

Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Derecho



Máster Universitario en Derecho Ambiental  
**Análisis comparado de la regulación de  
Gases de Efecto Invernadero en el Sector  
Aéreo en España y Colombia**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Trabajo fin de estudio presentado por: | Héctor Ángel Prada Prada         |
| Tipo de trabajo:                       | Trabajo Final de Máster - TFM    |
| Director:                              | Dr. Jairo Enrique Lucero Pantoja |
| Fecha:                                 | 14 de septiembre de 2023         |

## Resumen

En la urgencia por abordar el cambio climático, la regulación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero «GEI» en el sector aéreo se ha convertido en un asunto de gran relevancia. La presente investigación realiza un análisis comparado entre España y Colombia, apoyada en una metodología que involucra una revisión documental, bibliográfica, un análisis comparativo de marcos legales y normativos, el estudio de políticas, medidas y estrategias de reducción de emisiones, junto a un análisis jurisprudencial. Se identifican similitudes y diferencias en la regulación de GEI, destacando la influencia del Derecho Ambiental Internacional y la posibilidad de armonización normativa.

Del mismo modo, la investigación recrea oportunidades y recomendaciones para fortalecer las políticas ambientales, promover la sostenibilidad en el sector aéreo unido a la cooperación internacional para consolidar acciones efectivas contra el cambio climático, esto es, impulsar la innovación sostenible, la adopción de tecnologías limpias y prácticas operativas eficientes.

**Palabras clave:** Sector Aéreo, Cambio Climático, GEI, Sostenibilidad.

## Abstract

In the urgency to address climate change, the regulation of greenhouse gas emissions «GHG» in the aviation industry has become an issue of great relevance. This research makes a comparative analysis between Spain and Colombia, supported by a methodology that involves a documentary and bibliographic review, comparative analysis of legal and regulatory frameworks, the study of policies, measures and emission reduction strategies together with a jurisprudential analysis. Similarities and differences in GHG regulation are identified, highlighting the influence of international environmental law and the possibility of regulatory harmonization.

Likewise, the research recreates opportunities and recommendations to strengthen environmental policies, promote sustainability in the aviation sector together with international cooperation to consolidate effective actions against climate change, that is, to promote sustainable innovation, the adoption of clean technologies and efficient operational practices.

**Keywords:** Aviation Industry, Climate Change, GHG, Sustainability.

| Índice  | pág. |
|---|------|
| 1. Introducción   | 5    |
| 1.1. Justificación del tema elegido   | 8    |
| 1.2. Problema y finalidad del trabajo   | 10   |
| 2. Objetivos  | 13   |
| 2.1. Objetivo General   | 13   |
| 2.2. Objetivos específicos  | 13   |
| 3. Metodología  | 13   |
| 4. Marco teórico y desarrollo   | 14   |
| 4.1. Cambio Climático. Fenomenología del impacto antropogénico  | 14   |
| 4.2. Influencia del Derecho Ambiental Internacional sobre el cambio climático y los GEI                           | 17   |
| 4.3. Regulación de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Aéreo Español   | 23   |
| 4.3.1. Marco Legal y Normativo  | 23   |
| 4.3.2. Políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones  | 31   |
| 4.3.3. Análisis jurisprudencial, casos relevantes y precedentes   | 37   |
| 4.4. Regulación de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Aéreo Colombiano                                      | 39   |
| 4.4.1. Marco Legal y Normativo  | 40   |
| 4.4.2. Políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones  | 46   |
| 4.4.3. Análisis Jurisprudencial, casos relevantes y precedentes   | 49   |
| 4.5. Oportunidades y Recomendaciones para la Promoción de la Sostenibilidad en el Sector Aéreo: España y Colombia | 51   |
| 4.5.1. Influencia en la interpretación y aplicación de las regulaciones en materia ambiental                      | 52   |
| 4.5.3. Perspectivas para la Cooperación Internacional   | 55   |
| 5. Conclusiones   | 56   |
| Referencias   | 59   |
| Bibliografía básica   | 59   |
| Legislación   | 63   |
| Jurisprudencia  | 68   |
| Listado de abreviaturas   | 69   |

