recogida de equipajes (m2)	1.130	1.153	1.175
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.251	1.276	1.301

Fuente: Elaboración propia

4.5 Estudio de la capacidad aeroportuaria y análisis de la demanda

Este apartado es de especial relevancia en el TFM dado que la finalidad del mismo es analizar y estudiar los resultados obtenidos previamente para comparar y estimar la capacidad aeroportuaria actual con la demanda que se estimó en los años venideros.

4.5.1 Vestíbulo de salidas

La primera zona aeroportuaria a estudiar es el vestíbulo de salidas, en cuanto a su evolución con el tiempo se puede ver en la tabla 38 que para el año 2023-2028 (corto plazo) se puede ver que el espacio requerido estimado para el vestíbulo de salidas es aproximadamente 1400m² que es lo que mide actualmente. En cuanto a su evolución a medio plazo las necesidades no incrementan de forma sustancial llegando al análisis a largo plazo 2033-2035 donde el incremento necesario para cubrir las necesidades del vestíbulo de salidas es aproximadamente un 15%, de 1400m² a 1651m². Este incremento en la capacidad aeroportuaria no saturaría el vestíbulo de salidas de forma sustancial por lo que se ha decidido no realizar una ampliación del mismo acorde con las estimaciones realizadas.

4.5.2 Mostradores de facturación

En cuanto a los mostradores de facturación actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 20 unidades. Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades de mostradores para el corto-medio plazo las necesidades están cubiertas y para el largo plazo el incremento en términos relativos es del 10% por lo que no se considera un aumento sustancial de las necesidades por lo que se ha decidido no realizar una ampliación del mismo acorde con las estimaciones realizadas.

4.5.3 Control de seguridad salidas

En cuanto a los controles de seguridad actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 4 unidades. Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades de mostradores tanto para el corto como para el medio-largo plazo están cubiertas por lo que no se necesitaría ampliación.

4.5.4 Control de pasaportes salidas

En cuanto a los controles de pasaportes actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 2 unidades. Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades de los control de pasaporte a la salida para un futuro al corto plazo se necesitarán 3 controles y al medio-largo plazo también por lo que sí es recomendable ampliar esta sección.

4.5.5 Zona de espera y embarques

En cuanto a la zona de espera y embarques actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una zona de 1390 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades en cuanto a espacio de las zonas de espera y embarque aumente un 20% al corto plazo llegando a necesitar cerca del 40% al largo plazo (2035) por lo que tras evaluar estas necesidades se recomienda ampliar esta zona.

4.5.6 Control de pasaportes de llegadas

En cuanto a los controles de pasaportes de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 4 unidades. Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades de mostradores tanto para el corto como para el medio-largo plazo están cubiertas por lo que no se necesitaría ampliación.

4.5.7 Hipódromos de recogidas de equipajes

En cuanto a la zona de hipódromo de recogida de equipajes de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 4 unidades. Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades de mostradores tanto para el corto como para el medio-largo plazo están cubiertas por lo que no se necesitaría ampliación en todas sus configuraciones de fuselaje de aeronaves.

4.5.8 Zona de espera y recogida de equipajes

En cuanto a la zona de espera y de recogida de equipajes de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una capacidad de 750 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades al corto plazo son de un 15% más y del medio-largo plazo llegarían a ser de hasta un 30% más por lo que sí se recomienda ampliación.

4.5.9 Vestíbulo de llegadas.

En cuanto a la zona de vestíbulo de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una capacidad de 750 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades al corto plazo son de un 25% más y del medio-largo plazo llegarían a ser de hasta un 40% más por lo que sí se recomienda ampliación.

4.6 Carga

En cuanto al transporte de carga tras analizar la evolución del tráfico de carga no se prevé grandes cambios en años venideros.

4.7 Aparcamientos

Sería necesario realizar una estimación en profundidad del mismo sin embargo se realizaron grandes modificaciones (ampliaciones) en el último plan director, triplicando el número de plazas, por lo que nos e consideran cambios venideros

5 Desarrollo Previsible

5.1 Capacidad y demanda. Resumen del posible futuro desarrollo

El objetivo de este capítulo es definir las distintas zonas aeroportuarias del aeropuerto de Jerez, y proponer las modificaciones que sean necesarias en relación al estudio de capacidad y demanda que se ha hecho en el capítulo 4. Antes de empezar a desarrollar este capítulo se adjunta la tabla 39 a modo de resumen de la capacidad y de la demanda futura definiendo las zonas aeroportuarias que requieren modificaciones.

Tabla 39: Resumen de las necesidades del aeropuerto de Jerez. Proposición de modificaciones

Zona Aeroportuaria	Requerimiento
Campos de vuelo	-
Pista	Ampliación
Plataforma	-
Plataforma de aviación comercial	No requiere ampliación
Plataforma de aviación general	No requiere ampliación
Terminal	-
Vestíbulo de salidas (m2)	No requiere ampliación
Mostradores de facturación (unidades)	No requiere ampliación
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	Ampliación
Zona de espera y embarques (m2)	Ampliación
Puertas de embarques	-
Control de pasaportes - Llegadas	No requiere ampliación
Hipódromo de recogida de equipajes	No requiere ampliación
Zona de recogida de equipajes (m2)	Ampliación
Vestíbulo de llegadas (m2)	Ampliación
Zona de aparcamientos	-
Plazas de parking	No requiere ampliación
Zona de carga	No requiere ampliación

Fuente: Elaboración propia

5.2 Capacidad y demanda. Análisis

5.2.1 Campos de vuelo

En cuanto a los campos de vuelo respecta la zona aeroportuaria que necesitaría una modificación es la pista 02/20 y la modificación sería una ampliación de la misma. En apartados posteriores de este capítulo se realiza un estudio de cómo habría que ampliar la pista. Tal como se vio anteriormente lo idóneo es que las aeronaves que despegan del aeropuerto sean capaces de despegar sin sacrificar carga de pago, una ampliación es una nueva posibilidad para el desarrollo y nuevas rutas. También se comentó los posibles efectos del cambio climático, otro factor a considerar y motivo por el que es de interés de cara a un desarrollo futuro del mismo.

5.2.2 Plataformas

En cuanto a las plataformas tanto de aviación general como comercial, se ha determinado que no haría falta una ampliación de la misma.

5.2.3 Edificio Terminal

En cuanto a las diferentes partes que componen la terminal tal como se puede ver en la tabla 39 los principales elementos que requieren una modificación, en este caso una ampliación, son:

5.2.3.1 Control de pasaportes de salidas. Edificio Terminal

En cuanto a los controles de pasaportes actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de 2 unidades. Tras analizar los datos de la tabla 38 se pueden ver que tanto para el corto como para el medio largo plazo las necesidades referentes al control de pasaportes aumentan hasta un 50% de la capacidad actual. De 2 puestos se necesitarán 3 por lo que habría que ampliar dicha zona para así poder satisfacer los niveles de calidad de la IATA.

5.2.3.2 Zona de espera y embarque. Edificio Terminal

En cuanto a la zona de espera y embarques actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una zona de 1390 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades en cuanto a espacio de las zonas de espera y embarque aumente un 20% al corto plazo llegando a necesitar cerca del 40% al largo plazo (2035) por lo que tras evaluar estas necesidades se recomienda ampliar esta zona. Al corto plazo el funcionamiento está garantizado, aunque no sea de forma óptima no obstante con el devenir del tiempo dicha necesidad aumentará hasta los 2000m² necesarios en 2035 por lo que será necesario realizar una ampliación.

5.2.3.3 Zona de espera y recogida de equipajes. Edificio Terminal

En cuanto a la zona de espera y de recogida de equipajes de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una capacidad de 750 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades al corto plazo son de un 15% más y del medio-largo plazo llegarían a ser de hasta un 30% más por lo que sí se recomienda ampliación. Tanto para el corto como para el largo plazo el funcionamiento del aeropuerto está garantizado pero no de forma óptimo, acorde a los estándares de calidad de la IATA, pudiéndose producir colas por lo que se recomienda ampliar.

5.2.3.4 Vestíbulo de llegadas. Edificio Terminal

En cuanto a la zona de vestíbulo de llegadas actualmente el aeropuerto de Jerez dispone de una capacidad de 750 m². Tras evaluar la tabla 38 se estima que las necesidades al corto plazo son de un 25% más y del medio-largo plazo llegarían a ser de hasta un 40% más por lo que sí se recomienda ampliación. Al corto plazo el funcionamiento está garantizado, aunque no sea de forma óptima no obstante con el devenir del tiempo dicha necesidad aumentará hasta los 21300m² necesarios en 2035 por lo que será necesario realizar una ampliación.

Como aclaración, es importante decir que para todos los casos, si las modificaciones no se realizaran el aeropuerto operaría, aunque no fuera de forma óptima y de acuerdo a los estándares de calidad esperados.

5.3 Actuaciones

En cuanto a las actuaciones a proponer, debido a la importancia de las mismas y por facilidad de proponer actuaciones se centrarán en la ampliación de la pista 02/20 del aeropuerto de Jerez. Hay que hacer el matiz de que para las modificaciones de la zona terminal harían falta considerar aspectos de diseño y aunque se dispongan de los planos del aeropuerto requerirían un nivel de estudio superior a lo que se plantea en este TFM, por lo que en lo referente a las actuaciones solamente se centrará en la ampliación de pista.

Antes de analizar las diferentes posibilidades de ampliar la pista es recomendable visualizar la situación actual del aeropuerto. Por ello se adjunta la figura 61 donde se puede ver un plano de AENA donde se ven las diferentes zonas aeroportuarias. (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, 2022)

Figura 61: Situación actual del aeropuerto. Plano actual del aeropuerto de Jerez



Fuente: Revisión del plan director del aeropuerto de Jerez 2022

5.3.1 Actuaciones. Ampliación de pista. Alternativa 1

Para el desarrollo de esta sección se ha utilizado la ampliación de Google earth para estimar las distancias, lo que nos dará una estimación de cómo quedarían las diferentes alternativas de ampliar la pista. La alternativa 1 consiste en la ampliación de la cabecera 02 una distancia de 1000m hacia el norte. En el capítulo 4 se vio que la distancia óptima de pista para no tener que sacrificar carga de pago eran 3300m. Se define por tanto la distancia necesaria para ampliar la pista y se calcula el terreno necesario. Según Google earth para realizar la modificación es necesario una superficie de 58 hectáreas adicionales a los terrenos colindantes de la pista. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 62, donde se ve la ampliación de la cabecera 02, 1000 metros hacia el norte.

Figura 62: Alternativa 1. Ampliación de la cabecera 02 1000 metros hacia el norte



Fuente: Google Earth

5.3.2 Actuaciones. Ampliación de pista. Alternativa 2

En cuanto a la alternativa 2, lo que se plantea es la ampliación de la cabecera 20 1000 metros hacia el sur. Para ello sería necesario adquirir 58 hectáreas en dirección sur y uno de los grandes inconvenientes que tendría esta alternativa es que sería necesario también una desviación de la carretera colindante CA-3104. Para ilustrar lo citado anteriormente se adjunta la figura 63, donde se ve la ampliación de la cabecera 02, 1000 metros hacia el norte.

Figura 63: Alternativa 2. Ampliación de la cabecera 20 1000 metros hacia el sur



Fuente: Google Earth

5.3.3 Actuaciones. Ampliación de pista. Otras posibles alternativas

En cuanto a otras posibles alternativas a plantear podrían ser la extensión de la cabecera de pista 20 una distancia de 300 metros hacia el sur y la cabecera 02, 700 metros norte, con esto lo que se consigue es no tener que modificar la carretera CA-3104, el inconveniente a esta alternativa son los peligros que conlleva tener una carretera tan cerca a las proximidades de la pista. Otra opción sería plantear una ampliación de pista inferior a 1000m lo que carecería de sentido dado que habría aeronaves que tendrían que sacrificar carga útil, y eso es lo que se plantea evitar.

5.4 Evaluación de las diferentes actuaciones

Para evaluar cual alternativa es más eficiente hay que considerar:

- Viabilidad operativa
- Seguridad aérea
- Posibles incompatibilidades
- Valoración económica
- Cualquier otro aspecto relevante

Finalmente, como se ha ido comentando en la sección 5.3 la alternativa más eficiente es la primera de todas la cual plantea una ampliación de la cabecera 02 1000 metros hacia el norte. Como se mencionó previamente la alternativa dos es inviable de forma operativa dado que la carretera CA-3104 está muy próxima a la zona aeroportuaria y habría que realizar una desviación de la misma.

De igual manera en lo referente a la seguridad operacional, la alternativa 3 es menos segura que la primera debido a que tener una carretera tan próxima a la pista es un riesgo evitable por la alternativa 1.

Atendiendo a las consideraciones para valorar las diferentes alternativas, en lo referente a viabilidad operativa lo más óptimo es la alternativa 1 como ya mencionamos, pero de igual manera en lo referentes a seguridad aérea y a incompatibilidades. En cuanto a la valoración económica, la alternativa 2 sería mucho más costosa dado que habría que hacer una obra para desviar la carretera CA-3104 mientras que la alternativa 3 sería aproximadamente igual de costosa, pero menos segura.

En cuanto a otros aspectos relevantes, se podría resaltar la importancia de la contaminación acústica y cómo esta afectaría sobre todo en la alternativa 3 donde los coches que circularan por la carretera se verían afectados por los despegues/aterizajes.

Por lo citado anteriormente se estima que la alternativa 1 es la óptima para realizar la ampliación.

5.5 Plazos para la ejecución

Para desarrollar las diferentes ampliaciones hay diferentes plazos de tiempo según las necesidades, para ello se adjunta la tabla 40 donde se adjunta un resumen del plazo máximo para realizar las modificaciones sin que haya un impacto substancial en la operatividad aeroportuaria

Tabla 40: *Plazo de máximo para realizar las modificaciones aeroportuarias*

Zona Aeroportuaria	Fecha máxima de actuación
Pista	*
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	2024
Zona de espera y embarques (m2)	2030
Zona de recogida de equipajes (m2)	2027
Vestíbulo de llegadas (m2)	2027

Fuente: Elaboración propia con los datos de la tabla 38

En cuanto a la pista es fundamental comentar que la fecha de actuación máxima es difícil de determinar. En términos relativos, según la prognosis realista que se hizo, el número de pasajeros estimados superará el 25% de la capacidad referente a la que había anterior al COVID-19 y el aeropuerto podrá operar, pero no de forma óptima. Lo ideal hubiera sido aprovechar la pandemia como una ventana de oportunidades para una obra de tal magnitud dado que en el momento que la pista esté cerrada, las aeronaves no podrán operar de forma eficiente. Dicho esto el plazo máximo de actuación sería para 2030.

6 Máximo desarrollo previsible

6.1 Introducción

En este capítulo se abordarán sugerencias las cuales van más allá del horizonte de estudio, estas sugerencias no tienen carácter vinculante dado que son una propuesta de cómo desarrollar de forma estratégica en un futuro la demanda del aeropuerto.

6.2 Desarrollo Máximo

Como se ha podido ver en capítulos anteriores, más concretamente en el 4 y 5 se ha propuesto realizar una serie de modificaciones aeroportuarias, más concretamente ampliación, con la finalidad de satisfacer los estándares de calidad de a IATA y el motivo fundamental es que en un futuro la capacidad aeroportuaria se verá saturada en relación a los cálculos establecidos. Ahora bien, como se mencionó a lo largo de este TFM hay tres horizontes posibles los cuales se han estudiado, favorable, realista y desfavorable y para estos horizontes se han propuestos una serie de modificaciones, ahora bien, la propuesta de este capítulo es ver como se podrá desarrollar el aeropuerto más allá de los horizontes estudiado.

En relación a los campos de vuelo se propuso la modificación de la pista 02/20 del aeropuerto sin embargo en un futuro podría ser necesario también la ampliación del espacio aéreo dado que el hecho de aumentar la pista podría suponer el hecho de aumentar las rutas y por ende que fuera necesario aumentar el espacio aéreo. En cuanto a las plataformas de estacionamiento se podrían unificar ambas plataformas disponiendo de más espacio.

En relación al edificio terminal, uno de los factores a considerar son las puertas de embarque, como se ha visto en 2021 hay solo 7, en caso de que se aumentaran las rutas, y con mayor afluencia aeroportuaria, se requerirían más puertas. De igual manera los hipódromos de recogida de equipaje sería convenientes ampliarlo para que opere de forma óptima de acuerdo a los estándares de calidad. En cuanto al resto de partes se propuso ampliación en la revisión del plan director.

En cuanto a los accesos aeroportuarios podría mejorarse la conexión con la terminal aumentando las líneas de autobuses que accedan al aeropuerto. En cuanto a las plazas de parking actualmente las necesidades están cubiertas, pero en un futuro podrían ser necesarias nuevas plazas.

Considerando las modificaciones (ampliación) que se recomendó en el capítulo 5 se estima un valor para el máximo desarrollo del aeropuerto:

- Pasajeros hora: 2750 pasajeros/hora
- Pasajeros por día: 25000 pasajeros/día
- Pasajeros al año: 3 500 000 pasajeros/año
- Aeronaves hora: 27 operaciones/hora
- Aeronaves por día: 325 operaciones/día
- Aeronaves al año: 95 000 operaciones/año

Los valores anteriores son una serie de estimaciones relacionadas con el máximo desarrollo posible en caso de que evolucionara de forma lineal el tráfico aéreo, son valores teóricos de lo que podría llegar a suceder en un futuro

7 Valoración Económica

7.1 Introducción

Es necesario saber cuánto costarán las propuestas a modificaciones que se realizaron previamente en capítulos anteriores, por lo que en este capítulo se realizará una valoración económica de las mismas acorde al RD20/2012 del 13 de julio en el que se debe garantizar la estabilidad presupuestaria y fomento de la competitividad. (Boletín Oficial del Estado, 2012)

Como se mencionó al principio de este TFM la revisión de un plan director ha de hacerse cada ocho años a no ser que haya que introducir una modificación de carácter sustancial por lo que ha de modificarse lo antes posible tal como establece el RD2591/1998 del 4 de diciembre. Debido a que las modificaciones propuestas, muchas de ellas son de carácter sustancial como por ejemplo la pista, lo primero que se valorará es el coste de realizar una revisión de un plan director y después se presentarán el coste de las modificaciones propuestas. (Boletín Oficial del Estado, 1998).

En este capítulo, en cuanto al termino de dinero se trata lo relevante del capítulo es ver los órdenes de magnitud, por ello en ocasiones no se especificarán todos los dígitos de las cifras de coste, carece de sentido hablar de céntimos de euros en presupuestos de millones.

