

"Proyecto de investigación 4: Estudio de herramientas de medición de la contaminación de la atmósfera en los subsectores hogar y transporte"

Objetivo 3.- Análisis y mapa de actores de las políticas nacionales de aviación actuales con el objetivo de determinar las líneas estratégicas de acción para avanzar en la descarbonización del sector en el horizonte 2030

NOVIEMBRE 2021

tiempo de actuar

Elaborado por **Ecodes**

Con la colaboración de:



Universidad
Zaragoza



Índice

INTRODUCCIÓN	6
ANÁLISIS DEL SECTOR	7
CONTEXTO GENERAL	7
EMISIONES ASOCIADAS AL SECTOR	8
PRINCIPALES OPERADORES	9
PRINCIPALES PROVEEDORES DE COMBUSTIBLE	13
ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS NACIONALES DE AVIACIÓN	15
TECNOLOGÍAS DE DESCARBONIZACIÓN	18
SUSTAINABLE AVIATION FUELS, SAF	18
HOJA DE RUTA. INICIATIVA REFUELEU AVIATION	20
NORMATIVA DE REFERENCIA	21
PRINCIPALES PROYECTOS Y ACUERDOS ENTRE PAÍSES	24
REDUCCIÓN DE EMISIONES	27
INICIATIVAS EUROPEAS	28
PERSPECTIVAS DE FUTURO	29
LÍNEAS DE ACCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA	30
EFICIENCIA EN LA OPERACIÓN	31
EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO Y EL USO DE LA INFRAESTRUCTURA	33
NAVEGACIÓN BASADA EN PRESTACIONES (PBN)	33
PLAN DE VUELO 2025 (ENAIRE)	34
PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA 2021-2030 DE AENA	34
REPERCUSIONES DE LA AVIACIÓN A NIVEL NACIONAL	35
CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	35
EMISIONES CONTAMINANTES DE LOS AVIONES	37
ACTORES RELEVANTES	39
CONCLUSIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	46



Introducción

En España el transporte aéreo de pasajeros es responsable de la producción de 19,7 millones de toneladas de CO₂eq. Según los datos del Inventario Nacional de Emisiones de 2020, el transporte aéreo nacional contabilizó menos del 0,6%. Sin embargo, si se tuvieran en cuenta todas las emisiones de este sector (incluyendo los vuelos dentro de Europa e internacionales), la aviación alcanzaría casi el 7% de las emisiones totales de España.

La descarbonización de la aviación pasa por la utilización de los SAFs (Sustainable Advanced Fuels), es decir, biocombustibles avanzados y e-combustibles como el e-queroseno, ya que no hay una tecnología madura para la descarbonización a medio plazo, al menos de lo que respecta a los vuelos de largo ratio. Se espera que los vuelos de corto ratio puedan descarbonizarse antes, quizá mediante la electrificación para 2030.

Diferentes políticas pueden ayudar a la descarbonización de este sector, impulsando la implementación de los SAFs y otras tecnologías:

- A nivel internacional: la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil) plantea medidas para la reducción de las emisiones de la aviación.
- A nivel europeo: Pacto Verde Europeo, Fondos Next Generation, paquete Fit for 55: la RED III, ReFuelEU y la introducción de la aviación en el ETS.
- A nivel nacional: Plan de Recuperación, Ley de Cambio Climático y Transición Energética, y futura Ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte, se ha transpuesto la parte de aviación de la RED II en un Real decreto, así como se acaba de presentar el borrador de la transposición de la parte de biocombustibles.

Se ha comprobado que las emisiones de la aviación son la causa del 5% del forzamiento radiativo antropogénico mundial, es decir, del aumento de la cantidad de calor que queda retenida en la atmósfera. También, es responsable unas 16.000 muertes prematuras al año debido al deterioro de la calidad del aire de las poblaciones cerca de los aeropuertos. Además de generar un elevado impacto acústico con repercusiones en la salud de las personas.

Análisis del sector

Análisis sobre el peso del sector a nivel nacional a nivel económico. Tendencias en el transporte de pasajeros y mercancías y las emisiones asociadas. Aeropuertos más significativos. Rutas más importantes a nivel nacional, europeo e internacional. Aerolíneas que más operan en el contexto nacional. Principales proveedores de combustible.

Contexto general

La aviación es uno de los sectores más globales y con mayor influencia en la economía mundial. Ha mantenido un crecimiento constante durante los últimos quince años, aunque en la actualidad está sufriendo severamente el revés originado por la pandemia del coronavirus.

Según el Observatorio del Sector Aéreo (<https://observatoriodelsectoraereo.es/>), el sector aéreo es un motor estratégico de la economía de España y su contribución resulta esencial para otros sectores que están directamente relacionados como el turismo, el comercio, la logística o la inversión, entre muchos otros. Se estima que el sector del turismo aporta más del 12% del empleo total en España, generando 2,72 millones de puestos de trabajo, mientras que el total de empleos generados por el transporte aéreo, de forma directa, indirecta o inducida, alcanzó los 440.000 empleos, lo que supone un 2% de la población ocupada. En cuanto al peso del Producto Interior Bruto (PIB) asociado al turismo, medido a través de la demanda final turística, según la Cuenta Satélite del Turismo de España (CSTE), alcanzó los 154.487 millones de euros en el año 2019. Esta cifra supuso el 12,4% del PIB, tres décimas más que en 2018.



Fuente: informe “Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO2 del Sector Aéreo Internacional en España”. junio de 2021. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Además, la posición geográfica de España y su especial configuración acrecienta la importancia del transporte aéreo, que juega un papel esencial en su conectividad nacional e internacional. España es el segundo país del mundo y el primero de Europa en volumen de ingresos procedentes del turismo internacional. Aeropuertos como el de Adolfo Suárez Madrid-Barajas o Barcelona-El Prat están entre los diez primeros en Europa en cuanto a volumen de pasajeros y número de operaciones. Según CEOE, son además los hubs europeos que más rápido están creciendo, ocupando en 2018 la primera posición en el ránking de crecimiento el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, y la tercera posición el de Barcelona-El Prat.

El Informe “Impacto económico y social de la industria de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio en la economía española” de la auditora KPMG y la Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (TEDAE) muestra el crecimiento del sector en los últimos años y cómo este crecimiento es superior al de otros sectores industriales teniendo cada vez una mayor y más relevante presencia en el PIB nacional (1,7 % en 2019), aportando de forma directa al PIB español 20.630 millones de euros en 2019 y estimando alrededor de 7.000 millones de euros de forma indirecta a través de lo que otros sectores generan en su cadena de valor.

Respecto al impacto fiscal, el sector aeronáutico recaudó el 1,9 % de los impuestos que ingresó España en 2019, un total de 2.500 millones de euros.

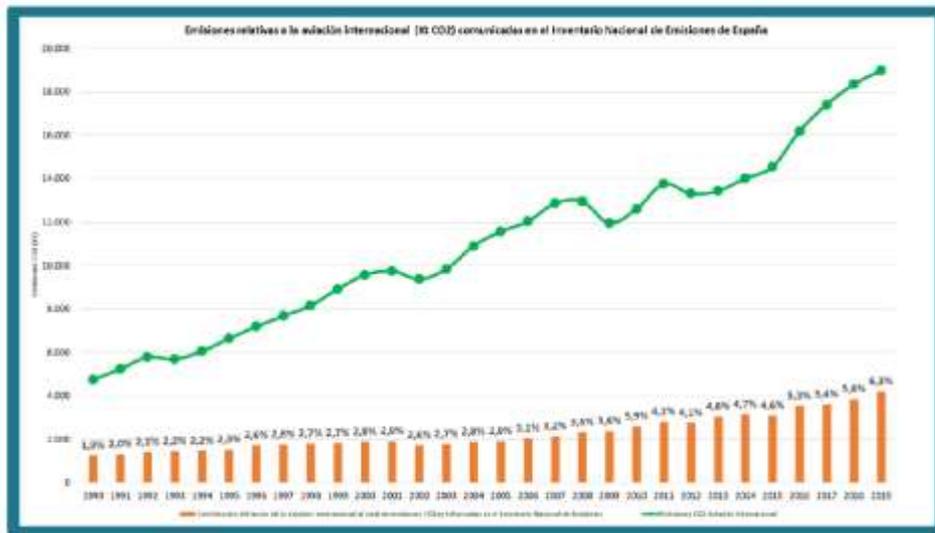
Por todo ello, el sector de la aviación se configura como un pilar clave de la economía española. Su desarrollo y éxito depende de la existencia de un sector de transporte aéreo innovador, competitivo y capaz de afrontar las demandas de los turistas nacionales e internacionales además de los retos propios del siglo XXI.

Emisiones asociadas al sector

Según el Informe Inventario Nacional de emisiones en España de marzo de 2021 publicado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>) las emisiones de GEI motivadas por el sector aéreo en el año 2019 fueron de 3.154 kton de CO₂eq. En esta categoría se recogen las actividades de transporte efectuadas por las aeronaves en el ámbito nacional (por lo que no incluyen los vuelos al extranjero con origen en España), incluyendo dos tipos de operaciones:

- Los ciclos de aterrizaje-despegue (CAD) realizados en los aeropuertos. Los CAD incluyen las operaciones de aterrizaje (por debajo de 1000 m de altura), las maniobras que realiza el avión hasta llegar al punto de desembarque, las maniobras que realiza el avión desde el punto de embarque hasta la cabecera de pista, y el despegue (de nuevo hasta alcanzar los 1000 m de altura).
- La navegación de crucero, que incluye la maniobra de ascenso desde 1000 m hasta alcanzar la altitud de crucero, el vuelo en crucero y la maniobra de descenso hasta los 1000 m.

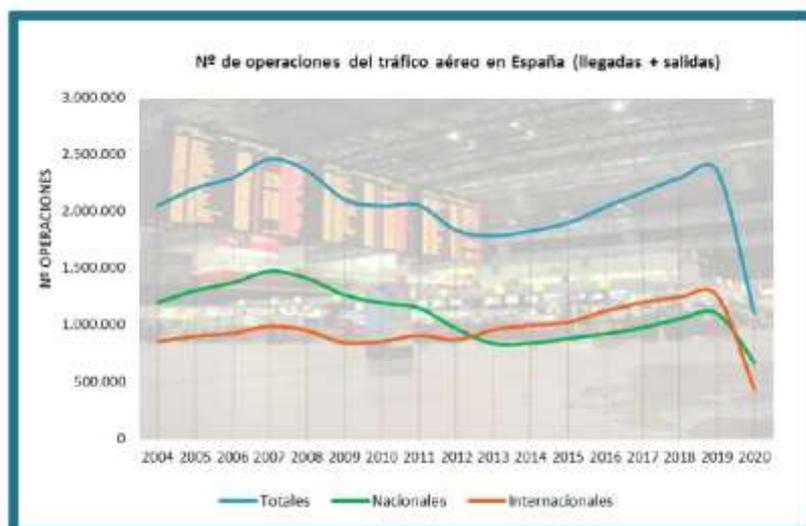
Las emisiones correspondientes a la aviación internacional se computan como memo item y no se incluyen en los totales nacionales. De acuerdo a los datos remitidos por el estado español en el último Informe Nacional del Inventario 1990-2019 de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de España, de marzo de 2021¹⁵, las emisiones globales de CO₂ del sector aéreo de ámbito internacional en España han mantenido una tendencia creciente desde el año 1990, la cual sin duda se verá truncada en el año 2020 como consecuencia de la COVID – 19. En la siguiente gráfica se puede observar la evolución de las emisiones derivadas de la aviación internacional en el periodo 1990-2019.



Fuente: informe “Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO2 del Sector Aéreo Internacional en España”. junio de 2021. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Principales operadores

La evolución del tráfico aéreo español ha seguido una tendencia creciente durante el SXXI, llegando a su máximo histórico en 2007, momento en el que se produjo un decrecimiento debido fundamentalmente al contexto económico. La constante recuperación del tráfico aéreo, producida desde el año 2013 de forma ininterrumpida, se ha visto truncada como consecuencia de la crisis derivada de la pandemia COVID 19, que ha repercutido de forma significativa en el tráfico aéreo en el año 2020, provocando un descenso en el número de operaciones de casi el 55% respecto a los datos del año 2019, o en un descenso del nº de pasajeros del 72,4%.



Fuente: informe “Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO2 del Sector Aéreo Internacional en España”. junio de 2021. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Según el informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado el número

de pasajeros en vuelos comerciales en el mercado aéreo español creció un 14,4% hasta los 58,2 millones de viajeros entre enero y septiembre del año 2021. El tráfico recuperó 7,3 millones de pasajeros respecto al mismo periodo de 2020 y perdió 129,7 respecto al de 2019. En el periodo enero-septiembre de 2021, han operado 136 compañías, 11 menos que las registradas en el mismo periodo del año anterior. En este periodo, las rutas domésticas fueron operadas por 16 compañías, las cuales transportaron 17,8 millones de pasajeros. 69 aerolíneas conectaron con destinos de la Unión Europea (27,8 millones de viajeros) y 82 lo hicieron con el resto del mundo (12,6 millones de pasajeros). En el siguiente mapa se observa un desglose de número de compañías que operan con el resto del mundo y número de viajeros transportados.



Fuente: informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

El 53% del tráfico en España entre enero y septiembre de 2021 fue operado por 5 compañías como se puede observar en la siguiente gráfica:



Fuente: informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

Los enlaces domésticos fueron operados por 16 compañías entre enero y septiembre de 2021. Sin embargo, el liderazgo del mercado cambia cuando se observa de forma independiente el tráfico doméstico. El 75% del tráfico doméstico entre enero y septiembre de 2021 fue operado por 5 compañías haciendo un total de 233 rutas domésticas como se aprecia en la siguiente imagen:

Cuota de las principales 5 compañías del mercado aéreo doméstico



Fuente: informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

Los enlaces con países de la Unión Europea fueron realizados por 69 compañías entre enero y septiembre de 2021 que operaron un total de 813 rutas entre España y países de la Unión Europea. La gráfica de cuota de mercado es esta:

Cuota de las principales 5 compañías del mercado aéreo con la Unión Europea



Fuente: informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

El tráfico con países no comunitarios perdió 84 mil pasajeros respecto al mismo periodo de 2020. Se volaron un total de 460 rutas entre España y países extracomunitarios. Las cinco primeras compañías transportaron el 52% de los pasajeros en este mercado como se observa en la siguiente gráfica:

Cuota de las principales 5 compañías del mercado aéreo España-Extra UE



Fuente: informe “Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

En definitiva, en la siguiente tabla se muestran los datos agregados de pasajeros por las principales compañías comerciales que operan en España. Los datos se dan en 2019 para evitar la distorsión del efecto COVID-19.