7.2 Revisión del Plan Director

La estimación de coste de un plan director queda estipulado por AENA, y para estimar el coste del mismo se realiza una comparativa con otros ejemplos de revisiones de planes directores como son la de Granada o la del aeropuerto de Castellón. En cuanto al coste del primero, este ascendió hasta los 150.000 euros, mientras que la revisión del segundo a los 180.000 euros. Por lo tanto, considerando estos datos, y reajustando posibles aumentos de costes por la inflación se estima un coste de 200.000 euros por la revisión del Plan Director. (AENA, 2018)

7.3 Inversión necesaria para desarrollar las modificaciones

Antes del desarrollo de este apartado es conveniente determinar cuales son las secciones del aeropuerto que se van a modificar y requieren una valoración económica, para ello se adjunta la tabla 41 donde se puede ver un resumen de las mismas.

Tabla 41: *Resumen de las zonas aeroportuarias que se van a modificar*

Zona Aeroportuaria
Pista
Control de pasaportes - Salidas (unidades)
Zona de espera y embarques (m2)
Zona de recogida de equipajes (m2)
Vestíbulo de llegadas (m2)

Fuente: Elaboración propia

De igual manera que se hizo anteriormente se tomarán precios unitarios para estimar el coste de las diferentes ampliaciones.

7.3.1 Subsistema de movimiento de aeronave

En lo referente al subsistema de movimiento de aeronave la modificación substancial es la de la pista. Para estimar el coste de la misma se valorará en función de los costes y modificaciones ya realizadas en otros planes directores obteniendo como resultado la tabla 71 donde se puede ver la estimación económica de la pista

Tabla 42: *Resumen de la valoración económica de la pista*

Ampliación	Coste (euros)
Terreno y adecuación	16.000.000,00 €
Construcción de calle de rodadura	6.500.000,00 €
Otros gastos (luces, comunicaciones, etc)	32.000.000,00 €
Total	54.500.000,00 €

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la valoración económica de la pista es aproximadamente 55.000.000. De estos 55 millones se van a distribuir en 16.000.000 de euros para la adquisición de terrenos y la adecuación de los mismos, para la calle de rodadura van destinados 6.500.000 de euros y otros 32.000.000 destinados a otros sistemas como luces, balizamiento, sistema de comunicaciones, sistema de drenado de agua, modificación y adecuación del sistema eléctrico y un largo etc de otros gastos. De igual manera que se hizo anteriormente se realiza una comparativa de precios con los planes directores de Granada como vimos anteriormente, pero también se comparó con nuevos datos del aeropuerto de Sevilla donde recientemente se cambió completamente el sistema de drenado de agua cuyo coste supuso 10.000.000 de euros. En cuanto la estimación del coste del terreno hay que considerar el precio de la hectárea en Andalucía, 20.000 euros la hectárea, y hay que considerar otros gastos de adecuación por ello se toma como referencia la ampliación de pista del aeropuerto de A coruña llegando a unos gastos aproximados de 16.000.000 de euros. Por último la estimación del coste de las calles de rodaduras se realizan en relación al aeropuerto de Pamplona-Noain. (Junta de Andalucía, 2018) (Mendizábal, 2015) (ABC, 2019)

Es importante aclarar que estos datos son estimados, lo que se pretende con este estudio es analizar los órdenes de magnitud, más que obtener un presupuesto cerrado de los mismos. La forma en la que se realiza este estudio no es de forma rigurosa, no obstante, es de utilidad para orientar cuanto puede llegar a costar una modificación substancial en relaciona otras que ya se han realizado

7.3.2 Subsistema de actividades aeroportuarias

En lo referente al subsistema de actividades aeroportuarias, más concretamente en el edificio terminal, lo primero que hay que hacer es definir el precio por metro cuadrado para saber lo que va a costar ampliar el aeropuerto. Para ello lo que se realiza es una estimación del precio por metro cuadrado y se calcula la cantidad de metros cuadrados que hacen falta. Para esta estimación hay que considerar el precio del metro cuadrado del aeropuerto de Jerez en 2001 y realizar una revalorización al IPC así se sabe el precio que tendría el precio unitario del aeropuerto actualmente. En el 2001 el precio del metro cuadrado del aeropuerto de Jerez era de 160.000 pesetas (962 euros aproximadamente), tras revalorizarlo al IPC, la tasa de valoración es del 62,9% por lo que actualmente el precio del mismo es 1567 euros por metro cuadrado. En relación a este valor unitario se puede calcular las necesidades aeroportuarias. Para la zona de espera y embarque en la ampliación se determinó que el espacio requerido era de 600m² por lo que su valoración económica es de 940.200 euros. De igual manera para la zona de recogida de equipajes el espacio requerido es de 425m² por lo que su valoración económica asciende a los 665.975 euros. La última zona que requiere el precio por metros cuadrado es el vestíbulo de llegadas que requiere otros 600m² y de igual manera que antes el precio asciende a los 940.200 euros. Por último, en cuanto a los controles de pasaportes se estima un precio aproximado de 20.000 por puesto de acuerdo a los datos consultados de los diferentes planes directores. Finalmente, para ilustrar los datos se presenta la tabla 43 donde se pueden ver los costes que supondrían las modificaciones propuestas para el subsistema de actividades aeroportuarias, edificio terminal. (INE, 2023)

Tabla 43: Resumen de la valoración económica del edificio terminal

Zona Aeroportuaria	Ampliación requerida	Precio unitario	Coste
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	2 unidades	-	40.000,00 €
Zona de espera y embarques (m2)	600 metros cuadrados	1.567,00 €	940.200,00 €
Zona de recogida de equipajes (m2)	425 metros cuadrados	1.567,00 €	665.975,00 €
Vestíbulo de llegadas (m2)	600 metros cuadrados	1.567,00 €	940.200,00 €
Total	-	-	2.586.375,00 €

Fuente: Elaboración propia

7.4 Resumen de la valoración económica

Tras haber realizado una valoración económica para cada una de las modificaciones se adjunta en la tabla 44 un resumen de lo que costaría realizar todas las modificaciones.

Tabla 44: *Resumen. Valoración económica de las modificaciones propuestas del aeropuerto de Jerez*

Zona Aeroportuaria	Coste (euros)
Pista	54.500.000,00 €
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	40.000,00 €
Zona de espera y embarques (m2)	940.200,00 €
Zona de recogida de equipajes (m2)	665.975,00 €
Vestíbulo de llegadas (m2)	940.200,00 €
Total	57.086.375,00 €

Fuente: Elaboración propia

7.5 Justificación de la inversión

A lo largo de este TFM se ha podido ver la importancia tan estrecha que hay entre economía y transporte aéreo, en el capítulo dos se vio que el turismo supone un 12% de la economía española y más de un 15% de la economía gaditana, y en el capítulo tres se vio la semejanza y vinculación que hay entre riqueza económica y mayor afluencia de tráfico aéreo. En este capítulo se respaldará mediante datos la inversión que se propone hacer de 57 millones de euros justificando así la inversión.

Para ello nos valdremos de dos fuentes principalmente, la primera hace referencia al RD20/2012 del 13 de julio en el que se debe garantizar la estabilidad presupuestaria y fomento de la competitividad ya mencionado anteriormente y por donde se va regir los presupuestos para las obras de carácter público, y el segundo documento es el DORA (Documento de Regulación Aeroportuaria)

En cuando al RD20/2012 se puede ver como AENA S.A es la entidad publico/privada encargada de la gestión aeroportuaria, por lo que es entendible que la inversión de los 57 millones de euros han de ser retornados como beneficios para dicha entidad. Por lo que al igual que lo que se ha hecho anteriormente se tomarán los datos de los beneficios obtenidos por AENA en el año 2018/19 y a partir de ahí se obtendrá el beneficio unitario por pasajero pudiendo hacer una estimación de los beneficios próximos y estimar cuando se retornará la inversión. Durante el año 2018/19 AENA tuvo un beneficio de 1328 millones en 2018 y 1442 en 2019 por lo que obtenemos un valor medio de ambos años y de igual manera tomamos como referencia un valor medio de pasajeros para hacer una progresión lineal. A este beneficio medio de 1385 millones de Euros por parte de AENA, se le corresponde un número de pasajeros de 269,5 millones lo que supone unos 5,73 euros aproximadamente por pasajero, este último dato es muy importante y lo encontramos en la referencia "*informe de gestión consolidado*" donde se determina el beneficio por pasajero. (Valencia Plaza, 2023) (AENA, 2023) (AENA, 2019). Por último para ejemplificar cuando se retornaría la inversión se adjunta la tabla 45 donde se puede ver una estimación de los beneficios que se obtendrían por año, haciendo el acumulado de los beneficios se podría estimar cuando se retornaría la inversión.

Tabla 45: *Estimación del retorno de la inversión realizada*

Año	Favorable	Beneficio (€)	Realista	Beneficio (€)	Desfavorable	Beneficio (€)
2023	1.610.400,00	9.227.592,00 €	1.221.680,67	7.000.230,25 €	1.411.685,30	8.088.956,79 €
2024	1.695.200,00	9.713.496,00 €	1.534.872,34	8.794.818,53 €	1.486.332,44	8.516.684,88 €
2025	1.780.000,00	10.199.400,00 €	1.619.622,78	9.280.438,50 €	1.560.979,57	8.944.412,96 €
2026	1.864.800,00	10.685.304,00 €	1.704.373,21	9.766.058,47 €	1.635.626,71	9.372.141,04 €
2027	1.949.600,00	11.171.208,00 €	1.789.123,64	10.251.678,44 €	1.691.612,06	9.692.937,10 €
2028	2.034.400,00	11.657.112,00 €	1.873.874,07	10.737.298,41 €	1.728.935,63	9.906.801,15 €
2029	2.119.200,00	12.143.016,00 €	1.958.624,50	11.222.918,38 €	1.766.259,19	10.120.665,19 €
2030	2.204.000,00	12.628.920,00 €	2.043.374,93	11.708.538,35 €	1.803.582,76	10.334.529,23 €
2031	2.288.800,00	13.114.824,00 €	2.128.125,36	12.194.158,32 €	1.840.906,33	10.548.393,27 €
2032	2.373.600,00	13.600.728,00 €	2.212.875,79	12.679.778,29 €	1.878.229,90	10.762.257,31 €
2033	2.458.400,00	14.086.632,00 €	2.297.626,22	13.165.398,26 €	1.915.553,46	10.976.121,35 €
2034	2.543.200,00	14.572.536,00 €	2.382.376,65	13.651.018,23 €	1.952.877,03	11.189.985,39 €
2035	2.628.000,00	15.058.440,00 €	2.467.127,09	14.136.638,20 €	1.990.200,60	11.403.849,44 €

Fuente: Elaboración propia

Tras hacer el acumulado de los beneficios para los diferentes horizontes estudiado se obtiene de la tabla 45 que en caso de que sea favorable el retorno de la inversión se produciría en 2028 mientras en caso de que el horizonte sea realista o pesimista el retorno de la inversión sería en 2029.

Bibliografía

- ABC. (2019). *ABC*. Obtenido de El aeropuerto de Sevilla tendrá la pista de vuelo mejor equipada de España: https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-aeropuerto-sevilla-como-construir-pista-vuelo-mientras-aterrizan-aviones-201907072257_noticia.html
- Ackert, S. (2018). Aircraft Payload-Range Analysis for Financiers . *Aircraft Monitor*, 1-19.
- AEMET. (18 de Marzo de 2023). *AEMET*. Obtenido de AEMET: <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>
- AEMET. (s.f.). *Servicios Climaticos*. Obtenido de <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos> (Consultado por última vez: 29/10/2020)
- AENA. (2018). *Contrataciones del Estado*. Obtenido de <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/d707e527-d901-4753-8a22-1287eb84dceb/DOC20180924101233sscc-exp-dpm4482018-0ppt.pdf?MOD=AJPERES>
- AENA. (2019). *Informe de gestión consolidado correspondiente al ejercicio anual finalizado el 31 de diciembre de 2019*. Aena.
- AENA. (29 de Abril de 2023). *Aena* . Obtenido de Aena Estadísticas: <https://www.aena.es/es/estadisticas/informes-anuales.html>
- AENA. (2023). *El beneficio neto de Aena aumenta un 7,8% en 2018 hasta los 1.327,9 millones de euros*. Obtenido de <https://www.aena.es/es/prensa/el-beneficio-neto-de-aena-aumenta-un-78-en-2018-hasta-los-1.3279---millones-de-euros.html#:~:text=Aena%20ha%20alcanzado%20en%202018,una%20disminuci%C3%B3n%20del%20gasto%20financiero>.
- AENA. (1 de Mayo de 2023). <https://www.aena.es/>. Obtenido de Aena Estadísticas: <https://www.aena.es/es/estadisticas/inicio.html>
- Aena. (s.f.). *Red aeroportuaria*. Obtenido de <http://www.aena.es/es/pasajeros/red-aeropuertos.html> (Consultado por última vez: 30/10/2020)
- Airbus. (2005). *Airbus*. Obtenido de AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A319.pdf>
- Airbus. (2005). *Airbus*. Obtenido de AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A320.pdf>
- Airbus. (2005). *Airbus*. Obtenido de AIRCRAFT CHARACTERISTICS AIRPORT AND MAINTENANCE PLANNING: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-11/Airbus-Commercial-Aircraft-AC-A321.pdf>
- Banco Mundial. (2023). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR>

- Banco Mundial. (2023). *bancomundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>
- Bermejo, I. (21 de Julio de 2020). *La Razón*. Obtenido de La Razón: <https://www.larazon.es/economia/20200526/ngkphoxvqrapvd6ydv6qowm7aq.html>
- Boeing. (Marzo de 2023). *Boeing 737*. Obtenido de Airplane Characteristics for Airport Planning: https://www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page
- Boletín Oficial del Estado. (7 de Diciembre de 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 . España: BOE.
- Boletín Oficial del Estado. (14 de Julio de 2012). Real Decreto-ley 20/2012, de 13 de julio, de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad. España: BOE.
- Briones, E. (17 de Enero de 2023). *El PIB turístico en España superó en 2022 en un 1,4% el nivel prepandemia*. Obtenido de Europa Press: <https://www.europapress.es/turismo/nacional/noticia-turismo-20230117135150.html>
- Chi, J., & Baek, J. (2013). Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look. *TransportPolicy*, 267-270.
- Embry Riddle. (2023). *INTRODUCTION TO AEROSPACE FLIGHT VEHICLES*. Obtenido de FLIGHT RANGE & ENDURANCE: <https://eaglepubs.erau.edu/introductiontoaerospaceflightvehicles/chapter/flight-range-endurance/>
- Enaire. (3 de Noviembre de 2022). *AIP Enaire*. Obtenido de AIP Enaire: https://aip.enaire.es/aip/contenido_AIP/AD/AD2/LEJR/LE_AD_2_LEJR_en.pdf
- Enaire. (20 de Abril de 2023). <https://aip.enaire.es/AIP/#LEJR>. Obtenido de <https://aip.enaire.es/AIP/#LEJR>: <https://aip.enaire.es/AIP/#LEJR>
- Epdata. (2023). *Epdata*. Obtenido de <https://www.epdata.es/economia-espanola-moderacion-crecimiento-25/1bea8b88-5369-46ac-adb5-249582193b79>
- FAA. (s.f.). *Wind Analysis Tool*. Obtenido de <https://adip.faa.gov/agis/public/#/windAnalysisTools> (Consultado por última vez: 26/10/2020)
- Fernández, P. (11 de Noviembre de 2020). *La voz del sur*. Obtenido de La voz del sur: https://www.lavozdelsur.es/actualidad/ecologia/nivel-mar-cadiz-cambio-climatico_251912_102.html
- Fomento, M. d. (BOE núm. 292, de 7 de diciembre de 1998, páginas 40440 a 40443). *Real Decreto 2591/1998 de 4 de diciembre*.

- Gobierno de España. (18 de Diciembre de 1999). *Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de «BOE» núm. 302, de 18 de diciembre de 1999, páginas 44594 a 44621 (28 págs.):
<https://www.boe.es/eli/es/res/1999/11/10/5>
- Google Maps. (18 de Marzo de 2023). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps:
www.googlemaps.com
- IATA. (Enero 2006). *Airline Network Benefits*. IATA ECONOMICS BRIEFING N°3.
- INE. (2022). <https://www.ine.es/>. Obtenido de <https://www.ine.es/>:
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2864>
- INE. (2023). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://www.ine.es/calcula/calcula.do>
- Jerez, M. M. (2 de Septiembre de 2011). *Diario de Jerez*. Obtenido de <https://www.diariodejerez.es/>:
https://www.diariodejerez.es/jerez/Fomento-inaugurara-apeadero-aeropuerto-proxima_0_511449417.html
- Junta de Andalucía. (2018). *Precio de la Hectarea en Andalucía*. Obtenido de
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/servicios/actualidad/noticias/detalle/176857.html>
- Koo, T., Lim, C., & Dobruszkes, F. (2017). Casuality in direct air services and tourist demand.
<https://doi.org/10.1016/j.annals.2017.08.004>, *Annals of Tourism Research* Volume 67, November 2017, Pages 67-77.
- Mendizábal, A. (2015). *La nueva pista del aeropuerto de Coruña*. Obtenido de
<https://www.vuelosbaratos.es/noticias/la-nueva-pista-ampliada-del-aeropuerto-de-a-coruna-20322/>
- Meteoblue. (18 de Marzo de 2023). *Meteoblue*. Obtenido de Meteoblue Weather:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/aeropuerto-jerez-de-la-frontera_espa%3%b1a_6299340
- Ministerio de Fomento, Gobierno de España. (26 de Julio de 2011). «BOE» núm. 178, de 26 de julio de 2011, páginas 83699 a 84118 (420 págs.). Obtenido de Boletín Oficial del Estado:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-12867#:~:text=Coeficiente%20de%20utilizaci%C3%B3n.,al%20eje%20de%20la%20pista.>
- Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. (22 de Septiembre de 2022).
<https://www.mitma.gob.es>. Obtenido de Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana: <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/plan-director-del-aeropuerto-de-jerez>
- Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. (octubre de 2022). *Revisión del plan director del aeropuerto de Jerez*. Obtenido de https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/AEROPUERTOS/jerez/2022/planos/03.01.xry.zona_servicio_vigente.pdf

- OACI. (Séptima edición, julio de 2016). Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. En OACI, *Aeródromos Volumen I Diseño y operaciones de aeródromos*.
<https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-14-vol-i.pdf>.
- ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE. (Julio de 2016). *Anexo 14 sobre el convenio de aviación civil internacional*. Obtenido de
<https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-14-vol-i.pdf>
- Research Gate. (Marzo de 2019). Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Peso-del-turismo-de-la-economia-nacional_fig1_332132045
- Rodríguez, M. A., Mejía, M. L., & Zapata, S. (2015). Causality between Economic Growth and Air Transport Expansion: Empirical Evidence from Chile. *Economía de Rosario*.
- Sherman, B. W., & Tinoco, J. K. (2014). Something Old is new Again: Airline-Airport Consortia and Key Stakeholder Benefits. *World Review of Intermodal Transportation Research*, 1-17.
- Statista. (11 de Mayo de 2022). *Statista*. Obtenido de
<https://es.statista.com/estadisticas/1082929/sector-turistico-porcentaje-del-pib-aportado-espana/>
- Taylor, S., & Button, K. (2000). International air transportation and economic development. *Journal of Air Transport Management*, 209-222.
- Valencia Plaza. (2023). *Aena cerró 2019 con un beneficio de 1.442*. Obtenido de
<https://valenciaplaza.com/resultados-aena-2019>
- Wikipedia. (22 de Febrero de 2023). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Jerez_de_la_Frontera
- Wikipedia. (18 de Marzo de 2023). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_mediterr%C3%A1neo#:~:text=El%20mediterr%C3%A1neo%20t%C3%ADpico%2C%20Csa%20en,y%20lluviosos%2C%20con%20temperaturas%20suas
- Wikipedia. (14 de Enero de 2023). *Wikipedia aeropuerto de Jerez*. Obtenido de Wikipedia aeropuerto de Jerez: https://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_de_Jerez

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

DIRECTOR: ÁLVARO RODRÍGUEZ SANZ

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

ANEXO I

ÍNDICE

A1. INTRODUCCIÓN.....	5
A2. OPERACIONES.....	6
A3. PASAJEROS	12
A4. TABLA RESUMEN.....	17

Índice de Figuras

FIGURA AI.1: LISTA DE DATOS FUNDAMENTALES PARA EL CÁLCULO DE LOS VALORES DE DISEÑO	5
FIGURA AI.2: DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE OPERACIONES.	7
FIGURA AI.3: DISTRIBUCIÓN SEMANAL DE OPERACIONES.	8
FIGURA AI.4: DISTRIBUCIÓN DIARIA DE OPERACIONES.....	9
FIGURA AI.5: DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LAS OPERACIONES.....	10
FIGURA AI.6: DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LAS OPERACIONES SALIDAS	11
FIGURA AI.7: DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LAS OPERACIONES LLEGADAS	12
FIGURA AI.8: DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE PASAJEROS.	12
FIGURA AI.9: DISTRIBUCIÓN SEMANAL DE PASAJEROS.....	13
FIGURA AI.10 DISTRIBUCIÓN DIARIA DE PASAJEROS	13
FIGURA AI.11: DISTRIBUCIÓN DE PASAJEROS HORA PUNTA TOTAL.....	15
FIGURA AI.12: PASAJEROS SALIDA VS PASAJEROS LLEGADAS EN EL DÍA PUNTA	15
FIGURA AI.13: PASAJEROS SALIDA SCHENGEN VS PASAJEROS SALIDA NO SCHENGEN.....	16
FIGURA AI.14: PASAJEROS LLEGADAS SCHENGEN VS PASAJEROS LLEGADAS NO SCHENGEN	16

Índice de tablas

TABLA AI.1: DISTRIBUCIÓN DE OPERACIONES PARA EL AEROPUERTO DE JEREZ DURANTE EL AÑO 2019.....	6
TABLA AI.2: DISTRIBUCIÓN DE OPERACIONES JUNIO 2019	7
TABLA AI.3: DISTRIBUCIÓN DE DATOS OPERACIONALES PARA EL AEROPUERTO DE JEREZ DURANTE LA SEMANA 26 DE JUNIO 2019	8
TABLA AI.4: DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LAS OPERACIONES.....	9
TABLA AI.5: DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LAS OPERACIONES DE SALIDAS / LLEGADAS	11
TABLA AI.6: OPERACIONES DE SALIDAS / LLEGADAS Y SCHENGEN/NO SCHENGEN.....	14
TABLA AI.7: RESUMEN DE LOS VALORES DE DISEÑO	17

A1. Introducción

Es fundamenta establecer unos parámetros adecuados de diseño para poder evaluar la capacidad de los diferentes subsistemas de un aeropuerto posteriormente. Para conseguir esto, es necesario considerar los siguientes aspectos tal y como se ve en la figura A1.1

- Fecha y hora de la operación
- Operaciones (llegadas/salidas)
- Tipo de servicio
- Procedencia (Schengen/ No Schengen)
- Número de vuelo
- Matrícula
- Aerolínea
- Tipo de aeronave
- Pasajeros
- Mercancías
- Tránsitos
- Asientos
- Otros datos

Figura A1.1: Lista de datos fundamentales para el cálculo de los valores de diseño

Aeropuerto o Base	Año Real	Mes del Año Real	Día del Mes Real	Hora Operación Real	Minuto Operación Real	Clase Tráfico	Clase Operación	Reiniciamiento	Servicio	Tipo Servicio	Aeropuerto Origen/Destino	Pais Aeropuerto Origen/Destino	Código OACI Compañía	Nombre Compañía	Tipo Avion	Tipo Avion Oaci	Tipo Avion Matrícula Avion	Pasajeros Total	Operaciones Operadas	Mercancía Total	Tránsitos	Asientos			
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	5	45	COMERCIAL NACIONAL	Salida	REGULAR	PAK	REGULAR	MADRID-SANAAJADOLFO SUAREZ	ESPAÑA	BE	IBERIA	ARBUS A319	A319	ARBUS A319, ACJ	219	EC-NBE	76	76	1	0	0	144
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	6	15	COMERCIAL NACIONAL	Llegada	REGULAR	PAK	REGULAR	MADRID-SANAAJADOLFO SUAREZ	ESPAÑA	ANE	AN	BOHARIDE REGIONAL JET CRJ-1000	CRJ	BOHARIDE REGIONAL JET CRJ-1000	CRK	EC-NBL	23	23	1	0	0	100
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	6	45	COMERCIAL NACIONAL	Salida	REGULAR	PAK	REGULAR	MADRID-SANAAJADOLFO SUAREZ	ESPAÑA	ANE	AN	BOHARIDE REGIONAL JET CRJ-1000	CRJ	BOHARIDE REGIONAL JET CRJ-1000	CRK	EC-NBL	55	55	1	0	0	100
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	12	15	OTRAS CLASES DE TRAFICO	Salida	DOCENCIA	ESQUELA	JEREZ DE LA FRONTERA/LA PARRA	ESPAÑA	FAR	AG-RAJL S.L	CESSNA SINGLE PISTON	C172	CESSNA 172, P172, R172, SKYMARK, HAWK XP	CNK	EC-8KF	0	0	1	0	0	4	
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	13	15	COMERCIAL NACIONAL	Llegada	REGULAR	PAK	REGULAR	BARCELONA EL PRAT J.T	ESPAÑA	VLG	VUELING AIRLINES S.A	ARBUS A320 PASSENGER	A320	ARBUS A320	A30	EC-IQH	145	145	1	0	0	180
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	13	15	OTRAS CLASES DE TRAFICO	Llegada	DOCENCIA	ESQUELA	JEREZ DE LA FRONTERA/LA PARRA	ESPAÑA	FAR	AG-RAJL S.L	CESSNA SINGLE PISTON	C172	CESSNA 172, P172, R172, SKYMARK, HAWK XP	CNK	EC-8KF	0	0	1	0	0	4	
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	13	45	COMERCIAL NACIONAL	Salida	REGULAR	PAK	REGULAR	BARCELONA EL PRAT J.T	ESPAÑA	VLG	VUELING AIRLINES S.A	ARBUS A320 PASSENGER	A320	ARBUS A320	A30	EC-IQH	174	174	1	0	0	180
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	15	15	COMERCIAL NACIONAL	Llegada	REGULAR	PAK	REGULAR	BILBAO	ESPAÑA	VLG	VUELING AIRLINES S.A	ARBUS A320 (EMBULET S)	A32A	ARBUS A320 CON SHARKLETS	32A	EC-NQE	97	97	1	0	0	180
JEREZ DE LA FRONTERA	2019	Enero	1	15	45	COMERCIAL NACIONAL	Llegada	REGULAR	PAK	REGULAR	MADRID-SANAAJADOLFO	ESPAÑA	BE	IBERIA	ARBUS A319	A319	ARBUS A319, ACJ	219	EC-NPD	125	125	1	0	0	141

Aeropuerto Base
Año Real
Mes del Año Real
Día del Mes Real
Hora Operación Real
Minuto Operación Real
Clase Tráfico
Clase Operación
Movimiento
Servicio
Tipo Servicio
Aeropuerto Origen/Destino
Pais Aeropuerto Origen/Destino
Código OACI Compañía
Nombre Compañía
Tipo Avion
Tipo Avion Oaci
Tipo Avion Iata
Matrícula Avion
Pasajeros
Pasajeros Total
Operaciones Operadas
Mercancía Total
Tránsitos
Asientos

Fuente: AENA

Los cálculos se elaboraron a partir de los datos de 2019 proporcionados por AENA los cuales servirán para el cálculo de los parámetros definidos en su "Airport Development Reference Manual 10th Edition 5th Release". (IATA, 2014)

En primer lugar se ha de definir el día de diseño según la IATA como:

"El día de diseño, o Busy Day, se define como el segundo día de más tráfico en una semana promedio perteneciente al mes pico del año."

Para calcular la semana promedio y determinar el segundo día punta de diseño, se divide el número de operaciones o pasajeros del mes de mayor tráfico entre los días reales del mes y luego se multiplica por siete para obtener la cantidad de la semana promedio más cercana a la media. El segundo día punta se selecciona de esta semana promedio cuyo volumen de operaciones o pasajeros sea más similar a la media calculada.

Después de haber determinado el día de diseño, se define la distribución de horas basándose en el Plan de Vuelo, y se identifica la hora con la mayor cantidad de operaciones o pasajeros como la hora pico, que es un factor fundamental de diseño para calcular la capacidad de la mayoría de los sistemas en un aeropuerto.

Existen otros métodos como la semana 30 para calcular los parámetros de diseño por facilidad se ha escogido el busy day.

A2. Operaciones

Para el cálculo de operaciones, lo primero que se ha de hacer es establecer el mes que más operaciones ha tenido durante el año 2019. Para ello acudimos a los datos proporcionados por AENA tal y como vemos en la tabla AI.1:

Tabla AI.1: Distribución de operaciones para el aeropuerto de Jerez durante el año 2019

2019	Pasajeros	Pasajeros Total	Operaciones Operadas	Mercancía Total	Tránsitos	Asientos
Enero	44.477	44.546	3.885	0	69	75.645
Febrero	48.222	48.240	4.566	24	18	77.881
Marzo	75.542	75.668	4.495	1	126	106.312
Abril	102.959	103.586	4.323	0	627	137.768
Mayo	123.855	124.082	4.986	108	227	166.561
Junio	124.933	125.229	5.402	0	296	162.180
Julio	128.656	128.666	5.275	0	10	163.475
Agosto	132.758	132.805	5.020	20	47	169.294
Septiembre	126.460	126.469	4.783	69	9	162.325
Octubre	117.984	117.986	5.172	0	2	156.250
Noviembre	51.066	51.070	3.785	89	4	80.534
Diciembre	42.815	42.817	2.812	23	2	64.958
Total	1.119.727	1.121.164	54.504	334	1.437	1.523.183

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

De esta tabla de datos lo interesante para calcular los valores de diseños son los pasajeros/ totales y el número de operaciones. Como estamos en el apartado operaciones, mostraremos la gráfica de la misma tal como se ve en la figura AI.2

Figura AI.2: *Distribución mensual de operaciones.*



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Una vez calculado el mes pico hay que determinar la semana promedio, para ello de igual manera indagamos los datos de AENA y vemos cual es la semana promedio del mes de junio. Para ello se adjunta la Tabla AI.2

Tabla AI.2: *Distribución de operaciones Junio 2019*

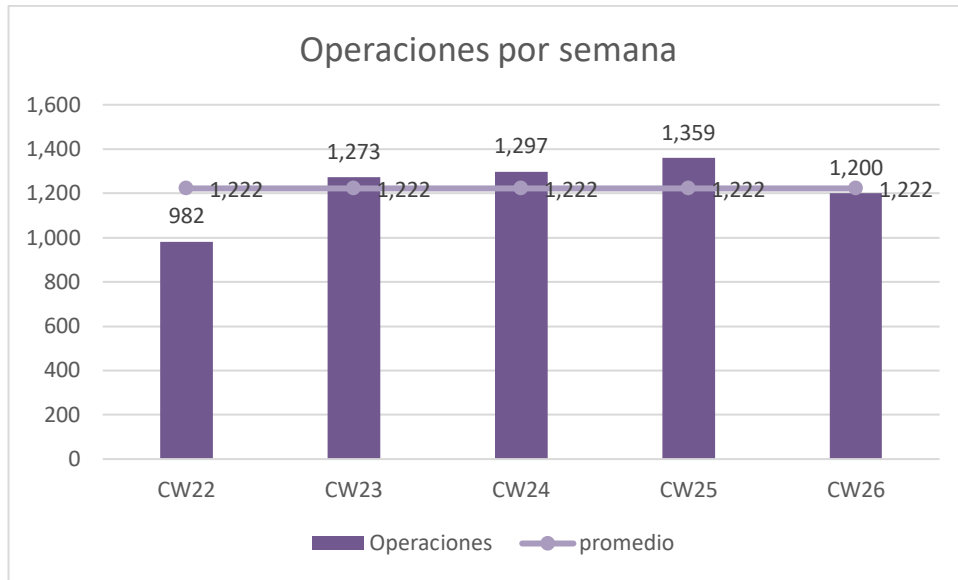
JUNIO	Operaciones
CW22	982
CW23	1.273
CW24	1.297
CW25	1.359
CW26	1.200
promedio	1.222

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Es importante destacar que para que la representación de los datos medios sea lo más exacta posible se ha de considerar semanas completas de Lunes a Domingo por lo que para la semana 22 la cual

corresponde del día 27 de Mayo a 2 de Junio. Estas consideraciones se tienen en cuenta a la hora de seleccionar la semana promedio. Para ilustrar las operaciones por semana se adjunta la figura AI.3

Figura AI.3: Distribución semanal de operaciones.



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

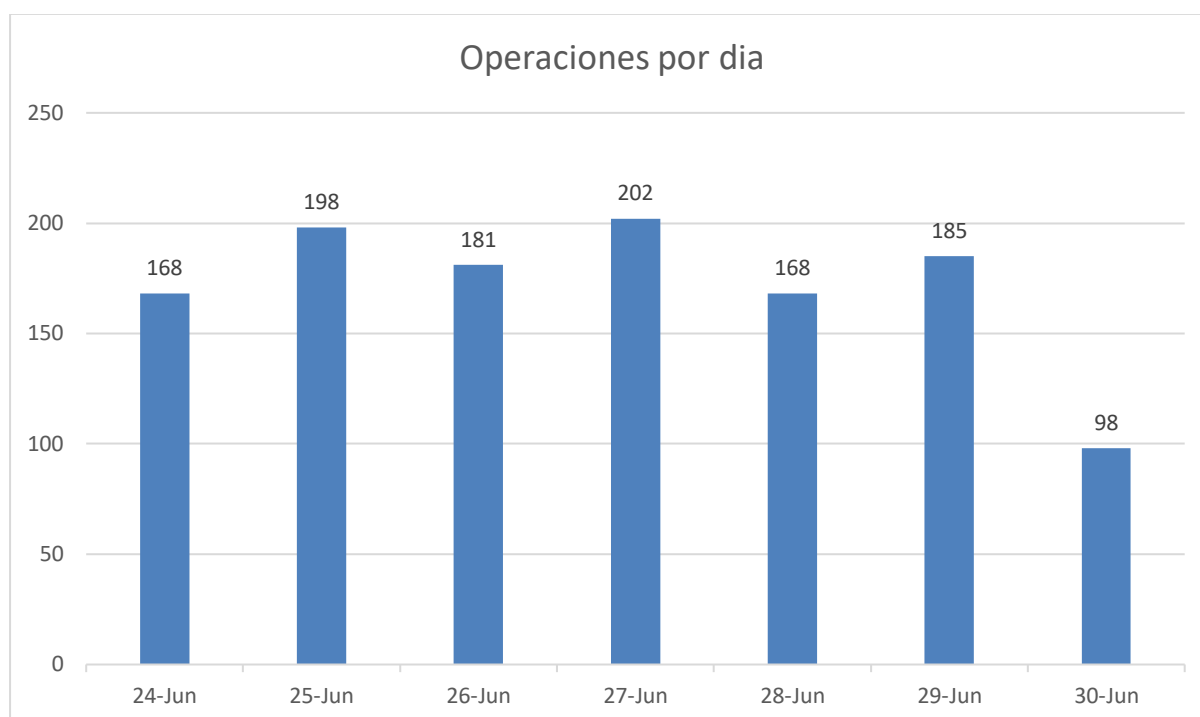
Una vez determinada la semana promedio, lo que se intenta es identificar el segundo día con más tráfico de la semana tal y como se ve en la tabla AI.3

Tabla AI.3: Distribución de datos operacionales para el aeropuerto de Jerez durante la semana 26 de Junio 2019

OPERACIONES						
24-jun	25-jun	26-jun	27-jun	28-jun	29-jun	30-jun
168	198	181	202	168	185	98

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Donde se puede ver que el segundo día de la semana con más tráfico es el día **25 de Junio**. Para ilustrar la distribución diaria se adjunta la figura AI.4

Figura AI.4: *Distribución diaria de operaciones*

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

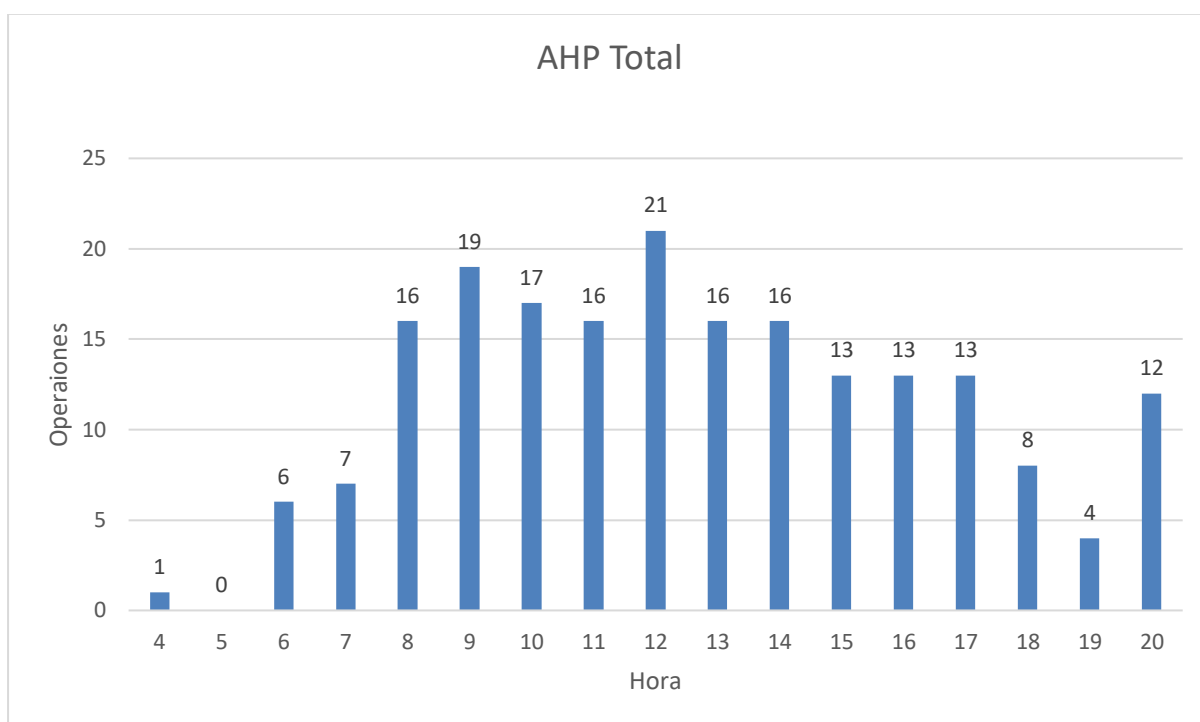
Una vez determinado el día procederemos a calcular la hora pico, de igual manera que hemos esta calculando el resto de parámetros. Calculamos la distribución de operaciones para el día 25 de junio según la tabla AI.4 y figura AI.5