Tráfico por aerolínea
(Top 15, Red aeropuertos españoles)

Compañía	Pasajeros (millones)		Variación		Cuota (%)	
	2019	2018	%	Pasajeros (millones)	2019	2018
Ryanair *	50,0	46,8	6,8%	3,2	18,2	17,8
Vueling	42,7	39,4	8,5%	3,4	15,5	14,9
Iberia	20,7	19,3	7,1%	1,4	7,5	7,3
Air Europa	19,0	17,4	9,7%	1,7	6,9	6,6
Easyjet**	17,9	16,8	6,7%	1,1	6,5	6,4
Iberia Express	10,3	9,5	8,1%	0,8	3,7	3,6
Air Nostrum	8,9	8,4	6,2%	0,5	3,2	3,2
Norwegian Air***	8,9	10,0	-10,7%	-1,1	3,2	3,8
Jet2.Com	8,0	7,2	11,0%	0,8	2,9	2,7
Grupo Binter****	7,7	7,1	9,2%	0,6	2,8	2,7
Eurowings	5,6	5,6	0,2%	0,0	2,0	2,1
Thomson Airways	4,6	4,8	-4,3%	-0,2	1,7	1,8
Lufthansa	4,5	4,2	5,7%	0,2	1,6	1,6
Transavia	3,8	3,7	3,0%	0,1	1,4	1,4
Condor	3,4	3,4	0,3%	0,0	1,2	1,3
Total pasajeros Top 15	216,2	203,6	6,2%	12,6	78,5%	77,2%
Resto compañías	59,1	60,1	-1,8%	-1,1	21,5%	22,8%
Total Pasajeros	275,2	263,8	4,4%	11,5	100%	100%
Total pasajeros bajo coste*****	158,4	148,7	6,5%	9,7	57,6%	56,4%

(*) Incluye Ryanair Ltd. y Ryanair Sun, S.A.

(**) Incluye Easyjet Switzerland, S.A., Easyjet Airline Co. LTD. y Easyjet Europe Airline GMBH.

(***) Incluye Norwegian Air International, Norwegian Air Shuttle A.S. y Norwegian Air UK.

(****) Incluye Binter Canarias, Naysa y Canarias Airlines.

(*****) Incluye el tráfico de pasajeros de las compañías de bajo coste en vuelos regulares.

Fuente: Aena, Memoria de Responsabilidad Corporativa de Aena correspondiente al ejercicio 2019. <https://portal.aena.es/es/corporativa/informe-anual.html>

Es importante hacer notar el efecto COVID-19 que afectó a este transporte durante la anualidad 2020 y está afectando a los datos expuestos de 2021. En el informe "Tráfico en los aeropuertos españoles" publicado por la misma Subdirección General, si se suman pasajeros más mercancías las operaciones en el mes de septiembre de 2021 aumentaron un 56,8% en relación al mismo mes de 2020 y bajaron un 22,5% respecto a septiembre de 2019, realizándose en este mes un total de 172,5 mil operaciones. Aislado el tráfico de mercancías la carga en el tráfico comercial aumentó un 28,3%, comparándola con septiembre de 2020 y descendió un 1% respecto a septiembre de 2019, por lo que donde más se ha notado el descenso por el efecto COVID ha sido en pasajeros habiendo recuperado en septiembre de 2021 prácticamente el 100% del transporte de mercancías que había en 2019 transportándose en un mes 91,5 millones de kg de carga.

En lo que respecta a aeropuertos, y según el informe indicado en el párrafo anterior, Islas Baleares, Cataluña y la Comunidad de Madrid fueron las Comunidades Autónomas con mayor movimiento de pasajeros en el mes de septiembre de 2021 representando el 56% del total del tráfico.

Aunque España cuenta con 50 aeródromos de interés general, el tráfico se encuentra muy concentrado en los principales aeropuertos: Madrid, Barcelona y Palma de Mallorca conjuntamente supusieron el 47,7% del total de movimientos de pasajeros en los aeropuertos españoles durante dicho mes de septiembre de 2021. Si se consideran los diez aeropuertos de mayor tráfico la cuota de movimiento de pasajeros ascendió al 80,6% del total del tráfico como se observa en la siguiente gráfica:



Fuente: informe “Tráfico en los aeropuertos españoles” publicado por la Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado (<https://www.mitma.gob.es/>)

En la siguiente tabla se muestran los datos de movimiento de pasajeros, aeronaves y mercancías en los principales aeropuertos españoles gestionados por AENA. Se ofrecen los datos del año 2019 para que no estén distorsionados por el efecto COVID-19 y ofrezcan una mayor representatividad actual.

Aeropuertos y grupos de aeropuertos	Pasajeros		Aeronaves		Mercancías	
	Millones	Variación 19/18*	Miles	Variación 19/18*	Toneladas	Variación 19/18*
Adolfo Suárez Madrid-Barajas	61,7	6,6%	426,4	4,0%	558.567	7,4%
Josep Tarradellas Barcelona-El Prat	52,7	5,0%	344,6	2,7%	177.271	2,5%
Palma de Mallorca	29,7	2,2%	217,2	-1,4%	9.022	-9,9%
Grupo Canarias	45,0	-0,6%	410,7	-1,4%	37.030	-1,2%
Grupo I	70,5	6,5%	565,0	3,1%	35.251	-7,2%
Grupo II**	13,8	1,5%	191,2	2,0%	186.583	9,0%
Grupo III	1,8	17,0%	205,9	12,8%	64.671	3,5%
Subtotal Red Aeropuertos España	275,2	4,4%	2.361,0	2,6%	1.068.395	5,6%

(*) Porcentajes de variación calculados en pasajeros, aeronaves y kg.

(**) Incluye los datos del Aeropuerto Internacional de la Región de Murcia (AIRM): 1.090.954 pasajeros y 7976 movimientos de aeronaves.

Fuente: Aena, Memoria de Responsabilidad Corporativa de Aena correspondiente al ejercicio 2019. <https://portal.aena.es/es/corporativa/informe-anual.html>

Principales Proveedores de Combustible

Según el Boletín Estadístico de Hidrocarburos (agosto 2021) el consumo de queroseno para aviación en los últimos 12 meses ha sido de 2.366 kton, siendo un 42,1% inferior a los doce meses anteriores. Para que sirva de dato el efecto COVID-19, en el año 2019 esta cifra fue de 6.900 kton.

Los dos tipos de combustible que se utilizan en los aeropuertos españoles son:

- El JET A1, queroseno especialmente indicado como carburante para turbinas propulsoras de aeronaves. Es un destilado medio proveniente de la destilación atmosférica del petróleo crudo

con características especiales de calidad, que es tratado químicamente para eliminar compuestos azufrados tales como sulfuros, mercaptanos y ácidos nafténicos, que pueden tener un comportamiento corrosivo.

- El AVGAS 100LL, gasolina de aviación especialmente indicada para motores de explosión. Es una gasolina de alto octanaje y está diseñada específicamente para uso en motores de aviación alternativos o movidos a pistón. Sus especificaciones son muy estrictas debido a que tiene que soportar el amplio rango de temperaturas y presiones de funcionamiento que se dan en las aeronaves. El número 100 indica que es 100% isoctano, es decir, que no detonará porque tiene 0% de heptano; y LL indica que contiene aditivos, en este caso es bajo en plomo.

La principal empresa que sirve combustible a AENA como operador de la infraestructura aeroportuaria es Servicios Logísticos de Combustibles de Aviación-SLCA, S.L. (www.slca.e) que está participada al 50% por BP Oil España S.A. y sociedades del grupo Repsol, dos de las empresas líderes en el sector de combustibles de aviación.

SLCA está presente en dieciocho aeropuertos mediante concesiones administrativas concedidas por Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA), Aeropuertos de Cataluña y autoridades aeroportuarias privadas. Los aeropuertos en los que SLCA opera son: Madrid, Barcelona, Palma de Mallorca, Málaga, Alicante, Bilbao, Sevilla, Gerona, Ibiza, Lérida, Mahón, Murcia, Santiago de Compostela, Valencia, Vitoria, Albacete, Teruel y en el aeropuerto de Castellón.

Otras empresas suministradoras que operan en el mercado español son las empresas petrolíferas que habitualmente comercializan productos para el sector transporte, como, por ejemplo:

- BP (<http://www.bp.com>)
- REPSOL (<http://https://www.repsol.com/es/productos-y-servicios/aviacion/servicios-into-plane/index.cshtml>)
- GALP ENERGIA (<http://www.galpenergia.com>)
- CEPSA (<http://www.cepsa.com>)
- SHELL-DISA (<http://www.shell.com>)

Análisis de las políticas nacionales de aviación

Análisis de las políticas nacionales de aviación. Estado actual de la cuestión y posibilidades de incidencia en pro de la descarbonización. Horizonte 2030.

Con respecto al sector aéreo, las principales iniciativas encaminadas al ahorro de energía, al incremento de la eficiencia energética y al fomento de las energías renovables, para contribuir al cumplimiento de los compromisos en materia de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), son:

- **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética**, de 21 de mayo de 2021 (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447), que tiene por objeto asegurar el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, adoptado el 12 de diciembre de 2015, y firmado por España el 22 de abril de 2016; facilitar la descarbonización de la economía española, su transición a un modelo circular de modo que se garantice el uso racional y solidario de nuestros recursos; promover la adaptación a los impactos del cambio climático y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible que genere empleo decente.

La Ley recoge como instrumentos de planificación para abordar la transición energética los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima y la Estrategia de Descarbonización a 2050 de la Economía Española, así como la obligación de que todos los sectores contribuyan con sus esfuerzos a la descarbonización de la economía.

En este sentido mediante la presente Ley se establecen los siguientes objetivos mínimos nacionales para el año 2030 al objeto de dar cumplimiento a los compromisos internacionalmente asumidos:

- Reducir en el año 2030 las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de la economía española en, al menos, un 23 % respecto del año 1990.
- Alcanzar en el año 2030 una penetración de energías de origen renovable en el consumo de energía final de, al menos, un 42 %.
- Alcanzar en el año 2030 un sistema eléctrico con, al menos, un 74 % de generación a partir de energías de origen renovable.
- Mejorar la eficiencia energética disminuyendo el consumo de energía primaria en, al menos, un 39,5 %, con respecto a la línea de base conforme a normativa comunitaria.

Igualmente, se establece que antes de 2050 y en todo caso, en el más corto plazo posible, España deberá alcanzar la neutralidad climática, con el objeto de dar cumplimiento a los compromisos internacionalmente asumidos, y el sistema eléctrico deberá estar basado, exclusivamente, en fuentes de generación de origen renovable.

En relación al sector aéreo, la Ley contempla en su articulado el establecimiento de objetivos específicos para el suministro de combustibles sostenibles de aviación (artículo 13), y la obligación dirigida a todos los agentes del sector (compañías aéreas, gestores de los aeropuertos de interés general y los proveedores de servicios de tránsito aéreo), de llevar cabo auditorías energéticas (Disposición adicional cuarta) y Planes estratégicos de sostenibilidad ambiental al

objeto de identificar oportunidades de mejora orientadas a la reducción de emisiones e implementar su contribución a los objetivos en materia de energía y clima.

En este sentido, y en base al citado artículo 13 de la Ley 7/2021, el MITMA está actualmente trabajando, junto al resto de autoridades competentes, en el desarrollo reglamentario que establezca de forma cuantitativa la citada obligación de suministro de combustibles alternativos para aviación en España, así como la senda de cumplimiento para su consecución, que en cualquier caso habrán de resultar consecuentes con la **Iniciativa ReFuel EU Aviation**, cuyo objetivo es reducir la huella medioambiental del sector de la aviación y permitirle contribuir al logro de los objetivos climáticos de la UE, incluido el Acuerdo de París, impulsando la oferta y la demanda de combustibles de aviación sostenibles en la UE.

A día de hoy, noviembre de 2021, la propuesta legislativa en el marco de la iniciativa ReFuelEU Aviation, así como el potencial desarrollo reglamentario de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, y la evaluación de su impacto, aún no han sido adoptadas en nuestro país.

De forma preliminar los potenciales ahorros que la implantación de una obligación de suministro de SAF tendría en España, considerando el establecimiento de unos objetivos de suministro son según se indica en el Plan de acción del sector aéreo en España:

- Un 2% en la obligación de suministro en 2025 equivaldría en términos de volumen a alrededor de 140.000 toneladas de Combustible Sostenible de Aviación e induciría una reducción superior a 400.000 toneladas de CO₂eq.
- Un 5% en la obligación de suministro en 2030 equivaldría en términos de volumen a alrededor de 390.000 toneladas de Combustible Sostenible de Aviación e induciría una reducción superior a las 1.100.000 toneladas de CO₂eq.

De forma acumulada, se considera que el ahorro entre los años 2025 y 2030 derivado del establecimiento de una obligación de suministro de SAF en base al art. 13 de la Ley 7/2021 alcanzaría más de 3.200.000 t CO₂ eq. La reducción estimada, está pendiente de la adopción de los mecanismos normativos correspondientes.

- **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030** (https://www.miteco.gob.es/images/es/pniecCompleto_tcm30-508410.pdf), instrumento de planificación propuesto por el Gobierno de España para cumplir con los objetivos y metas de la Unión Europea en el marco de la política energética y climática, el cual considera el establecimiento de objetivos específicos de consumo de biocarburantes en aviación como medida para la descarbonización del sector de cara al cumplimiento de los citados objetivos.
- **El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030** (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>), que constituye el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada frente a los efectos del cambio climático en España. Tiene como principal objetivo evitar o reducir los daños presentes y futuros derivados del cambio climático y construir una economía y una sociedad más resilientes.

- **La Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030** (<https://www.mitma.gob.es/ministerio/planes-estrategicos/esmovilidad>), documento marco a largo plazo que guiará las actuaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en los próximos 10 años, para lograr afrontar los retos en movilidad de personas y transportes de mercancías del siglo XXI.

La Estrategia de Movilidad se estructura en 9 ejes, con más de 40 líneas de actuación y más de 150 medidas concretas, entre las que referidas al sector aéreo se contempla la elaboración de un Plan Estratégico para la sostenibilidad del transporte aéreo con su programa de actuaciones.
- **La Ley de Comercio de Derechos de Emisión.** El comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, regulado por la Ley 1/2005, de 9 de marzo, representando una medida fundamental para fomentar la reducción de emisiones de CO2 en los sectores industriales y de generación eléctrica. En la actualidad, este régimen afecta a casi 1.100 instalaciones y operadores aéreos, cubriendo un 45% de las emisiones totales nacionales de todos los gases de efecto invernadero.

En relación al sector aéreo, su inclusión en el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS) desde el 1 de enero de 2012, es regulada mediante la Ley 13/2010, de 5 de julio que ha modificado la precitada Ley 1/2005.
- El **European Advanced Biofuels Flightpath** estableció un objetivo de producción de 2 millones de toneladas para 2020 en la UE. Sin embargo, se prevé que su producción regular ha sido muy limitada y, por lo tanto, no se ha alcanzado ese objetivo en 2020.

El crecimiento de la aviación requiere la introducción de nuevas y ambiciosas medidas a largo plazo para reducir las emisiones de CO2 más allá del sistema de mercado de CO2 establecido por **OACI (CORSIA)**. Si no introducimos medidas ambiciosas como los combustibles de aviación sostenibles (SAF), es previsible que se apliquen medidas consideradas menos efectivas, como tasas e impuestos.

Tecnologías de descarbonización

Análisis del desarrollo tecnológico de las tecnologías de descarbonización para la aviación (producción de SAFs y e-combustibles) a nivel nacional, así como su implantación y penetración en el territorio. Proyectos actuales.

Sustainable Aviation Fuel, SAF

Los combustibles sostenibles de aviación (Sustainable Aviation Fuel, SAF) son un tipo de combustibles de aviación utilizados en aviones a reacción y certificados como sostenibles por entidades independientes. En los últimos años, los retos medioambientales se han convertido en uno de los puntos de mayor interés para el sector de la aviación, tanto a nivel mundial como local. La mitigación de los efectos ambientales y adversos de las actividades de transporte aéreo es uno de los cinco objetivos estratégicos de la OACI (Coalición mundial para la aviación sostenible) o ICAO por sus siglas en inglés, en consonancia con las prácticas y políticas del sistema de las Naciones Unidas.

Además de esto, está la visión de la OACI sobre los combustibles sostenibles de aviación para 2050, aprobada en la CONFERENCE ON AVIATION AND ALTERNATIVE FUELS-CAAF/2 (México, 2017), donde se reconoce el papel esencial y de los Estados en el fomento del desarrollo industrial de los combustibles sostenibles de aviación. De hecho los Estados miembros europeos, y entre ellos España, están contribuyendo activamente al desarrollo de las normas y métodos recomendados (SARPs) CORSIA de la OACI, a través del Comité de la OACI sobre protección de la aviación y el medio ambiente (CAEP), que establece los requisitos de sostenibilidad globales aplicables a SAF, así como a la metodología CORSIA para el cálculo de los Valores de emisiones durante el ciclo de vida y el cálculo de los valores de emisiones de ciclo de vida predeterminados de CORSIA para combustibles elegibles para CORSIA.

El SAF debe tener las mismas cualidades y características químicas que el combustible para aviones convencional, el queroseno Jet A-1. Esto es importante para garantizar que los fabricantes no tengan que rediseñar motores o aviones, y que los proveedores de combustible y los aeropuertos no tengan que construir nuevos sistemas de suministro de combustible. Para garantizar el cumplimiento técnico y de seguridad, SAF debe someterse a estrictas pruebas de laboratorio, tierra y vuelo bajo un estándar reconocido internacionalmente.

En la actualidad, el SAF debe mezclarse con combustible para aviones convencional (hasta un 50%). Algunos componentes menos favorables para el medio ambiente del combustible para aviones convencional (por ejemplo, azufre) permiten que los sellos se hinchen en los motores y evitan las fugas de combustible. Los motores más nuevos no tienen esta preocupación, y SAF ha sido probado al 100% en aviones militares. Si bien los volúmenes de producción de SAF siguen siendo bajos, un límite de mezcla no obstaculiza el uso de SAF, sin embargo, se espera que el límite de mezcla eventualmente aumente al 100%.

La seguridad es la máxima prioridad de la industria de la aviación, por lo tanto, el proceso para probar nuevos combustibles potenciales es extremadamente riguroso. A través de pruebas en laboratorios, en equipos en tierra y bajo las condiciones extremas de las operaciones en vuelo, un proceso exhaustivo determina la idoneidad de SAF.

Las pruebas analizan el consumo de combustible específico en varios ajustes de potencia, desde el ralentí en tierra hasta la velocidad de despegue, que luego se compara con el rendimiento con combustible de avión convencional. La cantidad de tiempo que tarda el motor en arrancar, el tiempo de permanencia de encendido del combustible en el motor y cómo funciona el combustible en aceleración y desaceleración, se prueban minuciosamente. También se realizan pruebas para garantizar que los combustibles no tengan un impacto negativo en los materiales utilizados en la construcción de aeronaves y componentes.

Una vez que se han completado las pruebas de laboratorio y en tierra, el combustible se prueba en la aeronave en condiciones normales de funcionamiento. Durante el vuelo de prueba, los pilotos realizan una serie de pruebas estándar, además de simular circunstancias excepcionales, para garantizar que el combustible pueda soportar el uso en cualquier condición operativa.

La siguiente tabla muestra los siete procesos diferentes aprobados internacionalmente a través de los cuales se puede fabricar actualmente combustible de aviación sostenible (SAF), donde se observa como en ningún caso están permitidos los biocombustibles procedentes de cultivos alimentarios y forrajeros.

Vías y procesos	Opciones de materia prima	Productores que utilizan la vía	Fecha de aprobación	Límite de mezcla actual
Queroseno parafínico sintético Fischer-Tropsch (FT-SPK)	biomasa (residuos forestales, pastos, residuos sólidos urbanos)		2009	hasta 50%
Ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (HEFA-SPK)	algas, jatropha, camelina	Alt Air	2011	hasta 50%
Azúcares fermentados hidroprocesados a isoparafinas sintéticas (HFS-SIP)	conversión microbiana de azúcares en hidrocarburos	Amyris	2014	hasta 10%
FT-SPK con aromáticos (FT-SPK / A)	biomasa renovable como residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas y residuos forestales, madera y cultivos energéticos		2015	hasta 50%
Queroseno parafínico sintético de alcohol a chorro (ATJ-SPK) [isobutano]	productos de desecho agrícola (rastrajo, pastos, tala forestal, paja de cultivo)	Gevo	2016	hasta 30%
Queroseno parafínico sintético de alcohol a chorro (ATJ-SPK) [etanol]	productos de desecho agrícola (rastrajo, pastos, tala forestal, paja de cultivo)	LanzaTech	2018	hasta 50%
Combustible sintético para reactores de hidrotermólisis catalítica (CHJ)	Materias primas a base de triglicéridos (aceites vegetales, aceites usados, aceites de algas, aceite de soja, aceite de jatropha, aceite de camelina, aceite de carinata y aceite de tung)	ARA y Euglena	2020	hasta 50%
Queroseno parafínico sintético con alto contenido de hidrógeno (HHC-SPK)	hidrocarburos de origen biológico como las algas	Mundo IHI	2020	hasta 10%

Fuente: <https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/climate-action/sustainable-aviation-fuel/producing-sustainable-aviation-fuel/>

Hoja de Ruta. Iniciativa ReFuelEU Aviation

El 15 de enero de 2020, el Parlamento Europeo adoptó la resolución sobre el Pacto Verde Europeo (Green Deal) en la que acogió la próxima estrategia de movilidad sostenible e inteligente y acordó con la Comisión Europea que todos los modos de transporte deberán contribuir a la descarbonización del sector del transporte en consonancia con el objetivo de alcanzar una economía climáticamente neutra. El Parlamento Europeo también pidió “una hoja de ruta reglamentaria clara para la descarbonización de la aviación, basada en soluciones tecnológicas, infraestructura, requisitos para combustibles alternativos sostenibles y operaciones eficientes, en combinación con incentivos para un cambio modal”.

El programa de trabajo de la Comisión para 2020, considera en este sentido el desarrollo de la nueva iniciativa legislativa denominada "ReFuelEU Aviation - Sustainable Aviation Fuels".

Esta iniciativa tiene como objetivo impulsar la oferta y la demanda de combustibles de aviación sostenibles (SAF) en la UE, incluidos no solo aquellos considerados avanzados, sino también combustibles sintéticos. El impulso de este tipo de combustibles conllevará a una reducción de la huella medioambiental de la aviación y contribuirá a la consecución de los objetivos climáticos de la UE.

El mercado interior de la aviación de la UE es un facilitador clave de la conectividad y el crecimiento, pero también es responsable de un impacto medioambiental significativo. De acuerdo con los objetivos climáticos de la UE de reducir las emisiones en un 55% para 2030 y lograr la neutralidad de carbono para 2050, el sector de la aviación debe descarbonizarse.

Si bien se han implementado varias medidas de ámbito normativo en la región, que promueven el uso de SAF y podrían generar un potencial significativo de ahorro de emisiones, actualmente solo alrededor del 0,05% del total de combustibles de aviación utilizados en la UE son sostenibles, según la iniciativa legislativa mencionada.

La iniciativa ReFuelEU Aviation tiene como objetivo mantener un sector de transporte aéreo competitivo al tiempo que aumenta la proporción de SAF que utilizan las aerolíneas. La Comisión Europea tiene como objetivo proponer de forma inminente normativa que imponga una proporción cada vez mayor de SAF para mezclar con combustible convencional. Esto podría resultar en importantes ahorros de emisiones para el sector, dado que algunos de esos combustibles (por ejemplo, combustibles sintéticos) tienen el potencial de ahorrar hasta un 85% o más de emisiones en comparación con los combustibles fósiles, durante su ciclo de vida total.

Se considera que los SAF son un elemento crítico del conjunto de medidas para mitigar la contribución de la aviación al cambio climático a corto plazo.

Sin embargo, el uso de SAF ha sido insignificante hasta ahora a pesar de iniciativas políticas anteriores como la European Advanced Biofuels Flightpath (https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/biofuels/biofuels-aviation_en?redir=1), de la que se hablará más adelante, ya que todavía existen barreras importantes para su despliegue a gran escala.

El Informe medioambiental de la aviación europea –EAER– publicado en enero de 2019 (<https://www.easa.europa.eu/eaer/>), identificó una falta de información a nivel europeo sobre el suministro y uso de SAF en Europa, consecuencia de lo cual, y con objeto de mitigar este hecho, EASA completó dos estudios en 2019 para abordar la falta de monitoreo de SAF en la UE.

Las importantes barreras industriales y económicas limitan la penetración de SAF en el sector de la aviación, y para reducir los costos y el riesgo que enfrentan los operadores económicos para la introducción de los SAF en el mercado de la aviación, este estudio examinó cómo incentivar la aprobación y el uso de SAF como combustibles “drop-in” en Europa mediante la introducción de una Iniciativa de facilitación de SAF.

El informe comienza analizando el estado de los SAF en Europa en la actualidad, incluidas las tecnologías más establecidas y las de un nivel de desarrollo tecnológico (TRL) más bajo. La cuestión de la sostenibilidad también es examinada en el estudio, a través de un análisis del papel de los sistemas de certificación de sostenibilidad (SCS) y cómo interactúan con los requisitos reglamentarios de sostenibilidad, en particular los de la Directiva de Energía Renovable de la UE (RED II) y el Plan de compensación y reducción de carbono de la OACI para Aviación internacional (CORSIA).

En respuesta a la falta de información a nivel de la UE sobre el suministro y uso de SAF en Europa identificada por el Informe medioambiental de la aviación europea, EASA lanzó un segundo estudio para identificar, a un coste razonable, datos fiables para monitorear el uso y suministro de SAF, así como las reducciones de emisiones asociadas. De forma adicional el estudio incluyó la identificación y recomendación de indicadores relacionados con el uso de SAF en Europa, así como relativos a las reducciones de emisiones de CO₂ de la aviación asociadas logradas.

El estudio se estructuró en las cinco fases referidas a continuación:

- a. Identificación de posibles indicadores mediante la revisión de indicadores SAF utilizados en la actualidad y la consulta con las partes interesadas clave.
- b. Identificación de los requisitos reglamentarios de presentación de informes y otras posibles fuentes de conjuntos de datos y flujos de información en el contexto europeo, con el potencial de cubrir las necesidades de datos de los indicadores de propuestos.
- c. Examen de los requisitos de sostenibilidad aplicables a SAF y ahorros potenciales en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con los combustibles de origen fósil.
- d. Revisión del uso de SAF hoy en día y expectativas futuras para el uso de SAF en Europa.
- e. Definición de un proceso futuro de seguimiento y presentación de informes sobre el uso de SAF en Europa y recomendaciones relacionadas para implementarlo.

Los resultados de este estudio (<https://www.easa.europa.eu/document-library/research-reports/grant-agreement-easa2015fc21#group-downloads>) serán utilizados al objeto de incluir indicadores relativos al uso de SAF en futuros EAER, que proporcionarán información sobre la introducción de SAF en el mercado a lo largo del tiempo, y de esta forma evaluar el éxito de las medidas desarrolladas para incentivar su producción y uso.

Normativa de referencia:

La Normativa de referencia más importante que afecta al uso de SAF es la siguiente:

- **Directiva (UE) 2018/2001** del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al **fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (RED II)**: En noviembre de 2016, la Comisión Europea publicó su iniciativa "Clean Energy for all Europeans". Como parte de este paquete, la Comisión adoptó una propuesta legislativa para la actualización de la Directiva sobre energías renovables (RED). En el contexto del procedimiento de codecisión, en junio de 2018 se acordó un texto de compromiso final entre las instituciones de la UE. En diciembre de 2018 entró en vigor la directiva revisada sobre energías renovables 2018/2001/UE.

En dicha directiva, se fija normativamente que los Estados miembros deben exigir a los proveedores de combustible que suministren como mínimo el 14% de la energía consumida en el sector transportes para 2030 en forma de energía renovable.

En febrero de 2019, España presentó un documento en el Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación-CAEP de la OACI en el que se indicaba la intención de establecer un objetivo de suministro de combustibles sostenibles de aviación (SAF) en el horizonte 2025. La obligación final se establecerá después de analizar la viabilidad técnica y económica con las partes interesadas. Este diálogo con las partes interesadas implicadas y la garantía previa

aprobación de la involucración de la industria se presentó como el "Compromiso Equilibrado" o The Balanced Compromise y fue reconocido en ese formato por el CAEP.

Los combustibles renovables de transporte (por lo tanto, incluidos los SAF) producidos en instalaciones que comiencen a operar a partir del 1 de enero de 2021 deben lograr un ahorro de emisiones de GEI del 65% con respecto a los combustibles fósiles para combustibles de transporte, cuyo valor de referencia se establece en 94 g CO₂eq/MJ. En el caso del transporte, para aquellos combustibles renovables de origen no biológico, la reducción mínima exigida de emisiones de CO₂eq/MJ se eleva hasta el 70%.

Fruto de ello, en 2019 el Gobierno de España propuso un Anteproyecto de Ley de un nuevo marco legislativo para facilitar y orientar la descarbonización de la economía española para el año 2050, tal y como establece la UE y el compromiso adquirido mediante la firma del Acuerdo de París. En este Anteproyecto de ley se incluye el artículo 11.1 (https://www.miteco.gob.es/images/es/1anteproyectoleyccyte_tcm30-487336.pdf), donde se detalla la obligación de suministro de combustible sostenible de aviación a los operadores de aviación de aquí a 2025, como parte de la aplicación de la Directiva sobre energías renovables UE 2018/2001.

- **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030:** El marco de la política energética y climática en España está determinado por la Unión Europea (UE), que, a su vez, se encuentra condicionada por un contexto global en el que destaca el Acuerdo de París alcanzado en 2015. A ello hay que añadir que la Comisión Europea actualizó el 28 de noviembre de 2018 su hoja de ruta hacia una descarbonización sistemática de la economía con la intención de convertir a la Unión Europea en neutra en emisiones de CO₂ en 2050. El objetivo a largo plazo que guía la preparación del Plan es, por tanto, convertir a España en un país neutro en carbono en 2050.
- **El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030,** es un documento que identifica los retos y oportunidades a lo largo de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: la descarbonización, incluidas las energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética; el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad. Más concretamente, la medida 1.6 relativa a 'Biocombustibles avanzados en el transporte' incide en el hecho que uno de los mecanismos de actuación en dicho ámbito será el 'establecimiento específico de consumo de biocarburantes en aviación'.

Europa está contribuyendo activamente al desarrollo de las **normas y métodos recomendados (SARPs) CORSIA de la OACI**, a través del Comité de la OACI sobre protección de la aviación y el medio ambiente (CAEP), que establece los requisitos de sostenibilidad globales aplicables a SAF, así como a la metodología CORSIA para el cálculo de los Valores de emisiones durante el ciclo de vida y el cálculo de los valores de emisiones de ciclo de vida predeterminados de CORSIA para combustibles elegibles para CORSIA. Los estándares CORSIA son aplicables a cualquier uso de SAF que se reclame bajo CORSIA para reducir las obligaciones de compensación por parte de los explotadores aéreos.

Toda esta normativa se ha concretado en el **Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO₂ del Sector Aéreo Internacional en España**, publicado en junio de 2021 por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Desde el estado español se considera que el sector de la aviación se halla ante un importante desafío en cuanto a la necesidad de afrontar su descarbonización en un corto y exigente plazo de tiempo, y para ello las herramientas con las que cuenta resultan limitadas. La tecnología y la modernización de las flotas en el pasado han sido cruciales para permitir reducciones drásticas de emisiones, la búsqueda de nuevos combustibles como el hidrógeno es una opción en el horizonte; pero estas opciones, necesitarán tiempo para implementarse y aunque sin duda llegarán y reducirán drásticamente las emisiones, es necesario buscar instrumentos que permitan acelerar en el corto y medio plazo la tan necesaria descarbonización del sector aéreo.