Tabla AI.4: *Distribución horaria de las operaciones.*

25-jun	
Hora	Operaciones
4	1
5	0
6	6
7	7
8	16
9	19
10	17
11	16
12	21
13	16

14	16
15	13
16	13
17	13
18	8
19	4
20	12

Figura AI.5: Distribución horaria de las operaciones



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

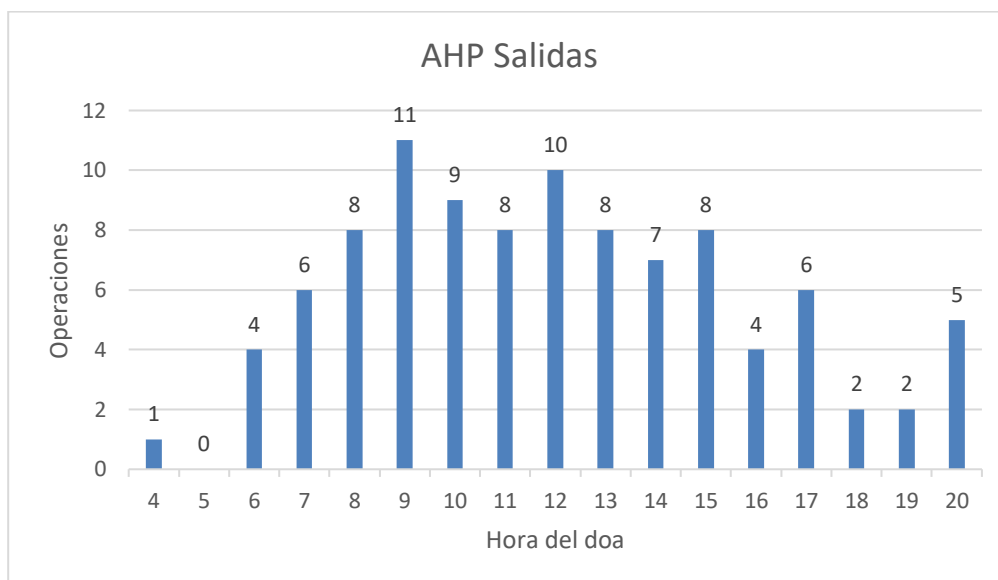
Donde podemos ver que el valor máximo de operaciones se da a las 12h con un total AHP total 21 y de igual manera seremos capaces de hacerlo para entradas y salidas tal como queda reflejado en la tabla AI.5 y figuras AI.6 y AI.7.

Tabla AI.5: *Distribución horaria de las operaciones de salidas / llegadas*

Hora	Ope salidas	Hora	Ope Llegadas
4	1	4	0
5	0	5	0
6	4	6	2
7	6	7	1
8	8	8	8
9	11	9	8
10	9	10	8
11	8	11	8
12	10	12	11
13	8	13	8
14	7	14	9
15	8	15	5
16	4	16	9
17	6	17	7
18	2	18	6
19	2	19	2
20	5	20	7

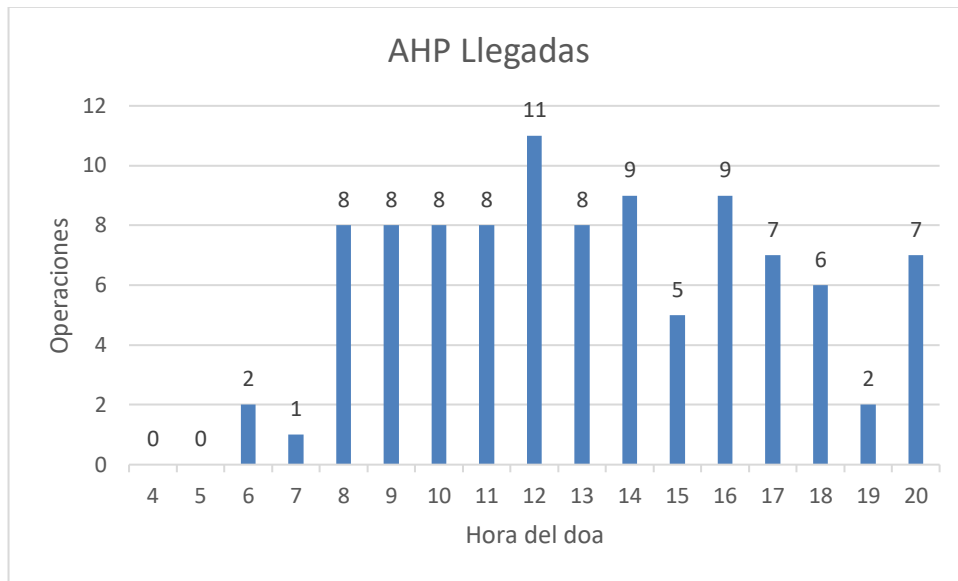
Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura AI.6: *Distribución horaria de las operaciones salidas*



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura AI.7: Distribución horaria de las operaciones llegadas

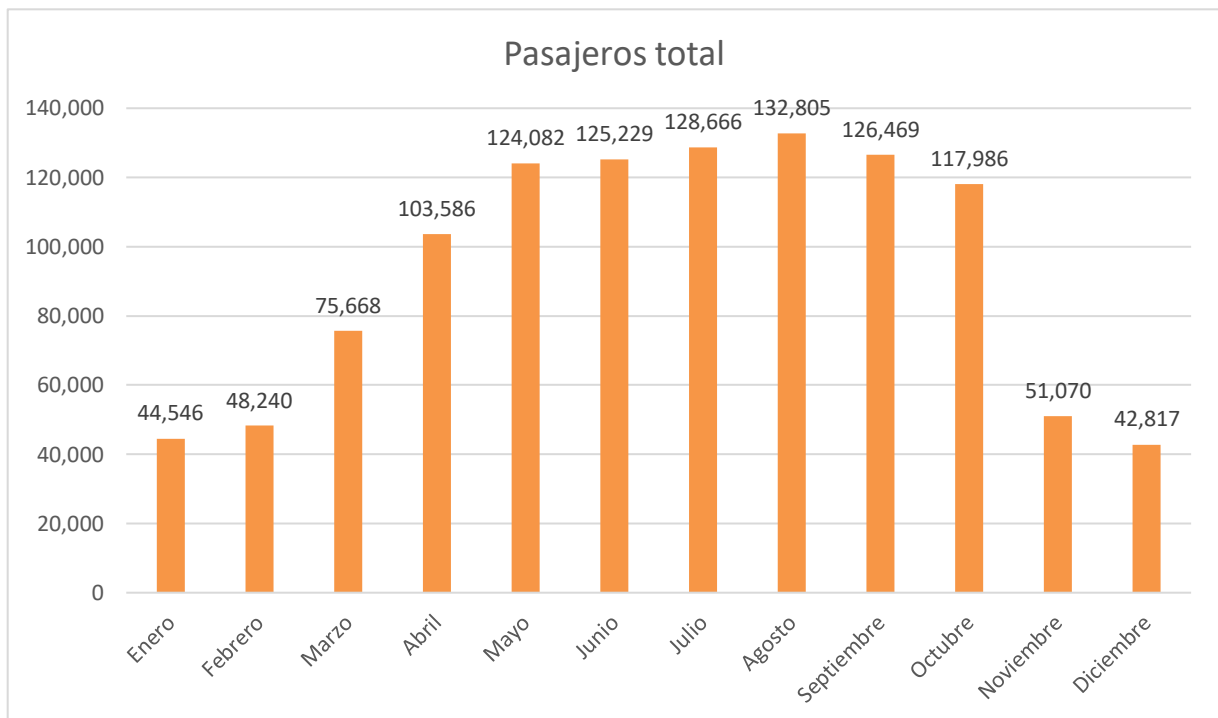


Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

A3. Pasajeros

Repetimos el mismo proceso para valores de pasajeros, en este caso se mostrarán directamente los valores dado que la explicación se hizo previamente. Acudiendo a la tabla AI.1 vemos que el mes que más pasajeros tiene es Agosto tal como se ve en la figura AI.8

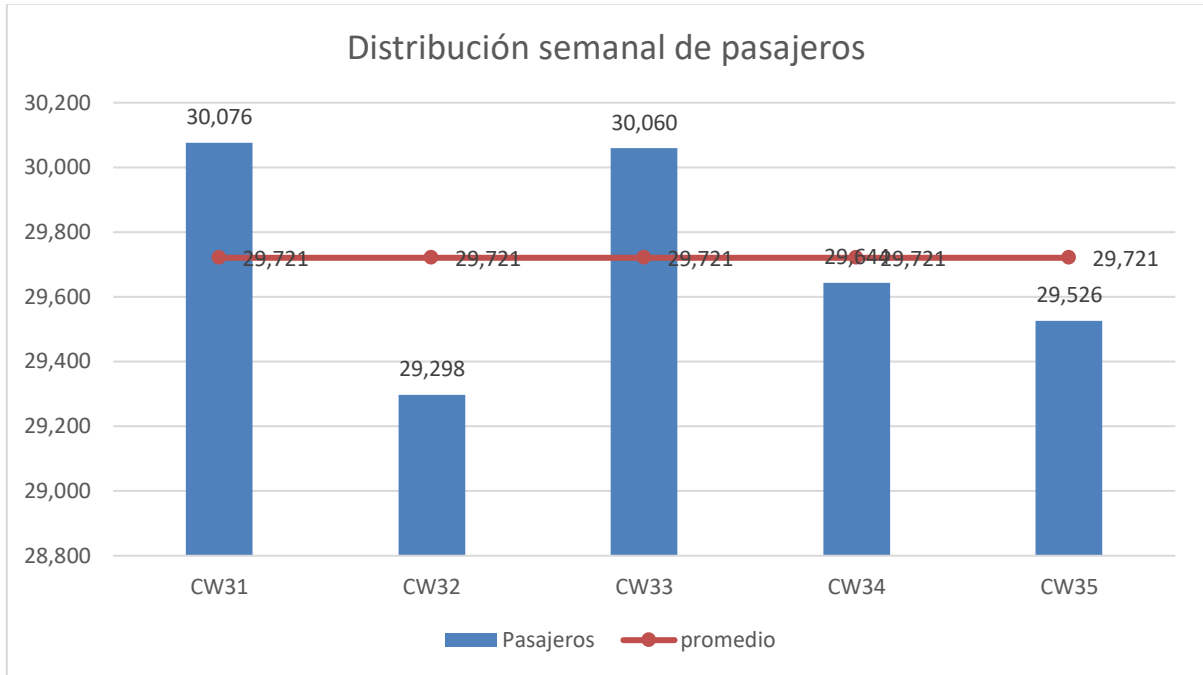
Figura AI.8: Distribución mensual de pasajeros.



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

De igual manera realizamos la distribución semanal tal como queda recogido en la figura AI.9

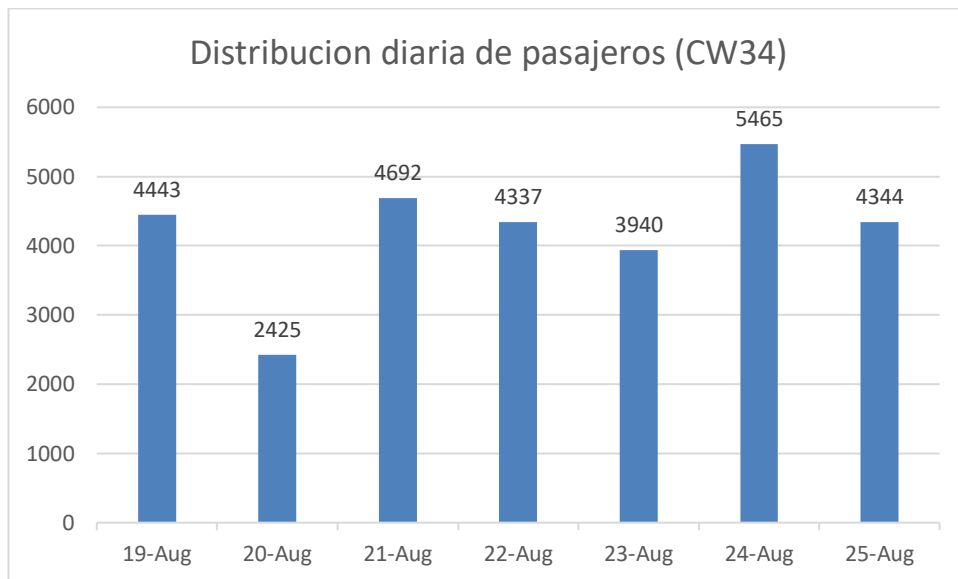
Figura AI.9: Distribución semanal de pasajeros.



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Siendo la semana promedio la CW34, ahora bien se procede al cálculo del día pico tal y como se recoge en la figura AI.10, donde se escogerá el segundo día con más tráfico correspondiéndose con el día 21 de agosto.

Figura AI.10 Distribución diaria de pasajeros



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

De igual manera para el día 21 de Agosto se obtienen los valores de PHP (pasajeros hora punta) totales, aquellos que son Schengen y los que no. En este caso se adjunta para dicho día la tabla que recoge dichos datos (tabla AI.6)

Tabla AI.6: Operaciones de salidas / llegadas y Schengen/No Schengen

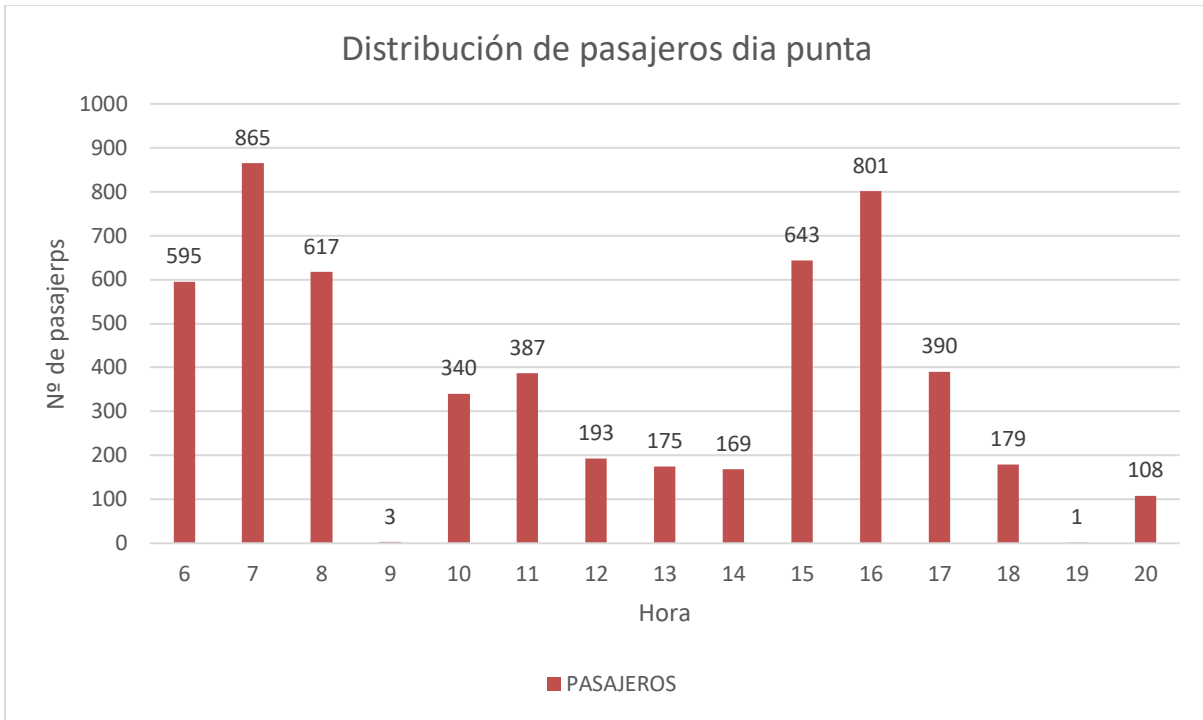
HORA	OPERACIÓN	PASAJEROS	OP				PAS				
			SALIDAS	SALIDAS	SAL	NO	OP	LLEGADAS	LLE	LLEG	
6	12	595	8	164	164	0	4	431	431	0	
7	19	865	11	435	435	0	8	430	430	0	
8	14	617	10	541	541	0	4	76	76	0	
9	11	3	2	0	0	0	9	3	0	3	
10	13	340	7	173	173	0	6	167	167	0	
11	11	387	5	154	0	154	6	233	0	233	
12	15	193	9	39	0	39	6	154	154	0	
13	12	175	4	175	175	0	8	0	0	0	
14	6	169	3	0	0	0	3	169	169	0	
15	15	643	8	335	335	0	7	308	308	0	
16	11	801	5	379	379	0	6	422	422	0	
17	12	390	3	213	213	0	9	177	0	177	
18	3	179	2	179	0	179	1	0	0	0	
19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
20	2	108	0	0	0	0	2	108	108	0	

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Con esta tabla podemos obtener las gráficas de:

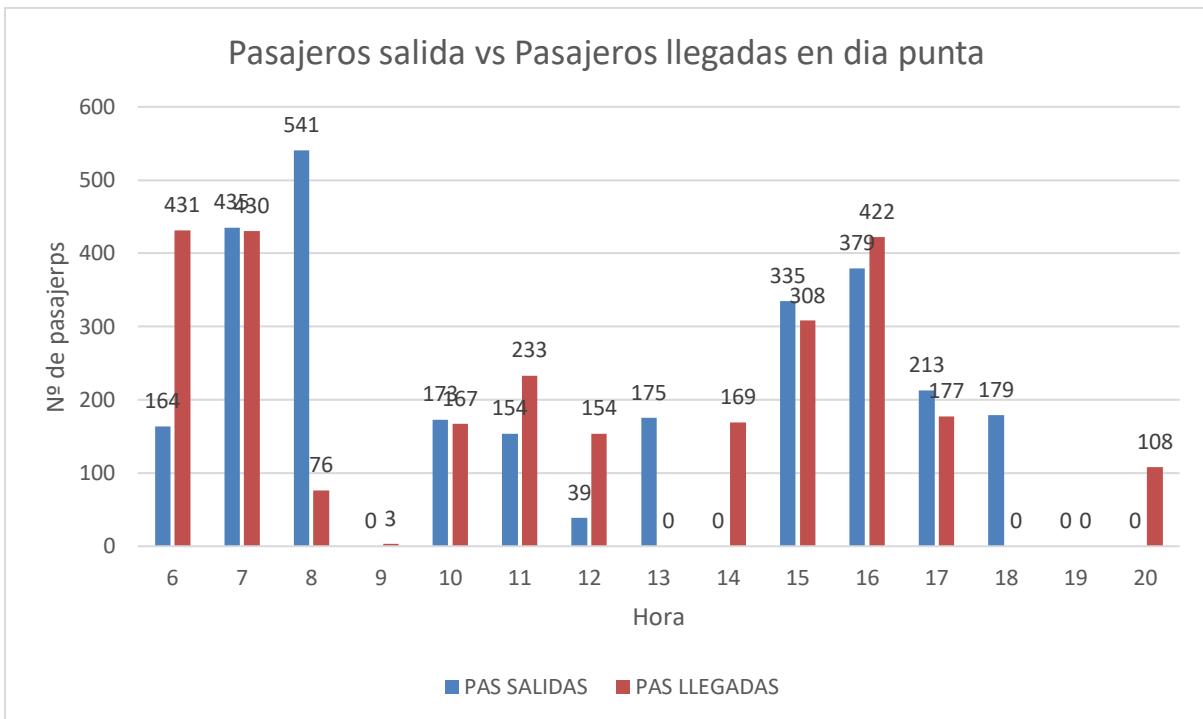
- Distribución de pasajeros hora punta total (Figura AI.11)
- Pasajeros salida vs Pasajeros Llegadas en el día punta (Figura AI.12)
- Pasajeros salida Schengen vs Pasajeros salida no Schengen (Figura AI.13)
- Pasajeros llegadas Schengen vs Pasajeros llegadas no Schengen (Figura AI.14)

Figura AI.11: Distribución de pasajeros hora punta total



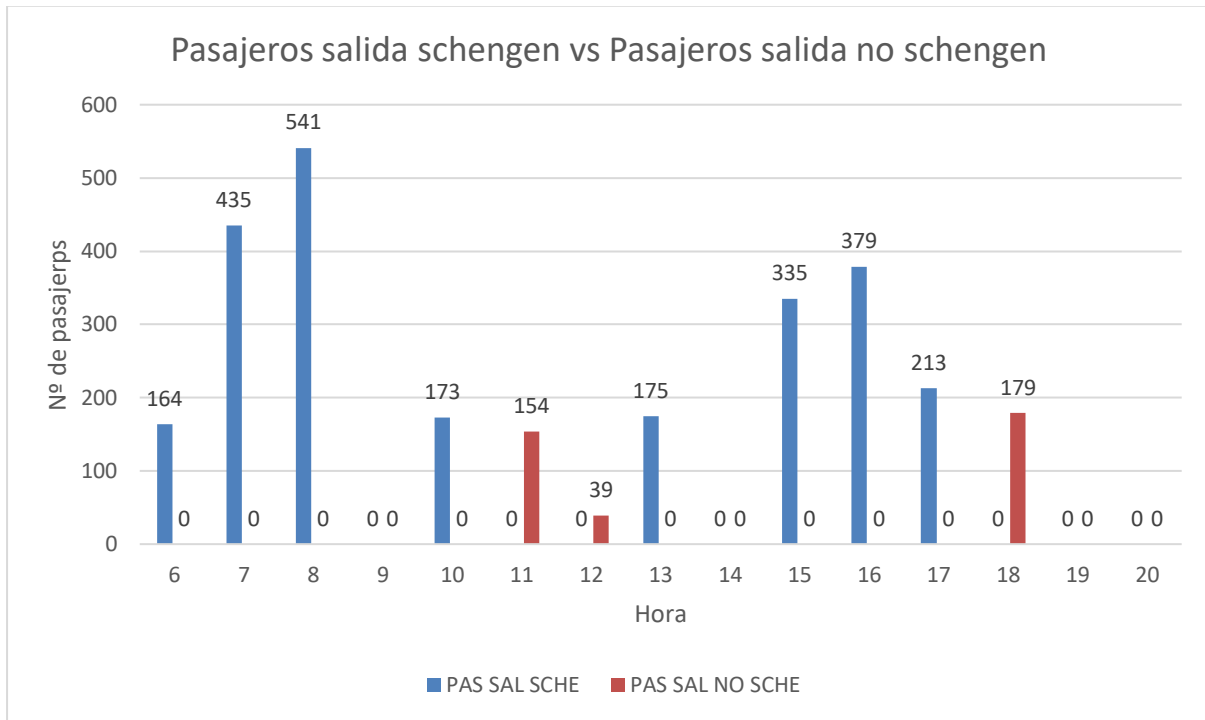
Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura AI.12: Pasajeros salida vs Pasajeros Llegadas en el día punta



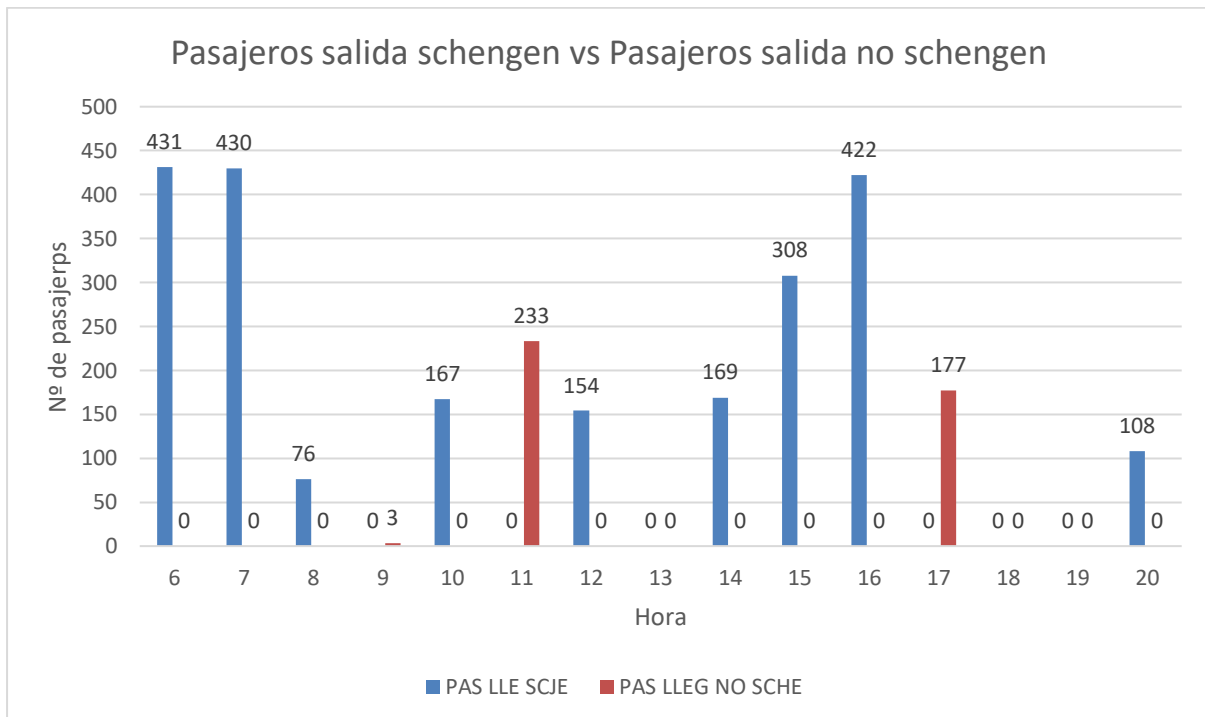
Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura AI.13: Pasajeros salida Schengen vs Pasajeros salida no Schengen



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

Figura AI.14: Pasajeros llegadas Schengen vs Pasajeros llegadas no Schengen



Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

A4. Tabla Resumen

Con la finalidad de resumir todos los cálculos se adjunta la tabla AI.7 como resumen:

Tabla AI.7: *Resumen de los valores de diseño*

AHP	Total	21
	Salidas	11
	Llegadas	11
PHP SALIDAS	Total	541
	Schengen	541
	No Schengen	179
PHP Llegadas	Total	431
	Schengen	431
	No Schengen	233

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionados por AENA

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

DIRECTOR: ÁLVARO RODRÍGUEZ SANZ

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

ANEXO II

Índice

A2. 1. INTRODUCCIÓN	5
A2. 2. SUBSISTEMA DE MOVIMIENTO DE AERONAVE.....	5
A2. 2.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA PISTA	6
A2. 2.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA PLATAFORMA.....	11
A2. 2.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA TERMINAL	14
A2. 2.3.1 <i>Vestíbulo de salidas</i>	14
A2. 2.3.2 <i>Mostradores de facturación (salidas)</i>	14
A2. 2.3.3 <i>Control de seguridad (salidas)</i>	18
A2. 2.3.4 <i>Control de Pasaportes (salidas)</i>	18
A2. 2.3.5 <i>Zona de salidas y embarques</i>	19
A2. 2.3.6 <i>Control de Pasaportes (Llegadas)</i>	19
A2. 2.3.7 <i>Hipódromo de recogida de equipajes (Llegadas)</i>	20
A2. 2.3.8 <i>Área de recogida de equipajes (Llegadas)</i>	21
A2. 2.3.9 <i>Vestíbulo de llegadas</i>	21
A2. 3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	22
A2. BIBLIOGRAFÍA	23

Índice de Figuras

FIGURA AII.1: DISTANCIA DE SEPARACIÓN LONGITUDINAL ENTRE AERONAVES MEDIDO EN MN	6
FIGURA AII.2: RELACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES PARÁMETROS QUE SERVIRÁN PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE PISTA 02/20 DEL AEROPUERTO DE JEREZ	8
FIGURA AII.3: INCOMPATIBILIDADES EN LA PLATAFORMA A1	11
FIGURA AII.4: INCOMPATIBILIDADES EN LA PLATAFORMA A2	12
FIGURA AII.5: PARÁMETROS SEGÚN LA IATA	15

Índice de tablas

TABLA AII.1: VELOCIDAD ENTRE AERONAVES SUCESIVAS Y PROBABILIDAD DE USO	10
TABLA AII.2: MATRIZ DE TIEMPOS.....	10
TABLA AII.3: TABLA DE OPERACIONES DURANTE EL AÑO 2018	12
TABLA AII.4: TABLA DE OPERACIONES DE PLATAFORMA DURANTE EL AÑO 2018	13
TABLA AII.5: TIEMPOS DE FACTURACIÓN ACEPTABLES POR LA IATA	15
TABLA AII.6: VALORES PH PARA 30 MINUTOS.....	16
TABLA AII.7: DEMANDA ADICIONAL GENERADA POR LOS VUELOS QUE SALEN ANTES Y DESPUÉS	17
TABLA AII.8: CAPACIDAD DE LOS MOSTRADORES DE FACTURACIÓN.....	17
TABLA AII.9: RESUMEN DE LAS CAPACIDADES AEROPORTUARIAS	22

A2. 1. Introducción

La finalidad de este Anexo es ser capaz de realizar todos los cálculos de capacidad para finalmente llegar a una tabla resumen donde se mostrarán los resultados obtenidos para cada subsistema del aeropuerto. Como hemos visto en apartados referentes al TFM, el aeropuerto tiene diversos subsistemas los cuales estos están relacionados entre sí. La finalidad de conocer la capacidad aeroportuaria de los mismos, es para saber si estos atienden a las necesidades de los pasajeros que son los clientes al fin y al cabo de un servicio aeroportuario. Estas necesidades van tanto en los despegues, aterrizajes, conexiones, etc. Al tratar todos estos subsistemas finalmente se llega a un conjunto total, un sistema que hará el correcto/incorrecto funcionamiento del aeropuerto.

Para el cálculo de la capacidad utilizaremos diferentes referencias bibliográficas, lo que sí coinciden la mayoría de ellas es que los cuellos de botella de la capacidad aeroportuaria se concentran principalmente en el subsistema movimiento de la aeronave (pista y campos de vuelo). No obstante, para ello se calcula la capacidad de los diferentes subsistemas. (Nombela, 2009)

Tal y como explica Gustavo Nombela en su apartado 4, con la finalidad de obtener un modelo analítico claro de estudio, se analizarán las diferentes zonas aeroportuarias:

- Pista
- Plataforma
- Edificio Terminal

Es importante hacer una aclaración sobre este apartado. Para evaluar la capacidad aeroportuaria de forma real se utilizan complejos modelos matemáticos y softwares que incluyen modelos SIMMOD o PICAP. Sin embargo, en este apartado se decidió utilizar modelos teóricos explicados en libros los cuales son menos exactos que las simulaciones realizadas por los softwares. En ocasiones para el desarrollo de este apartado será necesario tomar como válidos algunos de los datos de los planes directores ya sea del 2001 como el aprobado recientemente en 2019 por el motivo que se explica

A2. 2. Subsistema de movimiento de Aeronave

En este apartado se calcularán todos los parámetros que hacen falta para determinar la capacidad de la pista del aeropuerto de Jerez. En primer lugar, debemos definir el concepto de capacidad de pista como el valor máximo posible que tiene una pista sin que se produzca saturación, dicho de otra manera el valor óptimo por el que una pista efectuará sus operaciones máximas sin producir retrasos de ningún tipo.

Con el cálculo de la capacidad lo que se busca es asegurar que las operaciones de despegue y aterrizaje puedan llevarse a cabo de manera segura y eficiente, sin exceder los límites de capacidad establecidos y sin generar una saturación que afecte negativamente la operatividad del aeropuerto. El valor de la capacidad de la pista se proporcionará en operaciones/hora y es importante considerar una serie de factores como son (condiciones climatológicas adversas, características de las aeronaves que operan en el aeropuerto, tráfico aéreo, periodo del año, no es lo mismo invierno que verano, etc)

Otra de las referencias bibliográficas a resaltar, para el cálculo de la capacidad es el libro de ingeniería aeroportuaria de Marcos García Cruzado, el cual en su capítulo 5 expone como calcular las capacidades aeroportuarias. (Cruzado, 2000)

Uno de los parámetros fundamentales que hay que controlar para determinar la capacidad de pista es la distancia entre aeronaves operando. Tal y como explica Marcos García Cruzado en el capítulo 5 del libro ingeniería aeroportuaria, debe de haber una distancia mínima de separación entre aeronaves en las tres direcciones. Donde la separación vertical ha de ser superior a 1000 pies, la separación horizontal variará de 2 a 6 millas náuticas (mn) y la separación longitudinal variará según la figura AII.1

Figura AII.1: *Distancia de separación longitudinal entre aeronaves medido en mn*

Velocidad de aproximación	Avión "i", clase	Avión "j", clase			
		A	B	C	D
175 km./h (95 kn)	A	3	3	3	3
220 km./h (120 kn)	B	3	3	3	3
240 km./h (130 kn)	C	4	4	3	3
260 km./h (140 kn)	D	6	6	5	4

Fuente: Ingeniería aeroportuaria

A2. 2.1 Cálculo de la capacidad de la pista

Para el cálculo de la capacidad de pista se utilizará un modelo matemático teórico y para ello tenemos nuestras dos principales fuentes como son el libro de "Ingeniería Aeroportuaria" de Marcos García Cruzado y de igual manera el proyecto para el ministerio de transporte de Gustavo Nombela. En esta segunda referencia, se explica el modelo que utilizaremos para determinar la capacidad de la pista 02/20 del aeropuerto de Jerez. En este modelo matemático se abordará el modelo de separación mínima, el cual servirá como punto de referencia para el desarrollo de los cálculos.

Habría diversos métodos para determinar la capacidad de una pista de vuelo y diferentes parámetros a considerar como la configuración del mismo, número de pistas, tipo de uso, etc. El método el cual se va a utilizar está fundamentado en la teoría de colas la cuales debe considerar la densidad de flujo de aeronaves tanto de salidas como de llegadas al igual que su tamaño, no es lo mismo un Airbus A320 que un A380. A partir de determinar la densidad de flujo de aeronaves (en forma de función) se podría calcular los tiempos de utilización de pista y también su capacidad.

Según la FAA hay tres factores fundamentales que afectan a la capacidad de la pista y son según (Nombela, 2009):

- Los diferentes tamaños de aeronaves que hay (mencionado anteriormente)
- Porcentaje de aterrizajes
- Operaciones VFR o IFR (vuelos visuales o instrumentales)

Según los diferentes tamaños de aeronaves, se ha de tener en cuenta la mezcla de aeronaves, dado que la afluencia de aeronaves es muy variada. Esta mezcla de aeronaves consiste en medir los tiempos en los que las diferentes aeronaves con los diferentes tamaños utilizan la pista, a este efecto se le conoce como composición y será fundamental para determinar la capacidad de la pista. Según la OACI tenemos diferente categoría de aeronaves según su envergadura (Wikipedia, 2023):

- Categoría A: La envergadura de la aeronave es de una longitud inferior a los 15m y la distancia externa del tren de aterrizaje hasta 4,5m. Ejemplo de aeronave el Diamond DA40
- Categoría B: La envergadura de la aeronave es de una longitud de 15m a 24m y la distancia externa del tren de aterrizaje de 4,5m a 6m. Ejemplo de aeronave el Saab 340
- Categoría C: La envergadura de la aeronave es de una longitud de 24m a 36m y la distancia externa del tren de aterrizaje de 6m a 9m. Ejemplo de aeronaves pueden ser McDonnell Douglas MD-81, de la serie Airbus (A319, A320 y A321) y de Boeing (737)
- Categoría D: La envergadura de la aeronave es de una longitud de 36m a 52m y la distancia externa del tren de aterrizaje de 9m a 14m. Ejemplo de aeronave puede ser el Boeing 767
- Categoría E: La envergadura de la aeronave es de una longitud de 52m a 65m y la distancia externa del tren de aterrizaje de 9m a 14m. Ejemplo de aeronaves son de Airbus (A330 o el A350) mientras que de Boeing (747 y 777)
- Categoría F: La envergadura de la aeronave es de una longitud superior a los 65m y la distancia externa del tren de aterrizaje de 14m a 16m 4,5m. Ejemplo de aeronave el Airbus A380

De acuerdo con Gustavo Nombela, para determinar la capacidad de pista es necesario determinar un índice de composición que se llama "mix index" el cual va a considerar los aviones medianos y grandes en función de su relevancia en pista. La formula del Mix index es:

$$i = B + C + D + 3E \quad (\text{AII.1})$$

Donde las letras B, C, D y E hacen referencia a las categorías de las aeronaves.