En este contexto los combustibles sostenibles de aviación (SAF) representan una tecnología probada, que reúne todos los requisitos de seguridad que el mundo de la aviación requiere, cuya introducción no necesitará inversiones masivas en nuevos aviones o modificaciones de nuestros aeropuertos y además, puede ser implementada en un plazo rápido en toda Europa y además ser extendida a otras partes del mundo.

De esta forma, desde España se está llevando a cabo un trabajo coordinado entre las distintas administraciones públicas, en base a la Iniciativa promovida desde MITMA para promover y compartir experiencias entre los reguladores y la industria para la promoción de combustibles de aviación sostenibles, denominado Balanced Compromise, junto a los distintos agentes involucrados, tratando de identificar y promover aquellas medidas que permitan el uso significativo de SAFs en España en el menor plazo de tiempo posible.

En el marco de esta perspectiva de trabajo colaborativo, el MITMA, en el año 2011 creó de Iniciativa española de producción y consumo de bioqueroseno para aviación (www.bioqueroseno.com). Esta Iniciativa tiene por objetivo fomentar el desarrollo de una industria de bioqueroseno sostenible en España a través de la implementación de toda la cadena de valor, utilizando como materia prima cultivos energéticos sostenibles de segunda generación y dando prioridad a las materias primas que minimicen el impacto ambiental, los cambios de uso del suelo y la competencia con otros mercados. Para ello pone el énfasis en la colaboración y cooperación entre las entidades públicas que participan en cada elemento de la cadena y entre éstas y las entidades privadas promotoras de iniciativas industriales. Esta Iniciativa se estructura como una plataforma de encuentro entre los distintos agentes que participan en ella, es decir, pretendía actuar como puente para el intercambio de información, identificación de necesidades y áreas de actuación entre el sector público implicado y los agentes privados que colaboraban en la misma. Ese es el marco en el cual actualmente, el diálogo para el "compromiso equilibrado" con las partes interesadas se está llevando a cabo. Dicho "Compromiso Equilibrado" o The Balanced Compromise:

- Reconoce que establecer el objetivo de usar el 2% del combustible sostenible de aviación en 2025, es una aspiración razonable a estudiar a través de un diálogo entre el regulador y la industria.
- La introducción de un objetivo nacional de suministro negociado con la industria y que sea técnica y económicamente factible, sin incidir negativamente en la competitividad del sector ni creando distorsión del mercado, puede suponer una importante oportunidad de desarrollo de una industria incipiente e impulso de la inversión.
- Requiere ser acompañado de medidas de fomento que favorezcan la investigación, el desarrollo y la innovación en este campo y el posicionamiento de la industria española en el suministro.

Agenda estratégica de investigación

Para lograr estos objetivos de utilización de SAF plasmados en el "Compromiso Equilibrado" planteado por España a sus socios europeos es necesario:

- Cuantificar el potencial de producción nacional y su eficiencia.
- Desarrollar el uso eficiente y rentable de los residuos como materia prima renovable para combustibles sostenibles de aviación, particularmente de aquellos que actualmente se destinan a vertedero o incineración.
- Reducción de costes de materias primas para producción de HEFA (combustibles líquidos a partir de grasas naturales y aceites vegetales hidrogenados) y diversificación de fuentes.
- Empleo de nuevas materias primas y rutas tecnológicas. Desarrollo de nuevas tecnologías de transformación.
- Optimización y reducción de costes en la cadena de suministro e impulso de procesos de producción a escala comercial.
- Análisis de reducción de emisiones efecto invernadero en el ciclo de vida y de efectos sobre la calidad del aire.

Principales Proyectos y Acuerdos entre países:

En junio de 2011, la Comisión Europea, en estrecha coordinación con Airbus, las principales aerolíneas europeas (Air France, KLM, IAG, IATA, BiojetMap, SkyNRG y Lufthansa) y los principales productores europeos de biocombustibles (Mossi Ghisolfi, Neste, Honeywell-UOP, Total y Swedish Biofuels), lanzó el **proyecto “Ruta de vuelo de biocombustibles avanzados”**. Esta iniciativa de toda la industria tuvo como objetivo acelerar la comercialización de biocombustibles de aviación en Europa, con el objetivo inicial de lograr la comercialización de 2 millones de toneladas de SAF para 2020, objetivo que no se alcanzó debido a los desafíos comerciales del suministro a gran escala de SAF.

(https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/20130911_a_performing_biofuels_supply_chain.pdf). La participación por parte de España en la iniciativa la lideró SENASA, empresa pública española, y participaron además por ONERA, Transport & Mobility Leuven y Wageningen UR. El proyecto concluyó con una conferencia de partes interesadas en Bruselas el 27 de noviembre de 2019 y la publicación de un informe que resume sus resultados ([https://www.biofuelsflightpath.eu/images/final-event-presentations/SENASA - FlightPath_proceedings.pdf](https://www.biofuelsflightpath.eu/images/final-event-presentations/SENASA_-_FlightPath_proceedings.pdf)).

También es destacable la participación de entidades españolas en algunos de los proyectos más importantes a nivel europeo para el desarrollo de SAF, como es el caso del **proyecto “Biocombustibles sostenibles avanzados para la aviación”-Bio4A** (www.bio4a.eu), cuyo objetivo es demostrar por primera vez la viabilidad de producción y uso a gran escala industrial de SAF en Europa obtenido a partir de lípidos residuales como el aceite de cocina usado.

El proyecto también investigará el suministro de materias primas sostenibles producidas a partir de cultivos resistentes a la sequía como Camelina, cultivados en tierras marginales en las áreas mediterráneas de la UE. A través de la combinación de biocarbón y otras enmiendas del suelo, será posible aumentar la fertilidad del suelo y su resistencia al cambio climático, mientras que al mismo tiempo se favorece la fijación de carbono en el suelo. BIO4A también probará el uso de SAF en toda la cadena logística a escala industrial y en condiciones de mercado, y finalmente evaluará el desempeño de sostenibilidad ambiental y socioeconómica de toda la cadena de valor. Iniciado en mayo de 2018, BIO4A durará hasta 2022 y lo lleva a cabo un consorcio de siete socios de cinco países europeos.

En el seno de proyectos liderados por entidades nacionales para el impulso en el uso de SAF en España, destacar el **plan estratégico Plan de Acción Climática 2021-2030** (<https://portal.aena.es/es/corporativa/cambio-climatico.html>), publicado en marzo de 2021, que establece las actuaciones a implantar en los próximos años por parte de AENA S.M.E. S.A. en materia de descarbonización y los futuros objetivos asociados a este respecto. Este Plan contempla entre sus líneas estratégicas la participación proactiva del gestor aeroportuario español en el desarrollo de nuevos combustibles sostenibles y su integración en el mundo de la aviación, para lo que se han identificado las acciones siguientes:

- Participación en proyectos de producción de SAF para fomentar su uso por parte de las aerolíneas
- Facilitación de la distribución de SAF en la red de aeropuertos
- Creación de un sistema incentivos para aerolíneas que impulse el consumo de combustibles sostenibles

Otro proyecto digno de destacar es el anunciado por el principal grupo aéreo en España – más del 40% del tráfico según el informe “Datos de tráfico 2020” de AENA -, **International Airlines Group (IAG)**, y que engloba entre otras a Iberia, Vueling, Level y Air Europa. IAG anunció en abril de 2021 que su objetivo es operar el 10% de sus vuelos utilizando combustibles sostenibles de aviación (SAF) para 2030 (<https://grupo.iberia.es/news/22042021/las-aerolneas-de-iag-operarn-el-10-de-sus-vuelos-con-combustibles-sostenibles-en-2030>), para lo que estima abastecerse de un millón de toneladas de combustible sostenible anualmente.

Por parte de los productores, cabe destacar el de la principal compañía petrolera en España, **Repsol**, que, a finales del mes de noviembre de 2020, presentó su plan estratégico para el periodo 2021-2025, en el que invertirá un total de 18.300 millones de euros en el próximo lustro para acelerar su plan de transformación hacia una compañía cero emisiones netas y ser protagonista en la transición energética.

Asimismo, el grupo también construirá en su refinería de Cartagena la primera planta de biocombustibles avanzados de bajas emisiones de España, con capacidad para producir 250.000 toneladas al año de hidrobiodiésel, SAF, bionafta y biopropano.

Adicionalmente, Repsol ya ha puesto en marcha en Bilbao la construcción de una planta piloto – con capacidad de 10.000 toneladas anuales ampliables - de producción de combustibles sintéticos Power-to-Liquid cero emisiones netas, que será fabricado a partir de hidrógeno renovable y CO2 capturado en su cercana refinería de Petronor. La planta estará operativa en 2024.

La producción de queroseno de aviación sostenible a partir de agua y aire alimentado por electricidad renovable, mediante la división de las moléculas de CO2, la formación de gas de síntesis y la síntesis de Fischer-Tropsch se estudia en el **PROYECTO KEROGREEN** (www.kerogreen.eu), que es una Acción de Investigación e Innovación (RIA) llevada a cabo por seis socios de cuatro países europeos con el objetivo de desarrollar y probar una ruta de conversión innovadora para la producción de SAF a partir de agua y aire alimentados por electricidad renovable. Este enfoque reduce la emisión total de CO2 al crear un ciclo de combustible de carbono cerrado y, al mismo tiempo, crea una capacidad de almacenamiento de energía a gran escala a largo plazo que fortalecerá la seguridad energética de la UE y permitirá la creación de un sector de transporte sostenible. La duración prevista del proyecto es de abril de 2018 a marzo de 2022.

El **proyecto “Combustible Sostenible para Aviones a partir de distintas biomásas residuales”, FlexJET** (www.flexjetproject.eu) es un proyecto de cuatro años de duración que tiene como objetivo la diversificación de la materia prima para SAF más allá de los aceites y grasas vegetales, considerando el biocrudo producido a partir de una amplia gama de residuos orgánicos. Esta es también una de las primeras tecnologías en utilizar hidrógeno verde de la materia prima residual procesada para el proceso de refinación posterior, maximizando así el ahorro de gases de efecto invernadero. El proyecto tiene como objetivo construir una planta de demostración para un uso de 12 t/día de residuos urbanos y 4000 l/día de aceite de cocina usado (UCO), producir hidrógeno para refinar mediante la separación del gas de síntesis basada en la tecnología de absorción por oscilación de presión, y finalmente entregar 1200 toneladas de SAF para vuelos comerciales a British Airways. El consorcio con 13 organizaciones asociadas ha reunido a algunos de los principales investigadores, proveedores de tecnología industrial y expertos en energías renovables de toda Europa. El proyecto tiene una duración total de 48 meses desde abril de 2018 hasta marzo de 2022.

El **proyecto de “producción de biocombustibles a partir de fermentación de gas de síntesis para uso marítimo y de aviación”, BioSFerA** (<https://biosfera-project.eu>) tiene como objetivo validar una ruta combinada termoquímica y bioquímica para desarrollar tecnología a rentable para producir combustibles sostenibles de aviación y marítimos. Al final del proyecto, los biocombustibles marítimos y de aviación de próxima generación, completamente derivados de la biomasa de segunda generación, serán producidos y validados por socios industriales a escala piloto. El proyecto llevará a cabo una evaluación completa de la cadena de valor que dará como resultado un análisis final para definir un camino para la introducción en el mercado del concepto del proyecto. Algunas evaluaciones transversales realizadas sobre todos los procesos probados y validados completarán los resultados del proyecto desde el punto de vista económico, ambiental y social. El proyecto lo lleva a cabo un consorcio de 11 socios de 6 países europeos y su duración prevista es del 1 de abril de 2020 al 31 de marzo de 2024.

El **proyecto Black Liquor to Fuel-BL2F** (<https://www.bl2f.eu>) utilizará "Black Liquor" para crear un biocombustible limpio y de alta calidad. El licor negro es un producto secundario de la industria de la fabricación de pasta química que se puede transformar en combustible, lo que reduce los desechos y proporciona una alternativa a los combustibles fósiles. Lanzado en abril de 2020, BL2F desarrollará un proceso integrado de “Licuefacción hidrotermal” (HTL) en las plantas de celulosa, el primero en su tipo, lo que reducirá las emisiones de carbono durante la creación del combustible intermedio, que habrá de ser tratado en las refinerías de petróleo para acercarlo a los productos finales y proporcionar una materia prima para combustibles marítimos y de aviación. BL2F tiene como objetivo contribuir a una reducción

del 83% de CO2 emitido en comparación con los combustibles fósiles. El significativo despliegue de los procesos desarrollados por BL2F, podría producir más de 50 mil millones de litros de biocombustibles avanzados para 2050. El proyecto reúne a 12 socios de 8 países de Europa y su duración prevista es del 1 de abril de 2020 al 31 de marzo de 2023.

El consorcio “Fuel via Low Carbon Integrated Technology from Ethanol-FLITE” (<https://cordis.europa.eu/project/id/857839>) propone ampliar el suministro de combustible para aviones de bajo carbono en Europa mediante el diseño, la construcción y la demostración de una innovadora tecnología Alcohol-to-Jet (ATJ) a base de etanol en un Unidad de Producción Avanzada ATJ (ATJ-APU). El ATJ-APU producirá mezclas para reactores a partir de etanol no alimentario con reducciones de GEI de más del 70% en comparación con el jet convencional. El Proyecto demostrará más de 1000 horas de operaciones y la producción de más de 30.000 toneladas métricas de combustible de aviación sostenible. La diversidad de fuentes de etanol ofrece el potencial de producir SAF a un coste competitivo, acelerando la adopción por parte de las aerolíneas comerciales y allanando el camino para la implementación. El proyecto lo lleva a cabo un consorcio de cinco socios de seis países europeos y su duración prevista es desde el 1 de diciembre de 2020 hasta el 30 de noviembre de 2024.

El proyecto Take-Off (<https://cordis.europa.eu/project/id/101006799>) impulsado por la industria que tiene como objetivo impulsar la producción de SAF a partir de CO2 e hidrógeno. La exclusiva tecnología TAKE-OFF se basa en la conversión de CO2 y H2 en SAF a través del etileno. Sus socios industriales se asociarán con grupos de investigación para ofrecer un proceso altamente innovador que produce SAF a costos más bajos, mayor eficiencia energética y mayor eficiencia de carbono para el producto crudo de combustible para aviones que el actual proceso de referencia Fischer-Tropsch. Los actores industriales clave de TAKE-OFF deberían permitir la demostración de la cadena de tecnología completa, utilizando CO2 capturado industrialmente e hidrógeno producido electrolíticamente. Las actividades de demostración proporcionarán datos valiosos para análisis técnicos, económicos y ambientales completos con una perspectiva de las fábricas químicas del futuro. El proyecto lo lleva a cabo un consorcio de nueve socios de cinco países europeos y su duración prevista es desde el 1 de enero de 2021 hasta el 24 de diciembre de 2024.

Además, existen los siguientes **acuerdos bilaterales** entre países:

Acuerdo Bilateral: España – México: España y México suscribieron en 2010 un Convenio Marco de colaboración en materia de aviación civil, transporte aéreo, seguridad operacional y sostenibilidad. En el marco de dicho convenio, se realizó el primer vuelo con carburante sostenible de aviación en México en 2011, impulsado por la compañía Interjet.