Otro de los factores a considerar es el porcentaje de despegues y aterrizajes, los aterrizajes tienen preferencia sobre los despegues, requieren más recursos, coordinación entre subsistemas lo que conlleva a que se necesite una separación diferente según la envergadura de la aeronave. Los torbellinos que se generan pueden ser críticos en caso de que una aeronave de grandes dimensiones aterrice junto a otra mucho menor sin considerar la distancia de separación.

De igual manera sucede con los vuelos IFR y VFR, los vuelos instrumentales requieren mayor coordinación con la torre de control y requerirán mayores recursos por lo que la distancia de separación ha de ser mayor que las pequeñas aeronaves que utilizan vuelo visual.

Para determinar la capacidad de pista se utiliza el método de separación mínima el cual fue desarrollado por la FAA y nos dará un cálculo aproximado de la capacidad de pista. Como ya hemos dicho para tener valores precisos harían falta simulación con softwares que consideren todos los factores. En este método se medirá la separación mínima de aterrizaje entre aeronaves para determinar la capacidad de pista.

Para determinar la capacidad de pista se sigue el siguiente procedimiento:

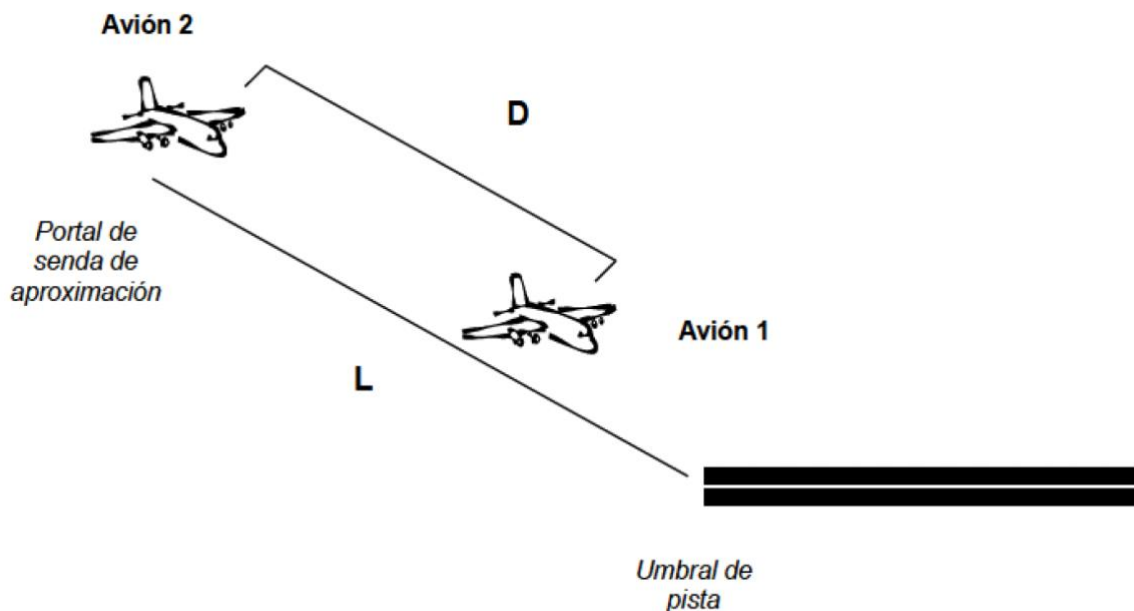
1. Agrupar las aeronaves por clases en función de velocidad.
2. Se calcula el porcentaje de cada una de las clases.
3. Se calcula la separación mínima que han de tener las aeronaves para que el procedimiento sea seguro
4. Se rellena la matriz de separación.
5. Se calcula la capacidad de pista

Ahora bien, es necesario definir los diferentes parámetros que se utilizarán:

- Las diferentes velocidades que cada una de las aeronaves tendrá a la hora de la operación V_n será distinta si la aeronave es categoría (A-E) V_{A-E}
- L: Longitud del tramo de aproximación.
- D: Distancia de separación de aeronaves
- t: Tiempo mínimo de separación entre aeronaves. Esta variable se necesita calcular para determinar la capacidad de la pista.

Una vez citado el procedimiento y las diferentes parámetros se adjunta la figura AII.2 donde se puede ver de forma gráfica el procedimiento de cálculo de capacidad de pista.

Figura AII.2: *Relación entre los diferentes parámetros que servirán para determinar la capacidad de pista 02/20 del aeropuerto de Jerez*



Nota. Imagen obtenida de (Nombela, 2009)

En relación a la figura AII.2 pueden darse dos posibles casos que son:

- La primera aeronave (avión 1) tiene una velocidad $V_1 > V_2$ por lo que bastaría con calcular el mínimo tiempo de separación de aeronave el cual se calcularía de la siguiente forma:

$$t = \frac{D}{V_1} \quad (\text{AII.2})$$

- El segundo caso que se puede presentar es que la aeronave 2 presente una mayor velocidad que la aeronave 1, por lo que $V_1 < V_2$ en este caso hay que asegurar la distancia de separación mínima y para ello se aplica la siguiente expresión:

$$t = \frac{D}{V_1} + L \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) \quad (\text{AII.3})$$

Una vez obtenido los tiempos mínimos es necesario calcular los tiempos mínimos promedio y para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$t^* = \sum_{ij} p_i p_j t_{ij} \quad (\text{AII.4})$$

Donde:

- P_i y P_j : Son las diferentes probabilidades de que una aeronave realice una operación
- T_{ij} : Tiempo mínimo de separación para cada par de aeronaves
- t^* : Tiempo mínimo medio esperable entre dos movimientos de aeronaves

finalmente, para determinar la capacidad de pista máxima (C) se definirá como el inverso del tiempo promedio por lo que sigue la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{t^*} \quad (\text{AII.5})$$

Una vez definida las diferentes ecuaciones, para calcular la capacidad de pista del aeropuerto de Jerez será necesario conocer las diferentes probabilidades de utilización de pista del aeropuerto de Jerez y para ello usamos los datos proporcionados tanto por (Nombela, 2009) como por (Cruzado, 2000) donde los valores de probabilidad según la clase de aeronave son (A-B 0,07, C 0,9, D 0,015 y otras clases 0,015). Para ilustrar los datos se adjunta la tabla AII.1 donde se puede recoger la velocidad en km/h y la probabilidad de uso

Tabla AII.1: *Velocidad entre aeronaves sucesivas y probabilidad de uso*

Categoría de la aeronave	Velocidad de aproximación		Probabilidad de uso de la pista
	Nudos (kn)	km/h	
A-B	95	175	0,07
C	120	220	0,9
D	130	240	0,015
Otras categorías	140	260	0,015

Fuente: Libro Ingeniería aeroportuaria

Con las fórmulas AII.3 somos capaces de montar la siguiente matriz de tiempos y los valores quedan recogidos en la tabla AII.2

Tabla AII.2: *Matriz de tiempos*

	A-B	C	D	Otros
A-B	114,38	161,13	176,28	189,09
C	90,98	90,98	106,13	118,95
D	83,40	83,40	83,40	96,22
Otros	76,98	76,98	76,98	76,98

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la matriz de tiempos, hay que aplicar la fórmula AII.4 donde calculamos los tiempos mínimos promedio t^* . Tras realizar las diferentes operaciones se llega a que el tiempo medio mínimo es de 132 segundos aproximadamente por lo que C , lo que anteriormente hemos definido como la capacidad máxima es $1/132$ segundos. Dado que a nosotros nos interesan las operaciones por hora a dicho resultado hay que multiplicarlo por 3600 segundos y nos da que la capacidad de pista es de aproximadamente 28 operaciones a la hora.

Ahora bien, hay que definir las dos cabeceras de pista y su utilización, para eso es necesario saber qué porcentaje de operaciones se realizan desde cada cabecera. Esta información se recoge del nuevo plan director donde podemos ver que aproximadamente 3 de cada 4 operaciones se realizan desde la cabecera 20 mientras que el otro cuarto se realiza desde la cabecera 02 por lo que podemos concluir que la capacidad de pista será:

- Cabecera 02: 7 operaciones/hora
- Cabecera 20: 21 operaciones a la hora

A2. 2.2 Cálculo de la capacidad de la plataforma

Para determinar la capacidad de la plataforma es necesario determinar cuántas plataformas hay en el aeropuerto de Jerez. Según la información proporcionada por los AIP LEJR AD 2 PDC – (14-SEP-17)

- Plataforma tipo I: 1 unidad
- Plataforma tipo III: 9 unidades
- Plataforma tipo V: 2 unidades
- Plataforma tipo VI: 3 unidades
- Plataforma para helicópteros: 2 unidades

Es de especial relevancia destacar que aunque hay 17 plataformas, sólo pueden usarse 12 de manera simultánea. Por lo que es fundamental saber como afectarán las incompatibilidades. Para ello se recurre al AIP mencionado anteriormente y se adjuntan las figuras AII.3 y AII.4 donde se especifican las incompatibilidades de las plataformas A1 y A2

Figura AII.3: Incompatibilidades en la plataforma A1

AIP ESPAÑA		AD 2 - LEJR PDC 1.3 WEF 10-NOV-16				
CARACTERÍSTICAS DE LOS PUESTOS DE ESTACIONAMIENTO AIRCRAFT STANDS CHARACTERISTICS						
RAMPA RAMP	PUESTO STAND	COORDENADAS COORDINATES	SALIDA EXIT	MAX ACFT	APROAR NOSE TO	OBSERVACIONES REMARKS
A1	1	36°44'59.96"N 006°03'40.91"W	A	B753	–	–
A1	2	36°45'00,41"N 006°03'42,21"W	A	B738	–	–
A1	3	36°45'01.53"N 006°03'46.29"W	R	B763	–	–
A1	4	36°44'59.33"N 006°03'47.44"W	R	B753	–	–
A1	5	36°44'57.67"N 006°03'48.25"W	R	B763	–	–
A1	6	36°44'56,14"N 006°03'49,00"W	R	B753	–	INCOMP 6A
A1	6A	36°44'56,00"N 006°03'48,57"W	A	A321	–	INCOMP 6, 7
A1	7	36°44'54,77"N 006°03'49,68"W	R	B753	–	INCOMP 6A, 8A
A1	8	36°44'53,40"N 006°03'50,35"W	R	B753	–	INCOMP 8A
A1	8A	36°44'53,26"N 006°03'49,91"W	A	A321	–	INCOMP 7, 8
A1	9	36°44'51,30"N 006°03'47,24"W	A	B738	–	INCOMP 9H
A1	H9	36°44'50,67"N 006°03'46,42"W	A	S61	–	INCOMP 9
A1	10	36°44'50,51"N 006°03'44,71"W	A	B738	–	INCOMP 10H
A1	H10	36°44'49,91"N 006°03'44,34"W	A	S61	–	INCOMP 10
A1	11	36°44'54,55"N 006°03'42,99"W	A	B753	–	INCOMP 11E
A1	11E	36°44'54,52"N 006°03'42,15"W	A	A343	–	INCOMP 11, 12
A1	12	36°44'55,93"N 006°03'42,39"W	A	B753	–	INCOMP 11E

Fuente: AIP, Enaire

Figura AII.4: Incompatibilidades en la plataforma A2

A2	13	36°44'36,62"N 006°03'56,55"W	A	FA50	–	INCOMP 13A
A2	13A	36°44'36,98"N 006°03'56,68"W	A	GLF4	–	INCOMP 13, 14
A2	14	36°44'37,35"N 006°03'56,52"W	A	FA50	–	INCOMP 13A
A2	15	36°44'38,28"N 006°03'56,66"W	A	AT72	–	–
A2	16	36°44'36,67"N 006°03'58,47"W	–	FA50	–	INCOMP 16A, 17A
A2	16A	36°44'36,54"N 006°03'58,99"W	–	DA42	–	INCOMP 16
A2	17	36°44'37,39"N 006°03'58,45"W	–	FA50	–	INCOMP 17A, 17B
A2	17A	36°44'37,09"N 006°03'58,97"W	–	DA42	–	INCOMP 16, 17
A2	17B	36°44'37,64"N 006°03'58,94"W	–	DA42	–	INCOMP 17, 18
A2	18	36°44'38,31"N 006°03'58,16"W	–	AT72	–	INCOMP 18A, 18B
A2	18A	36°44'38,19"N 006°03'58,92"W	–	DA42	–	INCOMP 18
A2	18B	36°44'38,74"N 006°03'58,89"W	–	DA42	–	INCOMP 18
A2	19	36°44'36,59"N 006°04'00,74"W	–	PA34	–	–
A2	20	36°44'37,15"N 006°04'00,71"W	–	PA34	–	–
A2	21	36°44'37,70"N 006°04'00,68"W	–	PA34	–	–
A2	22	36°44'38,25"N 006°04'00,66"W	–	PA34	–	–
A2	22/2	36°44'38,80"N 006°04'00,63"W	–	PA34	–	–
A2	23	36°44'36,63"N 006°04'02,20"W	–	PA34	–	–
A2	24	36°44'37,18"N 006°04'02,18"W	–	PA34	–	–
A2	25	36°44'37,73"N 006°04'02,15"W	–	PA34	–	–
A2	26	36°44'38,28"N 006°04'02,12"W	–	PA34	–	–
A2	26/2	36°44'38,83"N 006°04'02,10"W	–	PA34	–	–
A2	27	36°44'36,66"N 006°04'03,31"W	–	PA34	–	–
A2	28	36°44'37,21"N 006°04'03,29"W	–	PA34	–	–

AIS-ESPAÑA

AIRAC AMDT 12/16

Fuente: AIP, Enaire

A continuación, se adjunta la tabla de las operaciones en plataforma durante el año 2018 (tabla AII.3) donde se pueden ver el tipo de operaciones el número de operaciones y el % respecto al total.

Tabla AII.3: Tabla de operaciones durante el año 2018

Tipo de operación	Nº de operaciones	% resp total
I-III	953	10,72%
V-VI	7165	80,60%
Otras	772	8,68%
Total	8890	1

Fuente: AENA. Elaboración propia

Para calcular la capacidad de la plataforma se utiliza el libro “planificación y diseño de aeropuertos” de Robert Horonjeff. (Horonjeff, 1976).

En el libro se establece un modelo matemático para el cálculo de plataforma, para ello en primer lugar se han de definir una serie de variables que son:

- i : Clasificación de las diferentes aeronaves según sus dimensiones
- M_i : Relación entre los aviones de clase en relación al total
- G_i : Total de posiciones posibles (aunque sean posibles 17 en nuestro caso hay 12)
- g_i : Relación entre las posiciones que puede haber respecto al total
- T_i : Tiempo de ocupación de aeronave
- t_i : Cociente entre el tiempo de estacionamiento respecto al total
- F : capacidad ideal
- C : Capacidad final

A continuación se adjunta la tabla donde se recogen los cálculos realizados para determinar las operaciones en plataforma durante el año 2018 tabla AII.4

Tabla AII.4: *Tabla de operaciones de plataforma durante el año 2018*

Tipo	G_i	g_i	M_i	T_i (min)	T_i (hora)	$M_i * T_i$	$M_i * T_i$ min	t_i
I-III	4	0,333	10,72%	80	1,333	0,143	8,576	0,045
V-VI	4	0,333	80,60%	60	1,000	0,806	48,358	0,255
Otras	4	0,333	8,68%	50	0,833	0,072	4,342	0,023
Total	12	1	1	190	3,167	3,167	190	1

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la capacidad de plataforma es necesario utilizar las siguientes fórmulas tal y como se especifican en el libro de horonjeff:

$$g_i = \frac{G_i}{\sum i G_i} \quad (\text{AII.6})$$

$$t_i = \frac{M_i T_i}{\sum i M_i T_i} \quad (\text{AII.7})$$

$$F = \frac{\sum i G_i}{\sum i M_i T_i} \quad (\text{AII.8})$$

$$C = F \frac{\sum i g_i}{\sum i t_i} \quad (\text{AII.9})$$

De aquí podemos observar que las fórmulas correspondientes a AII.6 y AII.7 quedan recogidas en la tabla II.4 por lo que solamente tendremos que calcular F para posteriormente calcular la capacidad C, llegando a que la capacidad total es de 12 operaciones a la hora.

A2. 2.3 Cálculo de la capacidad de la terminal

Para calcular la capacidad de las diferentes partes que tiene la terminal se utilizarán las recomendaciones de la IATA y de igual manera el mismo modelo matemático presente en otros planes directores como el de Jerez 2001. (España, 2001).

El desarrollo de los cálculos de la capacidad terminal sigue el mismo modelo por el que se desarrolla el plan director del aeropuerto de Reus 2001. (Gobierno de España, 2001)

A2. 2.3.1 Vestíbulo de salidas

Para el cálculo del vestíbulo de salidas:

$$P_{salidas} = \frac{Sup \cdot 60}{SPP (PTC + VTC \cdot VPP)} \quad (AII.10)$$

Donde:

- Sup: Hace referencia a la superficie total del vestíbulo de salidas
- SPP: Superficie por pasajero
- VPP: Acompañante por pasajero
- PTC: Tiempo medio que el pasajero permanece en el vestíbulo de salidas
- VTC: Tiempo medio que los acompañantes del pasajero permanecen en el vestíbulo de salidas

Para los diferentes parámetros sabemos que la superficie del vestíbulo de salidas (S) es de 1400m². Ahora bien el acceso al aeropuerto normalmente se realiza acompañado y por ello el valor es 0,2 según establece la IATA, así pues, para que el aeropuerto cumpla con los estándares de calidad se asigna un valor de VPP=0,2. En cuanto a al valor de SPP supondremos que el valor medio de superficie por pasajero es de 2,3 m² y que los valores de PTC y VTC son 30 minutos y 15 minutos respectivamente

Tras realizar el cálculo se obtiene que el vestíbulo de salida tiene un valor de 1106 pasajeros/hora. Realizando una comparativa con el plan director de 2001 este tiene un valor de 722 pasajeros hora.

A2. 2.3.2 Mostradores de facturación (salidas)

Para los mostradores de facturación los pasajeros facturaran en uno de los 20 mostradores de facturación que hay. El cálculo se realizará a partir de la facturación universal y los mostradores de uso compartido (CUTE)

Para este cálculo es necesario definir los siguientes parámetros:

- Nº total de mostradores de facturación: $CI = 20$
- Tiempo medio de facturación nacional: $PT_{CI1} = 90s$
- Tiempo medio de facturación UE o Schengen: $PT_{CI2} = 90s$
- Tiempo medio de facturación no UE o no Schengen: $PT_{CI2} = 135s$
- Nº de mostradores para turistas: $CIY=20$
- Nº de mostradores para preferentes: $CIJ=2$
- Nº de mostradores para turistas nacional: $CIY1=20$
- Nº de mostradores para turistas UE o Schengen: $CIY2=2$
- Nº de mostradores para turistas no UE o no Schengen: $CIY3=2$

Una vez determinados los diferentes valores es necesario calcular un parámetro auxiliar el cual denominaremos (S) el cual considera un tiempo máximo en cola de facturación (MQT) para cada pasajero. El máximo tiempo posible para que cumpla los estándares de calidad de la IATA quedan recogidos en la tabla AII.5

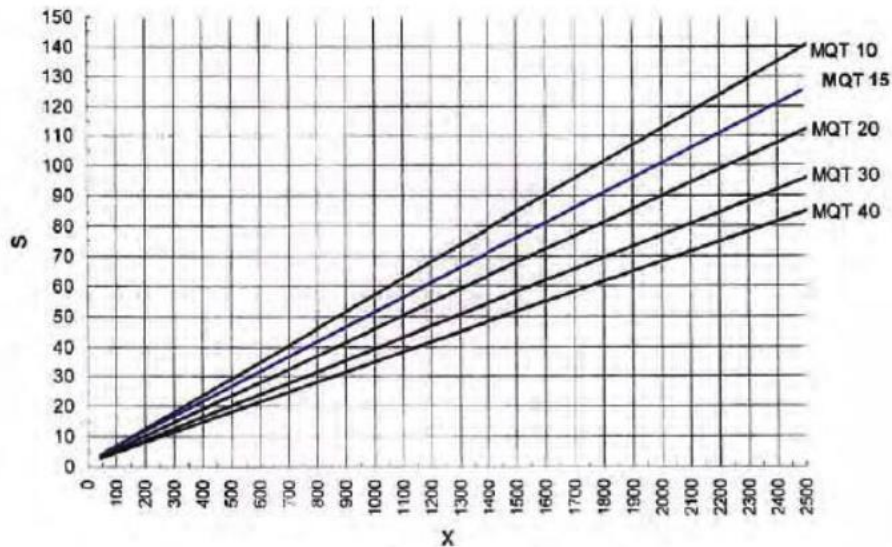
Tabla AII.5: Tiempos de facturación aceptables por la IATA

Tipo de Pasajero	Breve hasta aceptable	Aceptable hasta excesivo
Pasajero turista	0-12	12-30
Pasajero Preferente	0-3	3-5

Fuente: IATA

De acuerdo con los datos anteriores se toma un valor de 15 minutos para pasajeros turistas, y se calcula los valores de S, para ello entramos al grafico de la figura AII.5 y se obtienen los valores de pasajeros para 30 minutos (MTQ30)

Figura AII.5: Parámetro S según la IATA



Fuente: Ingeniería Aeroportuaria. García Cruzado

Para el cálculo de S aplicamos la siguiente fórmula:

$$S_i = CIY_i \frac{120}{PTci_i} \quad (\text{AII.10})$$

Calculamos los diferentes valores de S y X

- $S_1 = 26,66$ $X_1 = 666,7$
- $S_2 = 2,67$ $X_2 = 66,75$
- $S_3 = 1,77$ $X_3 = 44,25$

Ahora bien, una vez obtenidos los parámetros S y X es necesario calcular los pasajeros hora (PH) y para ello lo haremos utilizando dos parámetros:

- F1: Porcentaje de pasajeros hora en 30 minutos
- F2: Demanda generada por los vuelos que salen antes y después del periodo de hora

En la tabla AII.6 se puede apreciar los diferentes valores de PHP en un periodo de MTQ30

Tabla AII.6: Valores PH para 30 minutos

Número de Vuelos durante hora punta	Nacional/UE o Schengen	No UE o no Schengen
1	39,00%	29,00%
2	36,00%	28,00%
3	33,00%	26,00%
4 o +	30,00%	25,00%

Fuente: Ingeniería Aeroportuaria. García Cruzado

De aquí podemos obtener los valores de F1 ya que para el tráfico nacional (4 vuelos o más) para UE será un valor de 30%, para UE siendo 3 un valor del 36% y por último para un valor de 2 no Schengen 28%.

$$F_{1_1} = 30\% \quad F_{1_2} = 36\% \quad F_{1_3} = 28\%$$

Hacemos lo mismo para F2 pero en este caso la tabla donde se recoge la demanda generada por los vuelos de antes y después se adjunta en la tabla AII.7

Tabla AII.7: *Demanda adicional generada por los vuelos que salen antes y después*

Promedio de pasajeros de la hora antes y después de la hora punta en %PH	Nacional	UE o Schengen	No UE / No Schengen
90,00%	1,37	1,43	1,62
80,00%	1,31	1,4	1,52
70,00%	1,26	1,35	1,47
60,00%	1,22	1,3	1,4
50,00%	1,18	1,25	1,33
40,00%	1,14	1,2	1,26
30,00%	1,11	1,15	1,19
20,00%	1,7	1,1	1,12
10,00%	1,03	1,06	1,06

Fuente: Ingeniería Aeroportuaria. García Cruzado

Se estima que los pasajeros que salen antes y después de la hora punta son aproximadamente un 60% por lo que accediendo a la tabla obtenemos los valores de F2 para un 60%

$$F_{2_1} = 1,22 \quad F_{2_2} = 1,3 \quad F_{2_3} = 1,4$$

$$PH = \frac{X}{F_1 F_2} \quad (\text{AII.11})$$

Una vez conocidos X F1 y F2 somos capaces de calcular PH obteniendo como resultado los resultados de los mostradores de facturación en la tabla AII.8

Tabla AII.8: *Capacidad de los mostradores de facturación*

	PH
Nacional	1822
UE o Schengen	143
No UE o No Schengen	113

Fuente: Elaboración propia

Concluimos que la capacidad máxima de los mostradores de facturación es de 2076 PH en salidas de clase turista y considerando que los pasajeros bussines son aproximadamente 2% la capacidad máxima será 2117 PH salidas. En comparación al plan director de 2001 la capacidad es la mitad

A2. 2.3.3 Control de seguridad (salidas)

La terminal dispone de 4 controles, y para determinar la capacidad de los controles de seguridad es necesario considerar el número de controles a la salida y el tiempo medio de control de seguridad.

Según la IATA:

$$Pasajeros_{10\ Mins} = SC \frac{600}{PT_{SC}} \quad (AII.12)$$

Donde:

- SC: Hace referencia al número de controles de seguridad (4)
- PTsc: Hace referencia al tiempo medio en el control de seguridad (12 segundos)

Se obtiene que el valor de los pasajeros para los 10 minutos es de 200 por lo que para la hora será 1200 pasajeros/hora. Para el antiguo plan director el cual contaba con la mitad de controles era de 600 pasajeros/hora

A2. 2.3.4 Control de Pasaportes (salidas)

El número de controles de pasaportes se rige por la siguiente fórmula:

$$PH_{salidas} = PCD \frac{3600}{PT_{PCD}} \quad (AII.13)$$

Donde:

PCD: Es el número de controles de pasaportes a la salida

PT_{PCD}: Tiempo medio de control de pasaporte

Para este caso PCD es 2 y el tiempo medio 15 segundos or lo que el número de contro de pasaportes es de 480 pasajeros/hora. Considerando que el plan director de 2001 tenía la mitad de puestos, sería 240 pasajeros/hora

A2. 2.3.5 Zona de salidas y embarques

Respecto a la zona de salidas y embarques, esta consta con una superficie de 1400m² y tiene 5 puertas de embarque. Se estima que la superficie media para una persona es de 2,3 m² como ya definimos anteriormente en el apartado A2 2.3.1 y se estima que el valor de estancia media es de 40 minutos por lo que el valor será:

$$PH_{salidas} = \frac{1400 \cdot 60}{2,3 \cdot 1,1 \cdot 40} \quad (\text{AII.14})$$

Dando como resultado un valor de capacidad de la zona de embarques de 830 pasajeros/hora

A2. 2.3.6 Control de Pasaportes (Llegadas)

El número de controles de pasaportes se rige por la siguiente fórmula:

$$PH_{salidas} = PCD \frac{3600}{PT_{PCD}} \quad (\text{AII.15})$$

Donde:

PCD: Es el número de controles de pasaportes a la salida

PT_{PCD}: Tiempo medio de control de pasaporte

Para este caso PCD es 4 y el tiempo medio 30 segundos por lo que el número de controles de pasaportes es de 480 pasajeros/hora. Considerando que el plan director de 2001 tenía la mitad de puestos, sería 240 pasajeros/hora

En cuanto al control de pasaportes de llegadas es necesario establecer un criterio que garantice un servicio de calidad B de acuerdo a los estándares de la IATA, por lo que se van a definir dos parámetros los cuales van a evaluar la capacidad de la zona de control de pasaportes. El primero de ellos es el máximo tiempo de espera en el control de pasaporte (MQT) y el tiempo promedio en el control de pasaportes de llegadas (PTP)

el tiempo máximo de espera en el control de pasaporte (MQT) y el tiempo promedio en el control de pasaporte en llegadas (PT_{PCA}). Con estos datos definimos la siguiente expresión:

$$PH_{Llegadas} = MQT \frac{60}{PT_{PCA}} \quad (\text{AII.16})$$

Sabiendo que los valores de MQT son aproximadamente 10 minutos como máximo y que PT_{PCA} 30 segundos somos capaces de calcular los pasajeros a los 10 minutos. A los 10 minutos nos da que la afluencia en la zona de control de pasaportes es de 40 pasajeros a la hora, por lo que a la hora habría 240 pasajeros/hora. Ahora bien hay que hacer un pequeño matiz, hay que considerar que las colas no

Agustín Garbarino Pérez

pueden superar los 25m de longitud por lo que se recomienda un posicionamiento en zig-zag, eso hace que el espacio que ocupan los pasajeros se reduzca de 1,2 m² a 0,85 m² cumpliendo así con los estándares de la IATA y también evitando la inferencia en otros sistemas aeroportuarios.

A2. 2.3.7 Hipódromo de recogida de equipajes (Llegadas)

El aeropuerto de Jerez dispone de 4 hipódromos de recogida de equipajes en su sala de recogida, de esos 4 dos son para aeronaves de fuselaje ancho y dos para las de fuselaje estrecho. Para poder determinar la capacidad de los hipódromos

$$PH_{Llegadas} = \frac{60 \cdot N \cdot N_h}{TM_{PCA}} \quad (\text{AII.17})$$

Donde:

- N: Este parámetro hace referencia al número de pasajeros de la aeronave
- N_h: Este parámetro hace referencia al número de hipódromos
- TM_{PCA} : Este parámetro hace referencia al tiempo medio de ocupación de los hipódromos

Ahora bien, es necesario conocer los diferentes valores de los parámetros anteriores. El tiempo medio de ocupación (TM_{PCA}) para el caso de aeronaves de fuselaje ancho el tiempo medio es de 50 minutos mientras que para las aeronaves de fuselaje estrecho son de 25 minutos. De igual manera según la IATA la capacidad del 80% de las aeronaves de fuselaje ancho son aproximadamente (320 pasajeros) mientras que las de fuselaje estrecho (100 pasajeros).

Conocidos estos datos y aplicando la fórmula AII.17 se puede determinar:

Para fuselaje estrecho (NB)

$$\text{Narrow Body } PH_{Llegadas} = \frac{60 \cdot 100 \cdot 2}{25} \quad (\text{AII.18})$$

NB nos da una capacidad de 480 pasajeros a la hora

Para fuselaje ancho (WB)

$$\text{Wide Body } PH_{Llegadas} = \frac{60 \cdot 320 \cdot 2}{50} \quad (\text{AII.19})$$

NB nos da una capacidad de 768 pasajeros a la hora

Debido a la configuración de la sala se pueden mezclar vuelos dándose varios casos:

- 1ª configuración: 2 hipódromos NB y un hipódromo WB darían lugar a $480 \times 2 + 768$ un total de 1728 pasajeros/hora
- 2ª configuración: Se usarían 3 hipódromos NB dando lugar a $480 \times 3 = 1440$ pasajeros/hora
- 3ª configuración: Se usarían 4 hipódromos NB dando lugar a $480 \times 4 = 1920$ pasajeros/hora. Esta última configuración generaría saturación (dificultad de operaciones)

A2. 2.3.8 Área de recogida de equipajes (Llegadas)

Para determinar el área de recogida de equipajes se usa la siguiente expresión:

$$PH_{Llegadas} = \frac{S \cdot 60}{TM \cdot SPP \cdot 1,1} \quad (\text{AII.20})$$

Donde:

- S: Este parámetro hace referencia a la superficie de la zona de recogida de equipajes
- TM: Tiempo medio de estancia en la zona de recogida de equipajes
- SPP: Este parámetro hace referencia al espacio físico por persona

Sabiendo que la superficie de la zona de recogida de equipajes es de 1280 m^2 y que para satisfacer lo establecido en el control de calidad de la IATA, el espacio físico por persona se supone 1,8 y el tiempo medio de estancia por pasajero es de 30 minutos. Con esto aplicamos la fórmula AII.20

$$PH_{Llegadas} = \frac{1280 \cdot 60}{30 \cdot 1,8 \cdot 1,1} \quad (\text{AII.21})$$

Dando como resultado una capacidad de 1292 pasajeros a la hora, mientras que el plan director de 2001 la capacidad de la zona de recogida de equipajes era de 792 pasajeros / hora

A2. 2.3.9 Vestíbulo de llegadas

Para el cálculo del vestíbulo de llegadas usamos la misma expresión que para el de salidas

$$P_{salidas} = \frac{Sup \cdot 60}{1,1 \cdot SPP (AOP + AOV \cdot VPP)} \quad (\text{AII.22})$$

Donde:

- Sup: Hace referencia a la superficie total del vestíbulo de salidas
- SPP: Superficie por pasajero
- VPP: Acompañante por pasajero
- AOP: Tiempo medio que el pasajero permanece en el vestíbulo de salidas
- AOV: Tiempo medio que los acompañantes del pasajero permanecen en el vestíbulo de salidas

Para los diferentes parámetros sabemos que la superficie del vestíbulo de llegadas (S) es de 650m². Ahora bien, el acceso al aeropuerto normalmente se realiza acompañado y por ello el valor es 0,7 según establece la IATA, así pues, para que el aeropuerto cumpla con los estándares de calidad se asigna un valor de VPP=0,7. En cuanto a al valor de SPP supondremos que el valor medio de superficie por pasajero es de 2,3 m² y que los valores de AOP y AOV son 5 minutos y 30 minutos respectivamente.

$$P_{salidas} = \frac{650 \cdot 60}{1,1 \cdot 2,3 (5 + 30 \cdot 0,7)} \quad (\text{AII.22})$$

Esto da como resultado final una capacidad del vestíbulo de llegadas de 592 pasajeros/hora.

A2. 3. Resumen de los resultados

A modo de resumen de resultados, se recopilan los cálculos y se presentan las capacidades de aeropuerto de Jerez para el plan director antiguo y para los cálculos que hemos realizado. Para ello se adjunta la tabla AII.9.

Tabla AII.9: *Resumen de las capacidades aeroportuarias*

Zona Aeroportuaria	Capacidad Plan Director 2001 (Pasajeros/hora)	Capacidad calculada (Pasajeros/hora)
Vestíbulo de salidas	722	1106
Mostradores de facturación	1148	2076
Control de pasaportes - Salidas	600	1200
Zona de espera y embarques	830	830
Puertas de embarques	5	7
Control de pasaportes - Llegadas	240	480
Hipódromo de recogida de equipajes	720	1440
Zona de recogida de equipajes	727	1292
Vestíbulo de llegadas	475	592

Nota: Elaboración propia. Fuente: AENA y Plan director del aeropuerto de Jerez (2001)

A2. Bibliografía

Cruzado, M. G. (2000). *Ingeniería Aeroportuaria*. Madrid.

Gobierno de España. (2001). *Ministerio de Transporte y Agenda Urbana*. Obtenido de <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/plan-director-del-aeropuerto-de-reus>

Nombela, G. (25 de Junio de 2009). Modelos de capacidad de infraestructuras de transporte. España.

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

TRABAJO DE FIN DE MASTER

MASTER EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

**REVISIÓN DEL PLAN DIRECTOR DEL
AEROPUERTO DE JEREZ**

DIRECTOR: ÁLVARO RODRÍGUEZ SANZ

AUTOR: AGUSTÍN GARBARINO PÉREZ

Villaviciosa de Odón, Junio 2023

ANEXO III

Índice

A3. 1. INTRODUCCIÓN	4
A3. 2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA TERMINAL	4
A3. 2.1 VESTÍBULO DE SALIDAS	4
A3. 2.2 MOSTRADORES DE FACTURACIÓN (SALIDAS).....	6
A3. 2.3 CONTROL DE SEGURIDAD (SALIDAS)	6
A3. 2.4 CONTROL DE PASAPORTES (SALIDAS)	7
A3. 2.5 ZONA DE SALIDAS Y EMBARQUES	8
A3. 2.6 CONTROL DE PASAPORTES (LLEGADAS)	9
A3. 2.7 CONTROL DE PASAPORTES COLAS (LLEGADAS)	9
A3. 2.8 HIPÓDROMO DE RECOGIDA DE EQUIPAJES (LLEGADAS)	10
A3. 2.9 ÁREA DE RECOGIDA DE EQUIPAJES (LLEGADAS)	12
A3. 2.10 VESTÍBULO DE LLEGADAS	13
A3. 3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	14
A3. BIBLIOGRAFÍA	15

Índice de tablas

TABLA AIII. 1: NECESIDADES DEL VESTÍBULO DE SALIDAS	5
TABLA AIII. 2: NECESIDADES DE LOS MOSTRADORES DE FACTURACIÓN DE SALIDAS.....	6
TABLA AIII. 3: NECESIDADES DE LOS CONTROLES DE SEGURIDAD DE SALIDAS	7
TABLA AIII. 4: NECESIDADES DE LOS CONTROLES DE PASAPORTES DE SALIDAS.....	7
TABLA AIII. 5: NECESIDADES DE LOS CONTROLES DE ZONA DE SALIDAS Y EMBARQUES	8
TABLA AIII. 6: NECESIDADES DE LOS CONTROLES DE PASAPORTES DE LLEGADAS.....	9
TABLA AIII. 7: NECESIDADES DE LOS CONTROLES DE PASAPORTES DE LLEGADAS. TIEMPO DE FORMACIÓN DE COLAS.....	10
TABLA AIII. 8: NECESIDADES DE LOS HIPÓDROMOS DE RECOGIDA DE EQUIPAJES DE LLEGADAS.....	11
TABLA AIII. 9: NECESIDADES DE LA SUPERFICIE DE RECOGIDA DE EQUIPAJES DE LLEGADAS.	12
TABLA AIII. 10: NECESIDADES DE LA SUPERFICIE DEL VESTÍBULO DE SALIDAS	13
TABLA AIII. 11: RESUMEN DE LAS NECESIDADES DEL AEROPUERTO DE JEREZ	14

A3. 1. Introducción

De manera análoga a la que se realizó en el capítulo 2 donde se desarrolló matemáticamente todos los resultados de capacidad para finalmente llegar a una tabla resumen, en este capítulo se realizará igual. Como hemos visto en apartados referentes al TFM, el aeropuerto tiene diversos subsistemas los cuales estos están relacionados entre sí. La finalidad de conocer la necesidad aeroportuaria para un futuro del aeropuerto de Jerez en todos los subsistemas que operan, para obtener un óptimo funcionamiento del aeropuerto.