Acuerdo Bilateral: España – Italia: Las autoridades nacionales española e italiana, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y el Ente Nazionale per l’Aviazione Civile (ENAC), junto con el organismo Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica (SENASA) firmaron el 24 de junio de 2011 un memorando de entendimiento para desarrollar iniciativas conjuntas de apoyo al uso y producción sostenible de nuevos combustibles sostenibles para la aviación.

Acuerdo Bilateral: España – Estados Unidos (EEUU): España y Estados Unidos firmaron el 11 de febrero de 2013 un acuerdo de cooperación sobre el desarrollo de biocombustibles para aviación. Con este acuerdo, se refuerzan los programas emprendidos por ambos países con industrias e instituciones para el desarrollo de combustibles alternativos al queroseno jet-A1.

Reducción de emisiones

Análisis de las posibilidades de reducción de emisiones a través de la mejora en la eficiencia energética en la operatividad de los aviones.

Según datos de The International Council on Clean Transportation (ICCT) (<https://theicct.org/>), el 81% de las emisiones en aviación corresponden al transporte de pasajeros y el resto al transporte aéreo de mercancías.

Según esta misma fuente, la distribución a nivel mundial de los vuelos es la siguiente:

- Un tercio corresponde a vuelos de menos de 1500km.
- Un tercio es originado por vuelos de entre 1500 y 4000km.
- El tercio restante procede de vuelos de más de 4000km.

La intensidad de carbono de los vuelos de media y larga distancia varió entre 75 y 95 gCO₂/pasajero-km. En los vuelos cortos, este factor aumentó un 35% (110 gCO₂/pasajero-km) y se duplicó en vuelos de menos de 500km, hasta alcanzar un valor promedio de 155 gCO₂/pasajero-km. Tal cifra se justifica por el consumo adicional de combustible requerido en el despegue frente al consumido en ruta y al empleo de aviones menos eficientes en dichas rutas cortas.

Las emisiones de CO₂ generadas por el tráfico aéreo no dependen tan solo de la distancia recorrida, sino también de otros factores como la tecnología del avión y sus motores, la composición del combustible, la ocupación del avión y la gestión del tráfico y las operaciones aéreas.

Como se ha visto en los apartados anteriores, ya existe un marco regulatorio para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero bajo el amparo de la ICAO (Organización Internacional de Aviación Civil), un organismo de las Naciones Unidas. La ICAO ha acordado dos metas para el sector de la aviación internacional: la primera de ellas persigue una mejora de la eficiencia del 2% anual hasta 2050. La segunda pretende alcanzar un crecimiento neutro en carbono (Carbon Neutral Growth) a partir de 2020.

Para contribuir a la consecución de dichas metas la organización ha identificado las siguientes medidas:

- Mejoras tecnológicas de aviones y motores para reducir su consumo y la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mejoras de la gestión del tránsito aéreo y operacionales.
- Desarrollo y utilización de combustibles sostenibles de aviación (SAF, Sustainable Aviation Fuel).
- Implementación de un plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional (CORSIA, Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation). Esta medida persigue compensar las emisiones de CO₂ procedentes de la aviación internacional con el fin de estabilizar los niveles de dichas emisiones a partir de 2020. Los estados miembros de ICAO adheridos a CORSIA deben asegurarse de que sus operadores aéreos cumplan los requisitos de compensación.

Dentro del esquema CORSIA, un operador puede elegir para reducir sus requerimientos de compensación de emisiones dos tipos de combustibles: el combustible de aviación sostenible y el combustible de aviación bajo en carbono. En el primer caso, se trata de un combustible de origen renovable o derivado de residuos que cumple con los criterios de sostenibilidad CORSIA. Para poder incluir un combustible

dentro de esta categoría, se tiene en cuenta toda la cadena de valor, desde las materias primas utilizadas para su fabricación hasta el proceso de transformación de las mismas. Debe obtenerse un certificado de sostenibilidad. En el segundo caso, se trata de un combustible de aviación de origen mineral que cumple con los criterios de sostenibilidad CORSIA. En el punto anterior del presente informe se ha dado ampliada cuenta de este tema.

Los Estados miembros europeos apoyan plenamente el trabajo del Comité de Protección Ambiental de la Aviación (CAEP) de la OACI en el desarrollo y actualización de las normas de emisiones de aeronaves, en particular la Norma de CO₂ para aeronaves de la OACI adoptada por la OACI en 2017, y en la que Europa contribuyó a su desarrollo a través de la Agencia de Seguridad Aérea (EASA), organismo que está totalmente comprometido con su implementación en Europa y la necesidad de revisar la norma de forma regular a la luz de los desarrollos en la eficiencia del combustible de los aviones. EASA ha apoyado el proceso para integrar este estándar en la legislación europea (Reglamento 2018/1139) aplicable desde el 1 de enero de 2020 para nuevos tipos de aeronaves.

Iniciativas Europeas:

Clean Sky (<http://www.cleansky.eu/>) es una iniciativa común de la UE que tiene como objetivo desarrollar y abrir paso a “tecnologías limpias” para el transporte aéreo. Esta iniciativa común está integrada por asociaciones público-privadas creadas por la Unión Europea para el desarrollo de los programas de investigación de la UE, que contribuirán a las prioridades ambientales y sociales estratégicas de Europa, y al mismo tiempo, promoverán la competitividad y el crecimiento económico sostenible.

La primera Empresa Común Clean Sky (Clean Sky 1 - 2011-2017) tuvo un presupuesto de 1.600 millones de euros, asumidos conjuntamente por la Comisión Europea y la industria aeronáutica, cuyo objetivo era desarrollar tecnologías respetuosas con el medio ambiente que afectaran a todos los segmentos de vuelo de la aviación comercial. De forma concreta, dichos objetivos eran reducir las emisiones de CO₂ de las aeronaves en un 20-40%, las emisiones de NO_x en aproximadamente un 60% y el ruido en hasta 10 dB en comparación con las aeronaves del año 2000.

A esta primera fase le continuó la denominada Clean Sky 2 - 2014-2024, cuyo objetivo es reducir las emisiones y el ruido de las aeronaves entre un 20% y un 30% con respecto a las últimas tecnologías que entraron en servicio en 2014. El presupuesto actual del programa es de aproximadamente 4.000 millones de euros.

Las dos evaluaciones intermedias de Clean Sky en 2011 y 2013 reconocieron que el programa está estimulando con éxito los avances hacia los referidos objetivos ambientales, confirmando la capacidad de lograr los objetivos generales al finalizar el programa.

Las principales áreas de Investigación y Desarrollo Tecnológico (RTD por sus siglas en inglés) bajo Clean Sky 2 son:

- Grandes aeronaves de pasajeros: demostración de las mejores tecnologías para lograr los objetivos medioambientales al tiempo que se satisfacen las necesidades futuras del mercado y se mejora la competitividad de los productos futuros.
- Aviones de ámbito regional: demostración y validación de tecnologías clave que permitirán que una aeronave turbohélice de hasta 90 asientos ofrezca un rendimiento económico y medioambiental revolucionario y una experiencia superior para los pasajeros.
- Fast Rotorcraft: Demostración de nuevas tecnologías de conceptos de helicópteros (rotor basculante y helicópteros compuestos) para ofrecer una versatilidad y un rendimiento superiores de estas aeronaves.
- Fuselaje: demostrando los beneficios de estructuras de fuselaje avanzadas e innovadoras (como un ala más eficiente con flujo laminar natural, superficies de control optimizadas, sistemas de control y sistemas embebidos, altamente integrados en estructuras metálicas

y compuestas avanzadas). Además, se investigarán y probarán nuevas estrategias de integración de motores y estructuras de fuselaje innovadoras.

- Motores: Validación de arquitecturas de motores avanzadas y más radicales.
- Sistemas: demostrando las ventajas de aplicar nuevas tecnologías en áreas importantes como gestión de potencia, cabina, ala, tren de aterrizaje, etc. para abordar las necesidades de una futura generación de aeronaves en términos de maduración, demostración e innovación.
- Transporte aéreo de corto radio: Demostrando las ventajas de aplicar tecnologías clave en demostradores de aviones pequeños para revitalizar un segmento importante del sector aeronáutico que puede traer nuevas soluciones de movilidad.
- Diseño ecológico: Coordinar la investigación orientada a un alto cumplimiento ecológico de las aeronaves durante su vida útil y mejorar su gestión en base a una reutilización inteligente, reciclaje y servicios avanzados.

Perspectivas de futuro:

Con el programa Horizonte 2020 llegando a su fin en 2020, la Comisión Europea ha adoptado una propuesta para crear una nueva Empresa Común en el marco del programa Horizonte Europa (2021-2027). La Asociación Europea para la Aviación Limpia (EPCA) (<https://clean-aviation.eu/>) seguirá los pasos de CleanSky2. La contribución de la UE propuesta es nuevamente de 1.700 millones de euros. La comunidad de partes interesadas ya ha formulado una Agenda de Investigación e Innovación Estratégica (SRIA), que está destinada a servir como base de la asociación una vez establecida.

Sujeto a las disposiciones finales de la asociación y la asignación presupuestaria de la UE, las partes interesadas de la industria han propuesto un compromiso de 3 000 millones de euros por parte del sector privado.

Objetivos generales de EPCA:

- i. Contribuir a reducir la huella ecológica de la aviación acelerando el desarrollo de tecnologías de aviación climáticamente neutrales para un despliegue lo antes posible, contribuyendo así de forma significativa a la consecución de los objetivos generales del Pacto Verde Europeo, en particular en relación con la reducción de Objetivo de reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero en toda la Unión de al menos el 55% para 2030, en comparación con los niveles de 1990 y un senda y estrategia para alcanzar la neutralidad climática para 2050.
- ii. Velar por que las actividades de investigación e innovación relacionadas con la aeronáutica contribuyan a la competitividad sostenible mundial de la industria de la aviación de la Unión, y garantizar que las tecnologías de aviación climáticamente neutrales cumplen los requisitos de seguridad de la aviación pertinentes, para que el transporte aéreo siga siendo un medio seguro, confiable, rentable y eficiente de transporte de pasajeros y carga.

Objetivos específicos:

- i. Integrar y demostrar innovaciones tecnológicas de aeronaves disruptivas capaces de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en no menos del 30% para 2030, en comparación con la tecnología de punta de 2020, al tiempo que facilite el terreno hacia una aviación climáticamente neutra para 2050.
- ii. Asegurar que la preparación tecnológica y potencial industrial de las innovaciones pueda respaldar el lanzamiento de nuevos productos y servicios disruptivos para 2035, con el objetivo de reemplazar el 75% de la flota operativa en 2050 y el desarrollo de un sistema de aviación europeo innovador, fiable, seguro y rentable que sea capaz de cumplir el objetivo de la neutralidad climática para 2050.

- iii. Ampliar y fomentar la integración de las cadenas de valor de la investigación y las innovaciones de la aviación climáticamente neutrales, incluidos el mundo académico, las organizaciones de investigación, la industria y las PYME, también aprovechando las sinergias con otros programas nacionales y europeos relacionados.

Líneas de Acción para mejorar la eficiencia:

Respecto al desarrollo de tecnologías relacionadas con las aeronaves, cabe resaltar en este sentido, que España concentra una importante capacidad de desarrollo e innovación en materia aeronáutica, siendo especialmente relevante que los dos principales constructores aeronáuticos a nivel mundial dispongan de polos de investigación en territorio nacional a través del Boeing Research & Technology Europe, ubicado en Madrid y el recientemente inaugurado campus industrial Futura de Airbus, establecido en Getafe y que cuenta con un alto grado de digitalización.

En Septiembre de 2020, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea presentó el primer Libro blanco de I+D+i sobre la sostenibilidad de la aviación en España (https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/AVIACI%C3%93N_LibroBlanco%20sostenibilidad%20_2020_FINAL_SEPT2020.pdf), en donde se identifican siete áreas de trabajo prioritarias en el ámbito de la innovación e investigación de cara a los retos medioambientales del sector, y en el que expertos de reconocido prestigio del sector evalúan y proponen potenciales soluciones a cada una de dichas temáticas.

1. Renovación de Flotas

Esta medida se está promocionando tanto a nivel estatal como a nivel privado por parte de las compañías aéreas mediante la incorporación a sus flotas de los aviones más eficientes, avanzados y silenciosos del mercado, tales como A350-900 y A320neo o los B787-8 y B-789, que han promovido una reducción significativa de las emisiones asociadas a la actividad. Así por ejemplo la compañía Iberia en su Informe de Sostenibilidad del año 2019 (<https://grupo.iberia.es/sustainability/reports>) cuantifica la disminución de emisiones desde 82,25 gCO₂/pasajero-km en el año 2017 a 78,77 gCO₂/pasajero-km en el año 2019. Y por poner un ejemplo en el transporte de mercancías, la compañía Air Europa indica en su Informe de Sostenibilidad del año 2019 (https://www.aireuropa.com/airstatic/contents/Informe%20de%20Sostenibilidad%202019.pdf?fbclid=IwAR2KzQBPVNIYLE5mjib6_kmA20AQfLBFDPbNu5JJSvX9NZqP6zbf1Rfr8_0) una disminución de energía unitaria desde los 2,8 kWh/ton-km en el año 2016 hasta los 2,45 kWh/ton-km en el año 2019.

2. Innovaciones Tecnológicas Disruptivas en las Aeronaves:

2.1. Hidrógeno Verde para la Propulsión de Aeronaves

El uso del hidrógeno como combustible para aviones ofrece la posibilidad de eliminar completamente las emisiones de CO₂ durante el vuelo. Por ello, este prometedor vector energético se presenta como una de las principales alternativas para sustituir al tradicional queroseno de aviación, junto con los motores eléctricos alimentados por baterías y los combustibles sostenibles de aviación. Existen dos modelos de propulsión de aviones a través de hidrógeno: el primero consiste en usar el hidrógeno para producir energía eléctrica a través de pilas de combustible y así alimentar a un motor eléctrico; el segundo modelo de propulsión se basa en la combustión directa de hidrógeno en motores de combustión interna similares a los que actualmente tienen los aviones.

En este ámbito, cabe destacar que Boeing realizó en España el primer vuelo a nivel mundial de una aeronave con una pila de hidrógeno en 2008, en una batería de pruebas que tuvieron lugar en el aeródromo de Ocaña, al sur de Madrid (https://www.boeing.com/news/frontiers/archive/2008/may/ts_sf04.pdf). También en España, desde 2019 se está llevando a cabo un proyecto experimental llamado HEAVEN (<https://heaven-fch-project.eu/index.php/about-us/>), que está desarrollando un tren motriz para hacer girar las hélices a gran velocidad utilizando energía eléctrica, junto con sistemas de almacenamiento de hidrógeno líquido. Este será el primer sistema de almacenamiento de hidrógeno líquido operativo para aviones en Europa, que

se conectará con una pila de combustible y un motor eléctrico, y luego se hará volar en una prueba de vuelo.

Finalmente, señalar que España lanzó en 2020 la “Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), que marca objetivos nacionales de implantación del hidrógeno renovable a 2030, y establece medidas para el impulso del uso del hidrógeno renovable como materia prima para combustibles sostenibles de aviación o directamente como combustible en aeronaves de nuevo diseño.