De igual manera que para la capacidad de pista se usaron diversas fuentes bibliográficas, se utilizarán formulas muy semejantes donde la principal diferencia es que influyen los valores de diseño por año obteniendo distintos valores para cada año.

Tal y como explica Gustavo Nombela en su apartado 4, con la finalidad de obtener un modelo analítico claro de estudio, se analizarán las diferentes zonas aeroportuarias: (Nombela, 2009)

- Pista
- Plataforma
- Edificio Terminal

Es importante hacer una aclaración sobre este anexo, debido a la fluidez del mismo, la pista y la plataforma se realizaron directamente sobre el TFM pudiéndose haber extraído y hubiera sido coherente con el formato del anexo sin embargo al no necesitar tantos cálculos se decidió preceguir con el TFM. Por lo que en este apartado se tratará el edificio terminal

A3. 2. Cálculo de la capacidad de la terminal

Para calcular la capacidad de las diferentes partes que tiene la terminal se utilizarán las recomendaciones de la IATA y de igual manera el mismo modelo matemático presente en otros planes directores como el de Jerez 2001. (España, 2001).

El desarrollo de los cálculos de la capacidad terminal sigue el mismo modelo por el que se desarrolla el plan director del aeropuerto de Reus 2001. (Gobierno de España, 2001)

A3. 2.1 Vestíbulo de salidas

Para el cálculo del vestíbulo de salidas se utiliza una fórmula semejante a la que se utilizaba en el Anexo II en la fórmula AII. 10 donde se calculaba la capacidad del mismo. Ahora la fórmula tiene las mismas variable, pero se incluye también PHD Para cada año obteniéndose valores distintos del vestíbulo de salidas.

Para el cálculo del vestíbulo de salidas:

$$S_{requerida} = \frac{SPP \cdot (PTC + VTC \cdot VPP) \cdot PHD}{60} \quad (\text{AIII.1})$$

Donde:

- Sup: Hace referencia a la superficie total del vestíbulo de salidas
- SPP: Superficie por pasajero
- VPP: Acompañante por pasajero
- PTC: Tiempo medio que el pasajero permanece en el vestíbulo de salidas
- VTC: Tiempo medio que los acompañantes del pasajero permanecen en el vestíbulo de salidas

Para los diferentes parámetros sabemos que la superficie del vestíbulo de salidas (S) es de 1400m². Ahora bien, el acceso al aeropuerto normalmente se realiza acompañado y por ello el valor es 0,2 según establece la IATA, así pues, para que el aeropuerto cumpla con los estándares de calidad se asigna un valor de VPP=0,2. En cuanto a al valor de SPP supondremos que el valor medio de superficie por pasajero es de 2,3 m² y que los valores de PTC y VTC son 30 minutos y 15 minutos respectivamente

Con todos los datos se calcula para el vestíbulo de salida la superficie necesaria para los próximos años los cuales quedan recogidos en la tabla AIII. 1

Tabla AIII. 1: *Necesidades del vestíbulo de salidas*

Año	PHD	Superficie (m ²)
2023	1.107	1.400
2024	1.134	1.304
2025	1.162	1.336
2026	1.189	1.367
2027	1.217	1.399
2028	1.244	1.431
2029	1.271	1.462
2030	1.299	1.494
2031	1.326	1.525
2032	1.354	1.557
2033	1.381	1.588
2034	1.409	1.620
2035	1.436	1.651

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.2 Mostradores de facturación (salidas)

Para los mostradores de facturación se podría utilizar todas las fórmulas aprendidas en el anexo II sin embargo se utilizará una la cual resume muy bien el número de mostradores utilizados y se utiliza también en el plan director del aeropuerto de Jerez de 2001.

$$N_{mostradores} = \frac{PHD}{60 \cdot 1,1} \quad (\text{AIII.2})$$

Donde se puede apreciar al igual que en el apartado A3. 2.1 que al variar los valores de PHD por años dará diferentes valores para mostradores necesario. Los resultados se adjuntan en la tabla AIII. 2

Tabla AIII. 2: Necesidades de los mostradores de facturación de salidas

Año	PHD	Nº Puestos
2023	1.107	17
2024	1.134	17
2025	1.162	18
2026	1.189	18
2027	1.217	18
2028	1.244	19
2029	1.271	19
2030	1.299	20
2031	1.326	20
2032	1.354	21
2033	1.381	21
2034	1.409	21
2035	1.436	22

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.3 Control de seguridad (salidas)

Para el cálculo de los controles de seguridad a la salida se utiliza la fórmula AIII. 3 la cual es semejante a la utilizada en el anexo II.

Según la IATA:

$$SC = Pasajeros_{10\text{minutos}} \frac{PT_{SC}}{3600} \quad (\text{AIII.3})$$

Donde:

- SC: Hace referencia al número de controles de seguridad necesarios
- PTsc: Hace referencia al tiempo medio en el control de seguridad (8 segundos)

Se obtiene que los valores que hacer referencia a los puestos de control necesarios son los que están recogidos en la tabla AIII. 3

Tabla AIII. 3: *Necesidades de los controles de seguridad de salidas*

Año	PHD	Nº Puestos
2023	1.107	2
2024	1.134	3
2025	1.162	3
2026	1.189	3
2027	1.217	3
2028	1.244	3
2029	1.271	3
2030	1.299	3
2031	1.326	3
2032	1.354	3
2033	1.381	3
2034	1.409	3
2035	1.436	3

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.4 Control de Pasaportes (salidas)

El número de controles de pasaportes se rige por la siguiente fórmula:

$$PCD = PHD \frac{PT_{PCD}}{3600} \quad (\text{AIII.4})$$

Donde:

PCD: Es el número de controles de pasaportes a la salida

PT_{PCD}: Tiempo medio de control de pasaporte

Donde PT_{PCD} es 8 segundos y se obtienen el valor de los diferentes controles de pasaporte a la salida necesarios y los datos quedan recogido en la tabla AIII. 4

Tabla AIII. 4: *Necesidades de los controles de pasaportes de salidas*

Año	PHD	Nº Puestos
2023	1.107	2
2024	1.134	3
2025	1.162	3
2026	1.189	3
2027	1.217	3
2028	1.244	3

2029	1.271	3
2030	1.299	3
2031	1.326	3
2032	1.354	3
2033	1.381	3
2034	1.409	3
2035	1.436	3

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.5 Zona de salidas y embarques

En relación a la zona de salidas y embarques, en este apartado lo que se pretende es calcular la superficie de salida y embarque sabiendo que se tiene 5 puertas de embarque. Se estima que la superficie media para una persona es de 2,3 m² como ya definimos anteriormente en el Anexo II se estima que el valor de estancia media es de 40 minutos por lo que el valor será:

$$Sup = \frac{PHD \cdot 2,3 \cdot 40}{1,1 \cdot 60} \quad (AIII.5)$$

Para ilustrar los resultados se adjunta la tabla AIII. 5 donde se puede ver la superficie requerida para los años 2023-2035.

Tabla AIII. 5: Necesidades de los controles de zona de salidas y embarques

Año	PHD	Superficie (m ²)
2023	1.107	1.543
2024	1.134	1.581
2025	1.162	1.619
2026	1.189	1.658
2027	1.217	1.696
2028	1.244	1.734
2029	1.271	1.772
2030	1.299	1.811
2031	1.326	1.849
2032	1.354	1.887
2033	1.381	1.925
2034	1.409	1.964
2035	1.436	2.002

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.6 Control de Pasaportes (Llegadas)

Para calcular el número de controles de pasaportes de llegadas se utiliza una fórmula análoga a la vista en el anexo II la cual es la AIII.6:

$$PCA = PHD \frac{PT_{PCD}}{3600} \quad (\text{AIII.6})$$

Donde:

PCA: Es el número de controles de pasaportes a la salida

PT_{PCD} : Tiempo medio de control de pasaporte (8 segundos)

Sabiendo que el tiempo medio de control de pasaportes es de 8 segundos, seremos capaces de determinar los puestos de control de pasaportes de llegadas el cual está recogido en la tabla AIII. 6

Tabla AIII. 6: Necesidades de los controles de pasaportes de llegadas

Año	PHD	Nº Puestos
2023	1.107	2
2024	1.134	3
2025	1.162	3
2026	1.189	3
2027	1.217	3
2028	1.244	3
2029	1.271	3
2030	1.299	3
2031	1.326	3
2032	1.354	3
2033	1.381	3
2034	1.409	3
2035	1.436	3

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.7 Control de Pasaportes colas (llegadas)

Para la formación de colas se utiliza la fórmula:

$$MQT = PHD \frac{PT_{PCA}}{60} \quad (\text{AIII.7})$$

Donde:

- MQT: Tiempo máximo de espera en el control de pasaportes es: (10 mins)
- PT_{PCA} : Tiempo medio en control de pasaporte de llegadas: 15-30 segundos.

Para ilustrar los datos se adjunta la tabla AIII. 7 donde se puede ver los diferentes valores de tiempo máximo de espera en minutos.

Tabla AIII. 7: *Necesidades de los controles de pasaportes de llegadas. Tiempo de formación de colas*

Año	PHD	MQT (min)
2023	1.107	5
2024	1.134	6
2025	1.162	6
2026	1.189	7
2027	1.217	8
2028	1.244	9
2029	1.271	9
2030	1.299	9
2031	1.326	9
2032	1.354	9
2033	1.381	10
2034	1.409	12
2035	1.436	12

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.8 Hipódromo de recogida de equipajes (Llegadas)

En este apartado se trata de calcular el número de hipódromos de recogida de equipajes que son necesarios en el futuro, para ello se utiliza la fórmula AII.17 del anexo II y se despeja N_h sabiendo el resto de parámetros se llega a la fórmula AIII.8

$$N_h = \frac{60 \cdot N \cdot PHD}{TM_{PCA}} \quad (\text{AIII.8})$$

Donde:

- N : Este parámetro hace referencia al número de pasajeros de la aeronave
- N_h : Este parámetro hace referencia al número de hipódromos
- TM_{PCA} : Este parámetro hace referencia al tiempo medio de ocupación de los hipódromos

Ahora bien, es necesario conocer los diferentes valores de los parámetros anteriores. El tiempo medio de ocupación (TM_{PCA}) para el caso de aeronaves de fuselaje ancho el tiempo medio es de 50 minutos mientras que para las aeronaves de fuselaje estrecho son de 25 minutos. De igual manera según la IATA la capacidad del 80% de las aeronaves de fuselaje ancho son aproximadamente (320 pasajeros) mientras que las de fuselaje estrecho (100 pasajeros).

Conocidos estos datos y aplicando la fórmula AIII.8 se puede determinar:

Para fuselaje estrecho (NB)

$$\text{Narrow Body } PH_{Llegadas} = \frac{60 \cdot 100 \cdot PHD}{25} \quad (\text{AIII.9})$$

NB nos da una capacidad de 480 pasajeros a la hora

Para fuselaje ancho (WB)

$$\text{Wide Body } PH_{Llegadas} = \frac{60 \cdot 320 \cdot PHD}{50} \quad (\text{AIII.10})$$

Los datos de los diferentes hipódromos de recogida quedan reflejados en la tabla AIII.8:

Tabla AIII. 8: *Necesidades de los hipódromos de recogida de equipajes de llegadas.*

Año	PHD	Narrow Body	Wide Body
2023	1.107	2	1
2024	1.134	2	1
2025	1.162	2	2
2026	1.189	2	2
2027	1.217	3	2
2028	1.244	3	2
2029	1.271	3	2
2030	1.299	3	2
2031	1.326	3	2
2032	1.354	3	2
2033	1.381	3	2
2034	1.409	3	2
2035	1.436	3	2

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.9 Área de recogida de equipajes (Llegadas)

Para determinar la superficie del área de recogida de equipajes se usa la siguiente expresión:

$$S = \frac{TM \cdot SPP \cdot PHD}{60 \cdot 1,1} \quad (\text{AIII.11})$$

Donde:

- S: Este parámetro hace referencia a la superficie de la zona de recogida de equipajes
- TM: Tiempo medio de estancia en la zona de recogida de equipajes (30 minutos)
- SPP: Este parámetro hace referencia al espacio físico por persona (1,8)

Con esto llegamos a la expresión AIII. 12:

$$S = \frac{30 \cdot 1,8 \cdot PHD}{60 \cdot 1,1} \quad (\text{AIII.12})$$

Para ilustrar los datos se adjunta la tabla AIII.9 donde se ven los resultados del área de recogida de equipajes necesaria para los próximos años.

Tabla AIII. 9: *Necesidades de la superficie de recogida de equipajes de llegadas.*

Año	PHD	Superficie (m ²)
2023	1.107	906
2024	1.134	928
2025	1.162	950
2026	1.189	973
2027	1.217	995
2028	1.244	1.018
2029	1.271	1.040
2030	1.299	1.063
2031	1.326	1.085
2032	1.354	1.108
2033	1.381	1.130
2034	1.409	1.153
2035	1.436	1.175

Fuente: Elaboración propia

A3. 2.10 Vestíbulo de Llegadas

Para el cálculo del vestíbulo de llegadas usamos la misma expresión que vimos en el Anexo II, aquí se despeja la Superficie (sup) llegando a la expresión AIII.13

$$P_{salidas} = \frac{SPP (AOP + AOV \cdot VPP) \cdot PHD}{1,1 \cdot 60} \quad (\text{AIII.13})$$

Donde:

- Sup: Hace referencia a la superficie total del vestíbulo de salidas
- SPP: Superficie por pasajero
- VPP: Acompañante por pasajero
- AOP: Tiempo medio que el pasajero permanece en el vestíbulo de salidas
- AOV: Tiempo medio que los acompañantes del pasajero permanecen en el vestíbulo de salidas

En este caso lo que queremos calcular es la superficie, por lo que nos hacen falta los demás parámetros. Ahora bien, el acceso al aeropuerto normalmente se realiza acompañado y por ello el valor es 0,7 según establece la IATA, así pues, para que el aeropuerto cumpla con los estándares de calidad se asigna un valor de VPP=0,7. En cuanto a al valor de SPP supondremos que el valor medio de superficie por pasajero es de 2,3 m² y que los valores de AOP y AOV son 5 minutos y 30 minutos respectivamente.

$$P_{salidas} = \frac{2,3 \cdot (5 + 30 \cdot 0,7) \cdot PHD}{1,1 \cdot 60} \quad (\text{AIII.14})$$

Para ilustrar los datos se adjunta la tabla AIII.10 donde se ven los resultados del área del vestíbulo de salida necesaria para los próximos años

Tabla AIII. 10: Necesidades de la superficie del vestíbulo de salidas

Año	PHD	Superficie (m2)
2023	1.107	1.003
2024	1.134	1.028
2025	1.162	1.053
2026	1.189	1.077
2027	1.217	1.102
2028	1.244	1.127
2029	1.271	1.152
2030	1.299	1.177
2031	1.326	1.202
2032	1.354	1.227
2033	1.381	1.251
2034	1.409	1.276
2035	1.436	1.301

Fuente: Elaboración propia

A3. 3. Resumen de los resultados

A modo de resumen de resultados, se recopilan los cálculos y se presentan las necesidades del aeropuerto de Jerez en la tabla AIII.11

Tabla AIII. 11: *Resumen de las necesidades del aeropuerto de Jerez*

		Corto Plazo				
Zona Aeroportuaria	2023	2024	2025	2026	2027	
Vestíbulo de salidas (m2)	1.400	1.304	1.336	1.367	1.399	
Mostradores de facturación (unidades)	17	17	18	18	18	
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	2	3	3	3	3	
Zona de espera y embarques (m2)	1.543	1.581	1.619	1.658	1.696	
Puertas de embarques	-	-	-	-	-	
Control de pasaportes - Llegadas	2	3	3	3	3	
Hipódromo de recogida de equipajes	2N y 1W	2N y 1W	2N y 2W	2N y 2W	3N y 2W	
Zona de recogida de equipajes (m2)	906	928	950	973	995	
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.003	1.028	1.053	1.077	1.102	

		Medio Plazo				
Zona Aeroportuaria	2028	2029	2030	2031	2032	
Vestíbulo de salidas (m2)	1.431	1.462	1.494	1.525	1.557	
Mostradores de facturación (unidades)	19	19	20	20	21	
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	3	3	3	3	3	
Zona de espera y embarques (m2)	1.734	1.772	1.811	1.849	1.887	
Puertas de embarques	-	-	-	-	-	
Control de pasaportes - Llegadas	3	3	3	3	3	
Hipódromo de recogida de equipajes	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	
Zona de recogida de equipajes (m2)	1.018	1.040	1.063	1.085	1.108	
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.127	1.152	1.177	1.202	1.227	

		Largo Plazo		
Zona Aeroportuaria	2033	2034	2035	
Vestíbulo de salidas (m2)	1.588	1.620	1.651	
Mostradores de facturación (unidades)	21	21	22	
Control de pasaportes - Salidas (unidades)	3	3	3	
Zona de espera y embarques (m2)	1.925	1.964	2.002	
Puertas de embarques	-	-	-	
Control de pasaportes - Llegadas	3	3	3	
Hipódromo de recogida de equipajes	3N y 2W	3N y 2W	3N y 2W	
Zona de recogida de equipajes (m2)	1.130	1.153	1.175	
Vestíbulo de llegadas (m2)	1.251	1.276	1.301	

Fuente: Elaboración propia

A3. Bibliografía

Cruzado, M. G. (2000). *Ingeniería Aeroportuaria*. Madrid.

Gobierno de España. (2001). *Ministerio de Transporte y Agenda Urbana*. Obtenido de <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/plan-director-del-aeropuerto-de-reus>

Nombela, G. (25 de Junio de 2009). Modelos de capacidad de infraestructuras de transporte. España.