2.2. Aeronaves Regionales Eléctricas

El transporte aéreo de emisiones de CO₂ nulas derivado de la electrificación de las aeronaves contribuye a la aceleración de la transición ecológica en el sector y al objetivo europeo de neutralidad climática en 2050. Un creciente número de proyectos se centra en el potencial de construir aviones regionales que transporten docenas de pasajeros en distancias de varios cientos de kilómetros. La aerolínea puede así reducir su dependencia del combustible, además de reducir los costes de mantenimiento al tener los sistemas eléctricos menos partes mecánicas que sufran desgaste.

En este sentido, a nivel nacional, cabe el proyecto anunciado en el año 2021 por el consorcio formado por Volotea, Air Nostrum y Dante Aeronautical, que persigue el desarrollo de una aeronave 100% eléctrica en el ámbito de los proyectos financiados por el Fondo Europeo de Recuperación (http://www.danteaeron.com/wp-content/uploads/2021/03/20210317_Volotea-AirNostrum-DanteAeronautical_NdP.pdf). La iniciativa plantea la reconversión y electrificación de flotas de aeronaves de corto y medio alcance como medida para conseguir un transporte aéreo regional más sostenible en España.

De forma adicional, a principios de año, Isla Air Express, operador regional de hidroaviones en las Islas Baleares y Dante Aeronautical anunciaron el inicio de trabajos conjuntos en vistas de la futura electrificación de la motorización de los hidroaviones que la aerolínea utilizará para conectar las Islas Baleares (<https://actualidad aeroespacial.com/isla-air-express-y-dante-aeronautical-desarrollaran-la-motorizacion-electrica-de-hidroaviones/>).

2.3. Aerotaxis Autónomos.

A través del Plan Estratégico Plan de Vuelo 2025, ENAIRE – el gestor de navegación aérea español– pretende desarrollar nuevas tecnologías digitales que permitan el desarrollo de los servicios U-Space en España, que inciden directamente en la actividad de los drones y los futuros vehículos voladores o aerotaxis. De hecho, en 2021, Airbus y ENAIRE firmaron un acuerdo para el I+D+i en el ámbito aeroespacial, con especial énfasis en los drones y aerotaxis autónomos.

Eficiencia en la Operación

Tal y como se indica en el Plan de acción del sector aéreo en España son varias las iniciativas puestas en marcha por los diferentes operadores de aeronaves con respecto a la mejora operacional, encaminadas a la reducción del uso de combustible, la reducción de las emisiones en las operaciones vuelo y en tierra, y a la mejora de la eficiencia de estos operadores.

En este sentido, en el ámbito de la eficiencia operativa, una de las herramientas esenciales de todos los operadores aéreos para garantizar el consumo responsable de combustible, son las iniciativas de eficiencia operativa que desarrollan y monitorean anualmente. Con estas iniciativas se pretende optimizar el consumo de combustible durante todas las fases del vuelo, desde las fases de estacionamiento en el aeropuerto y taxi hasta la fase de vuelo, despegue y aproximación, sin impactar en la calidad y seguridad de los vuelos de las compañías.

A continuación, se describen una serie de iniciativas puestas en marcha por los operadores aéreos con respecto a la eficiencia operacional:

- Puesta en funcionamiento de sistemas de monitoreo de combustible, por ejemplo, en la aerolínea Air Europa, en donde se ha desarrollado una aplicación de análisis de datos de los consumos de combustible y emisiones asociadas (Smart Fuel), o el caso de la compañía Iberia, que cuenta con la herramienta GoDirect Flight Efficiency desarrollada por Honeywell. Este tipo de herramientas permiten un seguimiento e identificación de oportunidades de ahorro de combustible y emisiones asociadas.
- Con la implantación de A-CDM o CDM (Airport Collaborative Decision Making o Collaborative Decision Making) en los aeropuertos de Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat y Palma de Mallorca, se pretende mejorar la eficiencia general de las operaciones aeroportuarias. Para ello, esta iniciativa facilita el uso compartido de información actualizada de carácter operativo, lo que redundará en una optimización de los tiempos de rodaje y, por tanto, en un menor consumo de combustible y la disminución de las emisiones generadas.
- Coordinación con ATC (Air Traffic Controller) para implementar y/o realizar trayectorias optimizadas. Dentro de estas iniciativas operacionales se encuentran las operaciones de descenso continuo (CDO por sus siglas en inglés) o el taxi con un solo motor (SETI/SETO).
- Implantación de sistemas para la optimización del vuelo, como por ejemplo el implantado por el operador aéreo Iberia, quien a través de su sistema NIMBUS, se identifica el nivel de vuelo óptimo o con la optimización del combustible al aeropuerto alternativo mediante las mejoras en la política de aeropuertos alternativos más cercanos.
- Reducción del uso de la Unidad de Energía Auxiliar (APU por sus siglas en inglés) de la aeronave, que se utiliza para suministrar al avión la energía necesaria para su arranque, fomentando al máximo el uso de las instalaciones de tierra de GPU (Ground Power Unit) evitando así el consumo de combustible del avión. Además, reduciendo el uso de APU no solo se reduce el consumo de combustible, sino que también el impacto acústico de las operaciones vuelo en las zonas aeroportuarias.
- En este sentido, y en base a la Memoria de Responsabilidad Corporativa 2019 de AENA, actualmente, el 100% de los puestos de estacionamiento en pasarela ya cuentan con sistema de suministro eléctrico a 400 Hz y está prevista la implantación de nuevas tomas, así como la reposición y sustitución de equipos antiguos de manera que en 2030 los aeropuertos contarán con 470 puntos de suministro eléctrico a 400 Hz para aeronaves.

De forma adicional, son diversas las medidas implantadas por los operadores aéreos encaminadas a reducir el peso transportado a bordo, entre los que se encuentra la eliminación de dispositivos prescindibles, la instalación de asientos, trolleys o la sustitución de viejos bastidores de cocina por otros más ligeros, la aplicación de nuevos sistemas de pintura, el ajuste de la cantidad de agua potable a bordo, la introducción del género de los pasajeros en las reservas de los vuelos, el centrado del avión, etc.

El objetivo final de este conjunto de medidas es reducir el consumo de combustible de las aeronaves y las emisiones asociadas, destacándose a continuación algunas de las más novedosas incorporadas por algunas de las compañías españolas:

- Sustitución de las carteras de documentación que llevan los pilotos a bordo, reduciendo de media 60 kilos de peso por vuelo. Esta iniciativa (Electronic Flight Bag) junto con la puesta en marcha de la prensa digital han permitido reducir el peso que se carga en el avión y consecuentemente el consumo de combustible y emisiones de CO₂.
- Otras medidas son por ejemplo las implantadas por la aerolínea Air Europa (https://www.aireuropa.com/airstatic/contents/Informe%20de%20Sostenibilidad%202019.pdf?fbclid=IwAR2KzQBPNiYLE5mjjb6_kmA20AQfLBFDPbNu5JJSvX9NZqP6zbf1Rfr8_0), que está llevando a cabo la retirada los raíles de Crew Rest A330-200, reduciendo el peso de las aeronaves

y disminuyendo así su consumo y emisiones, o la sustitución de las moquetas de los aviones por unas más ligeras, que reducen el peso del avión.

Eficiencia en la gestión del tránsito aéreo y el uso de la infraestructura:

El sector aéreo en España está implementando y evaluando medidas de gestión del tránsito aéreo y del uso de su infraestructura, principalmente integradas en el marco del proyecto SESAR (Single European Sky ATM Research) que aborda la dimensión tecnológica del cielo único europeo, validando y desplegando soluciones tecnológicas y operativas innovadoras para gestionar el tráfico aéreo de una manera más eficiente.

El programa de investigación SESAR se desarrolla en fases sucesivas, SESAR 1 (de 2008 a 2016), SESAR 2020 (2016-2022) y SESAR 3 (a partir de 2022), y está centrado en cuatro áreas claves, identificadas como los Servicios ATM de red optimizados, Servicios de tránsito aéreo avanzados, Operaciones aeroportuarias de alto rendimiento y la futura infraestructura de aviación.

Durante los últimos diez años, SESAR ha trabajado para mejorar la huella ambiental de la gestión del tráfico aéreo, desde las emisiones de CO₂ y no CO₂, hasta el ruido y la calidad del aire local. El programa está examinando cada fase de vuelo y uso del espacio aéreo y viendo qué tecnologías se pueden usar para eliminar las ineficiencias del combustible. También está invirtiendo en el intercambio de datos sincronizados de las operaciones en tierra y en aire para garantizar el máximo impacto.

En el Catálogo de Soluciones SESAR, se incluyen por ejemplo aquellas relativas a la optimización de la separación por estela turbulenta en llegadas y salidas, el uso optimizado de la configuración de la pista para varios aeropuertos, la integración optimizada de los flujos de tráfico de llegada y salida para aeropuertos de pista única y múltiple, permitir que las aeronaves vuelen su trayectoria óptima y, por lo general, la más eficiente en combustible (ruta libre). Estas medidas tienen como objetivo la mejora en la eficiencia de combustible de hasta 500 kg de ahorro promedio de combustible por vuelo. En SESAR, se considera un valor de referencia para el consumo de combustible de 5.280 kg por vuelo en el ámbito geográfico de ECAC (incluida la región oceánica).

Navegación Basada en Prestaciones (PBN)

En octubre de 2020 el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana publicó la “Política y Estrategia para la Implantación de la PBN en España” (https://prod.fomento.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/politica_y_marco_estrategico_pbn_espania_2020.pdf), por la que se establecen los criterios y directrices para la implantación en España, de la Navegación Basada en Prestaciones exclusivamente para el ámbito de la aviación civil. Adicionalmente, define la política y establece el marco de referencia para su implantación, de acuerdo con las estrategias internacionales.

El “Plan de Transición PBN” elaborado por ENAIRE y revisado por la Autoridad Competente de España (CIDETMA)

(https://prod.fomento.gob.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos/pbn_transitionplanspain.pdf) español cumple con este objetivo, a la vez que sienta las bases para los otros dos vectores de cambio derivados de la implantación del concepto PBN: la racionalización de radioayudas a la navegación y el cumplimiento de los objetivos medioambientales.

Para los usuarios del espacio aéreo, el despliegue de la PBN hará posibles rutas más directas, flexibles y eficientes, a la vez que se reduce la necesidad de mantener rutas y procedimientos en función de sensores específicos, con sus consiguientes costos asociados.

Plan de vuelo 2025 (ENAIRE)

La mejora de la capacidad y la eficiencia del espacio aéreo es una de las prioridades de este plan estratégico, lanzado en el año 2017 (<https://www.enaire.es>). Se ha desarrollado el denominado Plan de Sostenibilidad Medioambiental cuyo objetivo principal es la adopción de medidas de mejora que contribuyan a la reducción de emisiones contaminantes, mitigación del ruido y mejora de la eficiencia energética del sector, para lo que se contemplan entre otras, las siguientes acciones:

- Estudio de las rutas más ineficientes y elaboración de planes de mejora para hacerlas más directas reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones.
- Implantación de maniobras de aproximación más eficientes, prestando especial atención a los aeropuertos de Madrid y Barcelona.
- Mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de ENAIRE y estudio e implantación gradual del uso de energías renovables en los Centros de Control.

Actualmente ENAIRE está elaborando su nuevo Plan Estratégico: el Plan de Vuelo 2025, el cual, ante el nuevo panorama y la profunda transformación que se está produciendo en el sector de la navegación aérea europea, promoverá este proceso de modernización y transformación del espacio aéreo español. Los beneficios que hasta 2020 ha tenido la implantación del Plan de Vuelo han sido el ahorro de 223.500 toneladas de CO₂ (71.000 toneladas menos de combustible) debido a 6,45 millones de millas náuticas voladas evitadas por una mejor gestión del tráfico.

Plan de Acción Climática 2021-2030 de AENA

El plan estratégico Plan de Acción Climática 2021-2030 (<https://portal.aena.es/es/corporativa/cambio-climatico.html>), publicado en marzo de 2021, permitirá en 2026 alcanzar la neutralidad de carbono y en el camino hacia la consecución del Net Zero en 2040 se obtendrá una reducción del 94% en 2030 de las emisiones por pasajero asociadas a las operaciones propias de Aena (Emisiones de Alcance 1 (consumo de Combustibles) y Alcance 2 (consumo de electricidad y de energía de cogeneración)). El desarrollo de este plan supone unas inversiones cercanas a 550M € (periodo 2021-2030).

Adicionalmente, el PAC contempla como objetivos que en el periodo 2021-2025 el tiempo adicional de Taxi-out medio - medida de ineficiencia en la fase de rodaje de salida del aeropuerto (minutos/salida) -, así como el tiempo adicional en ASMA - tiempo en cola de llegadas del tráfico entrante, durante los períodos de congestión en aeropuertos que se mide como la diferencia entre el tiempo real en el ASMA de un vuelo y un tiempo en el ASMA sin impedimentos en períodos de baja demanda de tráfico (minutos/llegada) - de los cinco grandes aeropuertos españoles (Madrid, Barcelona, Palma, Málaga y Gran Canaria) será inferior al de los cinco grandes aeropuertos europeos (Londres-Heathrow, Amsterdam-Schiphol, Frankfurt-Main, Paris-Charles de Gaulle y Roma-Fiumicino).

Además, este Plan contempla una apuesta decidida por el uso de SAF planteando un consumo en la red AENA de 2,6% en 2026 y 4,6% en 2030. Además, pretende definir la "Estrategia de Hidrógeno de AENA" antes de 2026 que definirá los requisitos de uso de combustible en vehículos ground handling implementando estos vehículos y las hidrogeneras necesarias en 2030. Tener definido un programa de ranking de compañías ligado al uso de flota sostenible en aviación antes de 2024. Desde el punto de vista de la eficiencia en operatividad se pretende implementar la telemetría para mejorar los consumos en 7 aeropuertos en 2026, la implementación de A-CDM (Airport Collaborative Decision Making) en 5 grandes aeropuertos en 2026 y 12 aeropuertos con torres avanzadas en el periodo 2021-2026. Respecto a la electrificación de vehículos ground handling, se prevé la instalación de 250 puntos de recarga en 2026 y 900 más en 2030.

Repercusiones de la aviación a nivel nacional

Análisis del impacto sobre la salud de las repercusiones de la aviación a nivel nacional, considerando emisiones de agentes contaminantes, su afcción a la calidad del aire y la contaminación acústica.

Contaminación acústica

En las aeronaves, el flujo de aire a través del fuselaje del avión, que es necesario para la sustentación durante el vuelo, provoca turbulencias que son fuentes generadoras de ruido. En ubicaciones específicas del avión como en las turbinas, las grandes diferencias de presión y temperatura, producen discontinuidades en los flujos de aire lo cual también produce grandes cantidades de ruido. Existen otros tipos de generadores de ruido, como los alerones y el tren de aterrizaje, lo que a su vez aumenta el número de fuentes de ruido.

La sordera ocupacional, está incluida dentro de la lista de enfermedades profesionales de la OIT referida como “Deterioro de la audición causada por ruido”, la cual conlleva a ser un grave problema. Una excesiva exposición al ruido puede desencadenar trastornos acústicos, psicológicos y cardiovasculares, lo que se traduce en poca productividad, ausentismo laboral aumento del gasto en salud, conflictos familiares, baja autoestima, hasta pérdida del empleo. La exposición al ruido no solo causa alteraciones en la audición de los trabajadores, sino que afecta la salud de forma sistémica (aumento de la frecuencia cardiaca, vasoconstricción periférica como consecuencia del aumento de la presión arterial, aceleración de la respiración, alteraciones hormonales, disminución de la función intestinal, midriasis, estrés, insomnio, disminución de las defensas.

Los niveles sonoros del orden de 110 a 120 dB producen sensación de molestia, de 120 a 140 dB de cosquilleo en el oído, de 140 a 150 dB dolor y por encima de este nivel, daño inmediato al oído¹. Los estímulos sonoros fuertes producen una vasoconstricción a distintos niveles periféricos, además de disminuir la capacidad de reacción del individuo y su rendimiento laboral. Se ha demostrado que, en fábricas similares, las de mayores índices de accidentes laborales con aquellas que presentan mayores niveles de ruido (<http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidadlaboral/prevencion-primaria-secundaria-y-terciaria/>).

La contaminación acústica es uno de los principales aspectos ambientales generados a causa de la actividad aeroportuaria. De ahí que la reducción al mínimo de los niveles acústicos y la protección de la calidad de vida de las poblaciones del entorno aeroportuario se haya convertido en una de las prioridades de las actividades que se desarrollan en los aeropuertos. Las principales fuentes de emisión de ruido son las operaciones de despegue y aterrizaje de las aeronaves.

El comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación (CAEP) fue constituido en 1983 por la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI). Este Comité es fundamental para que la OACI logre su Objetivo estratégico de reducir al mínimo los efectos ambientales adversos de la aviación civil mundial

¹ Márquez_Mayaudón E. El ruido y sus efectos. Salud Pública México. 2014; 18(4):685_690

y alcance sus tres metas conexas: limitar o reducir la cantidad de personas afectadas por un ruido de las aeronaves, limitar o reducir las repercusiones de las emisiones procedentes de la aviación en la calidad del aire local y limitar o reducir los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación en el clima mundial. (<http://www.obsa.org/PaginasOBSA/Navegacion/DetalleDirectorio.aspx?IDDiretorio=271>).

El ruido de las aeronaves es el factor individual más importante que fundamenta la oposición de la comunidad a la construcción y ampliación de capacidad aeroportuaria. La reducción del ruido en la fuente, es decir aeronaves más silenciosas, es la única manera de aumentar la capacidad en muchos aeropuertos sensibles al ruido. Las restricciones y razones comerciales en los aeropuertos, y no las normas de homologación acústica de la OACI, es lo que lleva a los fabricantes a producir aeronaves más silenciosas. (http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41999/3/AMSB_TESIS.pdf).

Las prácticas recomendadas por la OACI para la disminución del ruido incluyen:

- Planificar el emplazamiento del aeropuerto (de la nueva construcción o de la ampliación de las instalaciones existentes) y la orientación de las pistas para los aviones entrantes y salientes teniendo en cuenta los proyectos urbanísticos en curso o ya existentes y otros receptores sensibles al ruido en las zonas circundantes.
- En aquellas zonas en las que se prevea un mayor impacto, implementar procedimientos y pistas preferentes para el aterrizaje y el despegue (LTO) con el fin de minimizar el ruido provocado por el despegue y aterrizaje de aeronaves en las zonas sensibles al ruido.
- Utilizar técnicas de aproximación mediante “descenso continuo” para evitar las zonas sensibles al ruido, el uso de procedimientos de “Baja potencia/ Bajo arrastre” (LPLD) para pilotar los aviones en condiciones 'limpias' (por ejemplo, sin despegar los flaps ni las ruedas) siempre que sea posible con objeto de minimizar el ruido provocado por la estructura del avión.
- Dispersión del ruido mediante el uso igual de pistas múltiples en lugar de emplear las pistas preferentes de vuelo.
- Aplicar restricciones operativas, como por ejemplo las restricciones nocturnas.

El impacto acústico es el de mayor repercusión pública de todas las afecciones locales de la aviación, manifestándose en un gran número de quejas de las comunidades de residentes en la vecindad de los aeropuertos. Unos 130 aeropuertos mundiales (105 de ellos europeos) en 27 países han adoptado medidas técnicas y/o económicas para controlar este efecto.

Los aviones civiles necesitan, para su homologación y poder así entrar en servicio, realizar un complejo programa de ensayos, entre los que se encuentran algunos de certificación acústica, demostrando que los niveles de ruido emitidos no superan los máximos establecidos por el Comité de Protección de medio ambiente (CAEP) de OACI. Como estos niveles van siendo más estrictos con el tiempo, los aeropuertos pueden emplear los valores de ruido certificados para introducir restricciones de diferentes formas:

- Prohibiendo el acceso de los modelos que no cumplan ciertos límites (en la Unión Europea no se aceptan modelos que no cumplan al menos con la normativa de abril de 2002) o introduciendo un sistema de tasas relacionadas con el ruido certificado, más oneroso para los modelos que tienen menos margen con respecto a los niveles de certificación, como en los aeropuertos franceses. ([http://oa.upm.es/20345/1/INVE MEM 2012_133532.pdf](http://oa.upm.es/20345/1/INVE_MEM_2012_133532.pdf)).
- Heathrow y Barajas prohíben los vuelos nocturnos de aviones que no estén por debajo de límites establecidos por dos parámetros: el ruido certificado en aterrizaje y la media del ruido certificado en despegue y lateral.
- Un tercer sistema es el establecimiento de cuotas de ruido por temporadas de programación para cada línea aérea, concediendo autorizaciones a las compañías hasta alcanzar una cifra de ruido certificado acumulado, como hace Charles De Gaulle en todo el día y Barajas en período nocturno (23:00 a 07:00).

- Colocación de un micrófono en uno o más puntos estratégicos, con un nivel máximo de ruido aceptable, como en el aeropuerto J. F. Kennedy de Nueva York, cuya superación implica primero multas y, si es un hecho reiterado, puede llegarse hasta la prohibición de operar un cierto tipo de avión.
- Penalización económica de los aviones más ruidosos dentro de una determinada categoría (por ejemplo, birreactores de 100 a 150 plazas), según la estadística del ruido medido en determinados puntos del recinto aeroportuario, como se hace en Frankfurt y en otros aeropuertos alemanes.
- Complimentación anual de una huella de impacto acústico global, pactada con las comunidades vecinas al aeropuerto y limitar de esta forma el número de movimientos permisible, procedimiento empleado en Ámsterdam.

Fuera del recinto aeroportuario, las competencias sobre restricciones en el uso del suelo son normalmente competencia de los municipios vecinos, cuyas ordenanzas pueden limitar el tipo de uso de terrenos sometidos a unos ciertos niveles acumulativos de ruido. Aunque todas las cifras disponibles indican que, desde los años 70, pese a grandes niveles de incremento de tráfico, se ha producido una importante y continua disminución del número de personas seriamente afectadas por el ruido aeroportuario, esto no es homogéneo en todo el mundo y existen casos puntuales en los que el impacto acústico ha aumentado. Una consideración adicional a tener en cuenta es la creciente sensibilidad de la población al ruido ambiente, considerando hoy como una molestia importante niveles de ruido tolerable hace unas décadas.

Una investigación de Martin Röösli, experto del Instituto Suizo de Salud Tropical y Pública, ubicado en Basilea, ha demostrado por primera vez que el fuerte ruido nocturno de los aviones puede desencadenar una muerte por un episodio cardiovascular dentro de las dos horas siguientes a la exposición. El trabajo, publicado en la revista 'European Heart Journal', analizó los datos de mortalidad con la exposición a ruidos nocturnos agudos en los alrededores del aeropuerto de Zúrich entre 2000 y 2015. En concreto, los investigadores hallaron que el riesgo de muerte cardiovascular aumenta en un 33 por ciento para niveles de ruido nocturno entre 40 y 50 dB y en un 44 por ciento para niveles superiores a 55 dB. Dicho estudio concluye que el ruido de los aviones contribuyó a unas 800 de las 25.000 muertes cardiovasculares que ocurrieron entre 2000 y 2015 en las cercanías del aeropuerto de Zúrich. Esto representa el tres por ciento de todas las muertes cardiovasculares observadas, teniendo en cuenta que el aeropuerto suizo tiene un toque de queda de 23.30 a 6.00 horas.

Emisiones contaminantes de los aviones

Al quemar combustible, los vuelos producen gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO₂). Estos contribuyen al calentamiento global cuando son liberados hacia la atmósfera. Asimismo, si bien en 2019 la aviación fue la causante de la emisión de más de 915 millones de toneladas de dióxido de carbono, dicha cifra únicamente representó el 2% del total de emisiones globales.

La aprobación del Plan de Compensación y reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA) en la 39ª Asamblea General de la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI, en 2016 constituyó un hito histórico, dado que se establece como el primer esquema de ámbito global que cubre las emisiones de CO₂ de un sector industrial.

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) lidera los esfuerzos de la industria del transporte aéreo respecto al cambio climático y la mejora de la actuación medioambiental de la aviación con una estrategia basada en cuatro pilares: inversión en tecnología, vuelo eficiente de los aviones, construcción de infraestructuras eficientes y la utilización de medidas económicas positivas.

La introducción de aeronaves avanzadas como el 787 Dreamliner, Airbus 350 o 320/321 Neo, implica considerables reducciones en el ruido y las emisiones de combustible suponiendo un cambio radical en el rendimiento de los aviones, con importantes beneficios ambientales y operacionales. Hasta un 15 % de ahorro en consumo de combustible y emisiones de CO₂ y una reducción de la huella de ruido del 50 % en despegue y aterrizaje, lo cual supone un gran beneficio para las comunidades alrededor de los aeropuertos.

En definitiva, si bien el impacto ambiental de la aviación recibe una creciente atención de la sociedad, sus emisiones representan una pequeña parte del total mundial, siendo uno de los sectores económicos con una ambiciosa reducción de las emisiones y protección del medio ambiente.

Actores relevantes

Actores relevantes en el sector de la aviación civil nacional (Administraciones públicas, empresas, organizaciones del tercer sector, universidades y centros de investigación, etc.)

La Administración de Aviación Civil en España se estructura en cuatro organismos principales:

Autoridad de Aviación Civil. De acuerdo con el Real Decreto 645/2020 de 7 de julio, la **Dirección General de Aviación Civil (DGAC)** (<https://www.mitma.gob.es/aviacion-civil>) es el órgano mediante el cual el Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana diseña la estrategia, dirige la política aeronáutica, a cuyo efecto coordina a los organismos, entes y entidades adscritos al Departamento con funciones en aviación civil, y ejerce de regulador en el sector aéreo, dentro de las competencias de la Administración General del Estado.

Autoridad de Supervisión: Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (<https://www.seguridadaerea.gob.es/>). Es el organismo del Estado, adscrito a la Secretaría de Estado de Transporte del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, que vela para que se cumplan las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica de España. La Agencia tiene las misiones de Supervisión, Inspección y Ordenación del Transporte Aéreo, la Navegación Aérea y la Seguridad Aeroportuaria. Evalúa los riesgos en la seguridad del transporte y tiene potestad sancionadora ante las infracciones de las normas de aviación civil.

AESA trabaja para que se cumplan las normas de seguridad en el transporte aéreo en España, para promover el desarrollo, establecimiento y aplicación de legislación aeronáutica nacional e internacional de seguridad aérea y protección a los pasajeros.

Autoridad de Investigación de Accidentes: Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil – CIAIAC (<https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaiac>). La Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), adscrita a la Subsecretaría del Ministerio de Fomento, es el organismo oficial encargado de realizar la investigación técnica de los accidentes e incidentes de aviación civil que se producen en territorio español, con el objetivo de, a través de su análisis, obtener unas conclusiones y unas recomendaciones en materia de seguridad que constituyen el medio que se considera más adecuado para proponer medidas que permitan aumentar la seguridad aérea.

Autoridad Meteorológica: La Agencia Estatal de Meteorología – AEMET (<http://www.aemet.es>). La Agencia Estatal de Meteorología está adscrita al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. El objeto de AEMET, según el artículo 1.3 del Real Decreto 186/2008, de 8 de febrero por el que se aprueba su Estatuto, es el desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas públicas y actividades privadas, contribuyendo a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española.

Esta Administración se apoya en distintos proveedores en la ejecución de su cometido. Los principales son:

Gestor Aeroportuario: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena SME, S.A.) (www.aena.es). Sociedad mercantil estatal, es el organismo que gestiona los aeropuertos y helipuertos españoles de interés general, representado el primer operador aeroportuario del mundo por número de pasajeros. La Sociedad gestiona 46 aeropuertos y 2 helipuertos en España y participa directa e indirectamente en la gestión de otros 23 aeropuertos en el resto del mundo. Fue creada en 2010 como sociedad mercantil estatal, a partir de la segregación de los activos aeroportuarios del ente público Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (conocido por sus siglas AENA), con el nombre de «Aena Aeropuertos», retomando el 4 de julio de 2014, su denominación histórica de «Aena». Es propiedad al 51% de la entidad pública empresarial ENAIRE.

Proveedor de Servicios de Navegación Aérea: En relación a la gestión del tráfico aéreo, **ENAIRE** (<https://www.enaire.es>) es el principal proveedor de servicios de navegación aérea y de información aeronáutica en España, el cuarto en Europa por volumen de tráfico y uno de los más importantes a nivel mundial. Como entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana gestiona el espacio aéreo español sobre un territorio de 2.190.000 kilómetros cuadrados. Como entidad, adscrita al Ministerio de Fomento, es responsable del control del tránsito aéreo, la información aeronáutica y las redes de comunicación, navegación y vigilancia necesarias para que las compañías aéreas y sus aeronaves vuelen de forma segura, fluida y ordenada por el espacio aéreo español. A través de cinco centros de control, 21 torres y una completa red de infraestructuras y equipamientos aeronáuticos, presta los servicios de tránsito aéreo de control de área, aproximación y aeródromo, así como los de información de vuelo, alerta y asesoramiento, siendo el proveedor de servicios de comunicaciones, navegación y vigilancia en todo el espacio aéreo español y en los aeropuertos de la red Aena.

INECO (Ingeniería y Economía del Transporte S.M.E. M.P., S.A.) (<https://www.ineco.com>). Es una empresa española de consultoría de ingeniería civil cuyo accionariado se reparten ENAIRE (45,85%), Adif (41,37%) y Renfe (12,78%). Es por tanto una herramienta del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para la realización de proyectos de ingeniería civil tanto en territorio nacional como en el extranjero. Se constituyó el 20 de julio de 1968. En 1984 Renfe se convirtió en accionista único de la sociedad mercantil. En 1993 Aena entra en el accionariado. En 2010 se fusiona con Tecnología e Investigación Ferroviaria S.A (TIFSA).

Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica S.M.E. M.P. S.A. (SENASA). (<https://www.senasa.es/>). Es una sociedad mercantil estatal, que tiene la condición de medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración General del Estado y de sus organismos y entidades de derecho público, en virtud del artículo 67 de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. Tiene su origen en el centro de adiestramiento del Ejército del Aire y cuenta con una plantilla de más de 600 profesionales.

En la actualidad, proporciona asistencia técnica especializada a las entidades públicas del sector aeronáutico español en numerosas áreas: seguridad operacional y física, navegación aérea, meteorología, aeropuertos, servidumbres aeronáuticas y sostenibilidad medioambiental, entre otras. En todas ellas constituye, además, un referente internacional en formación y capacitación técnica. Junto a ello, desarrolla las líneas de negocio de consultoría, formación de controladores aéreos, formación de pilotos de UAS, mantenimiento y operación de aeronaves. De SENASA depende el Observatorio de la sostenibilidad en aviación.

Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España, S.A., S.M.E., M.P., ISDEFE (<https://www.isdefe.es>), es una empresa que forma parte del Sector Público Estatal español, tiene la consideración de medio propio y servicio técnico de la Administración General del Estado (AGE) y de los Entes, Entidades y Organismos dependientes de ellos. Está adscrita al Ministerio de Defensa de España, siendo su presidente el propio Secretario de Estado de Defensa. Está especializada en dar soluciones a los grandes retos de la Administración, nacional e internacional, mediante servicios de ingeniería y consultoría y asistencia técnica y proyectos llave en mano, en áreas de interés estratégico, tecnológico y de gestión. Los sectores

en los cuales desarrolla su actividad son Defensa y Seguridad, Espacial, Transporte, Administraciones Públicas, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) y Energía, además de gestionar la operación y mantenimiento de las Estaciones Espaciales de NASA, ESA e INTA en España.

En cuanto a la **parte tecnológica**, los principales actores en nuestro país se enumeran a continuación: **Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)**. (<https://www.inta.es>). El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial es el Organismo Público de Investigación (OPI) dependiente del Ministerio de Defensa. Además de realizar actividades de investigación científica y de desarrollo de sistemas y prototipos en su ámbito de conocimiento, presta servicios tecnológicos a empresas, universidades e instituciones. El INTA está especializado en la investigación y el desarrollo tecnológico, de carácter dual, en los ámbitos de la aeronáutica, espacio, hidrodinámica, seguridad y defensa. A través de sus más de 75 años de existencia, han sido entrenados en sus laboratorios e instalaciones generaciones de científicos e ingenieros.

Entre sus principales funciones cabe destacar:

- La realización de diversos tipos de ensayos para la comprobación y certificación de materiales, componentes, equipos, sistemas y subsistemas.
- El asesoramiento técnico y la prestación de servicios a entidades y organismos oficiales, así como a empresas industriales o de base tecnológica.
- La actuación como centro tecnológico del Ministerio de Defensa.

Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales –CATEC-. (<http://www.catec.aero/es/>). Es un centro tecnológico establecido y gestionado por la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial (FADA) localizado en el Parque Tecnológico Aeroespacial de Andalucía (Aerópolis), único espacio empresarial en Europa destinado en exclusiva al sector aeroespacial en La Rinconada, Sevilla.

CATEC se estructura alrededor de tres actividades principales de I+D+i:

- Materiales y Procesos.
- Aviónica y Sistemas.
- Automatización y Robótica.

Parque Tecnológico Aeroespacial de Andalucía, Aerópolis. (<https://www.aeropolis.es/>). es un parque empresarial dedicado en exclusiva a la industria aeronáutica y aeroespacial. Está situado junto al Aeropuerto de Sevilla, en el término municipal de La Rinconada, (España), cerca de la factoría de EADS CASA. Inaugurado en 2003, Aerópolis es una iniciativa promovida por la Junta de Andalucía. La sociedad gestora, Parque Tecnológico y Aeronáutico de Andalucía, S.L. es una sociedad limitada participada al 100% por la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía, (IDEA), de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. En la actualidad hay más de 60 empresas dedicadas a la aviación instaladas en dicho parque tecnológico.

Plataforma Tecnológica Aeroespacial Española –PAE. (<https://plataforma-aeroespacial.es>). Fue creada en 2006 con los siguientes objetivos:

- Un foro de encuentro sobre I+D+i aeroespacial español: cuantos más y mejores miembros más fuerza tendrá. Del encuentro debe salir la colaboración en ideas, propuestas y proyectos.
- Un lugar donde definir una Agenda Estratégica de Investigación Aeroespacial Española.
- Un lugar de vigilancia y prospectiva tecnológica.
- Un órgano español de asesoramiento y presencia en foros nacionales e internacionales de I+D+i aeroespacial.

La PAE tuvo como socios en sus inicios a: TEDAE, CDTI, INTA, ProEspacio, Fundación Aeroespacio, Ministerio de Ciencia e Innovación, AENA, la DGAM y la DGI (Dirección General de Industria).

Boeing Research & Technology Europe, (<https://www.boeing.es/boeing-en-espana/investigacion-y-tecnologia.page>). Boeing Research & Technology-Europe (BR&T-Europe) tiene su sede central en Madrid, cerca del Aeropuerto de Barajas Adolfo Suárez y también cuenta con una presencia totalmente integrada en Reino Unido y Alemania; fue el primer centro de investigación que Boeing estableció fuera de Estados

Unidos (en el año 2002). Su misión es colaborar con socios de toda Europa en la investigación y el desarrollo de tecnologías para promover la innovación, la excelencia y la competitividad en I+D en Europa. BR&T-Europe cuenta con unos 70 empleados, la mayoría de ellos ingenieros y científicos procedentes de toda Europa, y se ha convertido en un importante integrador de tecnología en colaboración con universidades, centros de investigación, aerolíneas y otros socios industriales.

Campus industrial Futura de Airbus en Getafe. (<https://www.airbus.com>). El Campus de Getafe se convierte en la tercera mayor instalación aeroespacial europea, después de Toulouse y Hamburgo. El Campus pretende ser un activo clave para la captación y retención de talento. El proyecto se basa en tres pilares: agilidad, adaptabilidad e innovación. La ampliación de Getafe forma parte del Plan Director de Airbus España a largo plazo, que abarca no sólo la construcción del nuevo campus, sino también la modernización y optimización de todas las instalaciones in situ y la reestructuración de diversas funciones y áreas de trabajo que actualmente están externalizadas. Cientos de proveedores de Airbus también se trasladarán al Campus.

Por último, y por no ser exhaustivo en el listado de agentes del sector se enumeran los principales centros tecnológicos y universidades de relación con la industria aeronáutica en España.

Centros de Investigación

1. AITIIP – Asociación de Investigación Taller de Inyección de la Industria de los Plásticos
2. AIMPLAS – Instituto Tecnológico del Plástico
3. AICIA – Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía
4. CATEC – Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales
5. CETEMMSA
6. CFAA – Centro de Fabricación Avanzada Aeronáutica
7. CTA- Centro de Tecnologías Aeronáuticas
8. CTC – Centro Tecnológico de Componentes
9. CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Científicas
10. CIDAUT – Fundación para la Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía
11. CIMNE – Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería
12. FIDAMC - Fundación para la Investigación, Desarrollo y Aplicación de Materiales Compuestos
13. INTA – Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
14. IK4
15. ITA- Instituto Tecnológico de Aragón
16. PRODINTEC
17. TECNALIA

Universidades

1. Universidad de Cádiz
2. Universidad Carlos III de Madrid
3. Universidad de Castilla la Mancha
4. Universidad de Gerona
5. Universidad de Málaga
6. Universidad de Mondragón
7. Universidad del País Vasco
8. Universidad Politécnica de Madrid
9. Universidad Rey Juan Carlos
10. Universidad de Sevilla
11. Universidad de La Coruña
12. Universidad de Zaragoza

Respecto al **tercer sector** caben citar las siguientes:

Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial – COPAC (<https://www.copac.es/>). Es una Corporación de Derecho Público creada en 1998, de ámbito nacional, con personalidad jurídica propia y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines. Se rige por sus Estatutos y las Normas Legales que le son de aplicación y su relación con la Administración se canaliza a través del Ministerio de Fomento.

Asociación Española de Compañías Aéreas – AECA (<http://www.aecaweb.com/>). AECA es una entidad que engloba a más de 30 compañías aéreas asociadas, pertenecientes a los sectores de tráfico regular, charter, carga, aerotaxis, helicópteros, trabajos aéreos y empresas del sector aéreo.

Asociación de Líneas Aéreas - ALASPAIN (<https://www.alaspain.com/>). Es la asociación de referencia del sector aéreo en España y la organización líder por tráfico aéreo en este país, ya que aglutina el 85% del tráfico aéreo en España, incluyendo a las 10 aerolíneas con más tráfico. En concreto, ALA está integrada por más de 60 compañías aéreas, nacionales e internacionales, de todos los modelos de negocio. Las aerolíneas asociadas en ALA transportaron a más de 230 millones de pasajeros en 2019 en los aeropuertos de la red de AENA y operaron más de 1,2 millones de despegues y aterrizajes, superando los 500 millones de toneladas de mercancías transportadas.

Su objetivo es respaldar, defender y representar los intereses de las compañías aéreas asociadas y trabajar para mejorar, fortalecer y hacer más eficiente, sostenible y competitivo el sector aéreo en España.

Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Aeronáutica y Espacio -TEDAE (<https://www.tedae.org/es>) es una asociación de empresas de defensa, aeronáutica y espacio de España. TEDAE se funda el 26 de febrero de 2009 integrando ATECMA (1950's), AFARMADE (1980's) y proESPACIO (1990's). La Asociación surgió para fomentar el desarrollo de cuatro sectores industriales –defensa, seguridad, aeronáutico y espacio–, aprovechando el nexo tecnológico y el impulso que proporciona la vocación y el liderazgo que comparten. Tiene su sede en Madrid. El principal objetivo de TEDAE es asumir la representación y promoción de sus Asociados tanto a nivel nacional como internacional. Tiene en la actualidad 75 socios.

En el punto primero del informe se ha hecho referencia a las **principales aerolíneas** que operan en nuestro país, así como a los **principales suministradores de combustible**.

Conclusiones

Las principales conclusiones extraídas del estudio son:

El sector aéreo es un motor estratégico de la economía de España y su contribución resulta esencial para otros sectores que están directamente relacionados como el turismo, el comercio, la logística o la inversión, entre muchos otros. El sector de la aviación se configura como un pilar clave de la economía española. Su desarrollo y éxito depende de la existencia de un sector de transporte aéreo innovador, competitivo y capaz de afrontar las demandas de los turistas nacionales e internacionales además de los retos propios del siglo XXI.

Por contra, en España el transporte aéreo de pasajeros es responsable de la producción de 19,7 millones de toneladas de CO₂eq tanto en vuelos nacionales como internacionales. La descarbonización de la aviación pasa por la utilización de los SAFs (Sustainable Advanced Fuels), es decir, biocombustibles avanzados y e-combustibles como el e-queroseno, ya que no hay una tecnología madura para la descarbonización a medio plazo, al menos de lo que respecta a los vuelos de largo ratio.

Existen diferentes iniciativas políticas internacionales, europeas y nacionales para ayudar a la descarbonización de este sector, impulsando la implementación de los SAFs y otras tecnologías, todas ellas alineadas y con hitos concretos en el medio y largo plazo:

- A nivel internacional: la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil) plantea medidas para la reducción de las emisiones de la aviación.
- A nivel europeo: Pacto Verde Europeo, Fondos Next Generation, paquete Fit for 55: la RED III, ReFuelEU y la introducción de la aviación en el ETS.
- A nivel nacional: Plan de Recuperación, Ley de Cambio Climático y Transición Energética, y futura Ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte, se ha transpuesto la parte de aviación de la RED II en un Real decreto, así como se acaba de presentar el borrador de la transposición de la parte de biocombustibles.

En España se establece que antes de 2050 y en todo caso, en el más corto plazo posible, se deberá alcanzar la neutralidad climática, al igual que otros países, lo que es un objetivo ambicioso pues requiere que el sistema energético, incluidos los combustibles de aviación sean de origen renovable. Así como primer hito se establece una reducción de las emisiones en un 55% para 2030 y concretamente los Estados miembros deben exigir a los proveedores de combustible que suministren como mínimo el 14% de la energía consumida en el sector transportes para 2030 en forma de energía renovable. En lo que respecta a la aviación y al corto plazo se está regulando el uso de SAF al año 2025 (utilización de un 2% de origen sostenible) y 2030, si bien en la actualidad su utilización es prácticamente nula (un 0,05% en la UE), por lo que el esfuerzo a realizar es enorme. Se requieren grandes inversiones tecnológicas en los motores de los actuales aviones y eso requiere de grandes apoyos por parte de las políticas nacionales y europeas.

Los Planes Nacionales planteados en la actualidad tienen un horizonte temporal al 2030, lo que de alguna manera deriva los compromisos al futuro. Existen multitud de programas y proyectos en marcha para la implementación de medidas de ahorro energético en aviación y en concreto de introducción de SAF, si bien estamos en puertas del 2022 y su uso es prácticamente testimonial. Sin embargo, sí se han dado grandes pasos y avances en la eficiencia en la operativa aérea, aprovechando las tecnologías de automatización y control y la industria 4.0 para lograr optimizar rutas y operativa en aeropuertos, lo cual

hace pensar en un futuro optimista de cara a los grandes avances tecnológicos que están llegando. La eficiencia de los nuevos aviones es enorme respecto a los de mayor edad que irán eliminándose del espacio aéreo conforme su vida útil se acerque a su fin.

Por último, indicar que además de cuestiones medioambientales, los planes y políticas están alineándose con la protección de la salud, por un lado, desde el punto de vista de emisiones de gases contaminantes que pueden afectar a la población del entorno de los aeropuertos y por otra la contaminación acústica que origina el tráfico aéreo, sobre todo en aterrizajes y despegues. La normativa es cada vez más estricta y los planes urbanos integran los aeropuertos en las ciudades de manera que puedan convivir con el menor perjuicio posible a la población.

Bibliografía

Además de las referencias url indicadas a lo largo del texto, las referencias bibliográficas más importantes que se han utilizado para la elaboración del documento han sido:

“Inventario Nacional de emisiones en España”. Marzo de 2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

“Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO2 del Sector Aéreo Internacional en España”. Junio de 2021. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

“Impacto económico y social de la industria de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio en la economía española”. Noviembre 2020. KPMG y la Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (TEDAE)

“Informe Nacional del Inventario 1990-2019 de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de España”. Marzo 2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

“Coyuntura de las compañías en el mercado aéreo en España”. Enero-Septiembre 2021. Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

“Memoria de Responsabilidad Corporativa”. 2019. Aena

“Tráfico en los aeropuertos españoles” Enero-Septiembre 2021. Subdirección General de Transporte Aéreo-Área de Estudios Estratégicos y Análisis de Mercado. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

“Boletín Estadístico de Hidrocarburos”. Número 285. Agosto 2021. CORES. Dirección General de Política Energética y Minas.

Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, de 21 de mayo de 2021.

“Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030”. Enero 2020. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

“Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030”. Enero 2020. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

“La Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030”. Septiembre 2020. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Ley 1/2005, de 9 de marzo. “Ley de Comercio de Derechos de Emisión”.

“Informe medioambiental de la aviación europea –EAER”. Enero de 2019. (<https://www.easa.europa.eu/eaer/>),

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (RED II)

“Plan de Acción sobre Reducción de Emisiones de CO2 del Sector Aéreo Internacional en España”. junio de 2021. Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

“Plan de Acción Climática 2021-2030 AENA”. marzo de 2021. (<https://portal.aena.es/es/corporativa/cambio-climatico.html>).

“Datos de tráfico 2020”, Diciembre 2020. AENA

“Política y Estrategia para la Implantación de la PBN en España”. Octubre 2020. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

“Plan de Transición PBN”. Octubre 2020. ENAIRE y CIDETMA.

“Plan de Sostenibilidad Medioambiental”. 2017. ENAIRE

Márquez_Mayaudón E. “El ruido y sus efectos”. Salud Pública México. 2014; 18(4):685_690

Martin Röösli et al. “Transportation noise exposure and cardiovascular mortality: 15-years of follow-up in a nationwide prospective cohort in Switzerland”. Environment International, Nov 2021. doi.org/10.1016/j.envint.2021.106974

“Plan de Compensación y reducción de Carbono para la Aviación Internacional”. 2016. 39ª Asamblea General de la Organización de Aviación Civil Internacional, OACI. (CORSIA).



Con el apoyo de:



Elaborado por:

ecodes
tiempo de actuar