## 1. Introducción

En el escenario contemporáneo de creciente conciencia ambiental y búsqueda constante de sostenibilidad, el sector aéreo se erige como un componente esencial y, a su vez, desafiante en la intersección entre desarrollo económico y responsabilidad ambiental. Las aeronaves emiten directamente gases y partículas a la atmósfera afectando la composición de la misma, estos componentes alteran la concentración de Gases de Efecto Invernadero, en adelante, «GEI». La industria aérea ha liderado soluciones tecnológicas para reducir emisiones mediante mejoras de los propulsores, procedimientos y la aerodinámica, en esencia, debido a la demanda del servicio aéreo que proporcionalmente ha incidido sobre el aumento de la concentración de GEI emitido. Se estima que cada pasajero produce en aproximado más de 100 kg de CO<sub>2</sub> por hora de vuelo. Así mismo, la aviación civil emite 2-3% de CO<sub>2</sub> anual (ARAQUE VARGAS *et al.* 2010).

Tal como lo señalan diversos estudios, la industria de la aviación ha experimentado una profunda integración con la sociedad contemporánea, según información de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional por sus siglas en inglés «IATA», el primer trimestre del 2023, el tráfico mundial de pasajeros aumentó un 47.2% (AEROESPACIAL 2023). De igual manera, se estima que en el 2023 alrededor de 8.400 millones de personas viajen, a través de transporte aéreo (AEROPUERTO 2023).

En consonancia, respecto al análisis de actividades al 2022, los ingresos de la industria alcanzaron los 782.000 millones de dólares, lo que representó un aumento del 54.5% en comparación con 2021 y equivale al 93.3% de los niveles de ingresos registrados en 2019. Al 2022, se realizaron 33.8 millones de vuelos, lo que corresponde al 86.9% de la cantidad de vuelos realizados en 2019, que fue de 38,9 millones. De manera similar, los ingresos generados por los pasajeros en 2022 se situaron en 498,000 millones de dólares, más del doble de los 239,000 millones de dólares generados en el año 2021. El número de pasajeros regulares alcanzaron los 3.800 millones, con un crecimiento del tráfico global medido en pasajeros-kilómetro transportados «RPK» de un 97.6% interanual y un aumento del 82.4% en comparación con 2019. En cuanto a los ingresos del sector de carga, se alcanzaron los 191.000 millones de dólares, lo que representa una ligera disminución en comparación con los 204.000

millones de dólares registrados en 2021, pero casi duplica los 100.000 millones de dólares obtenidos en 2019. Se espera entonces una rentabilidad a nivel mundial al 2023 de 8.800 millones de dólares, con ocasión de una alta demanda acumulada, la eliminación de restricciones, la disminución del desempleo y el aumento de hábitos de ahorro, de tal manera que se logre un aumento en un 83% de pasajeros con relación a los niveles postpandemia. Del mismo modo, se espera que los volúmenes de carga alcancen su máximo histórico de 68.4 millones de toneladas en comparación al 2022 (IATA 2022).

El anterior panorama que data del aumento en la demanda del sector aéreo representa desafíos relacionados con la infraestructura, la seguridad y largo plazo, especialmente en los países industrializados, se prevé que el impacto ambiental negativo podría surgir como el factor limitante y predominante. Lo anterior, con ocasión de la creciente concienciación ambiental orientada a estrategias a nivel mundial y nacional en los diferentes sectores de la industria quienes dependen del petróleo, entre ellas la aviación, incitando a explorar soluciones sostenibles. Así las cosas, se debe llevar a cabo un análisis minucioso del impacto ambiental mediante indicadores y modelos adecuados para abordar eficazmente la sostenibilidad en la aviación.

La IATA como la mayor asociación de aerolíneas comerciales a nivel global que representa el 83% del tráfico aéreo (IATA 2023), ha emitido un informe que presenta su perspectiva sobre las tecnologías aeronáuticas desde 2020 hasta 2050. En dicho reporte, se detallan las principales opciones para mejoras progresivas, destacando de manera importante; el incremento de la eficiencia en aeronaves con una reducción en el consumo de combustible, la implementación de combustibles sostenibles en la aviación «SAF», la optimización de las operaciones en vuelo para mayor eficiencia, la modernización del espacio aéreo y las instalaciones aeroportuarias, todas estas medidas, impulsadas por un influjo de medidas económicas (MENENDEZ RODRIGUEZ 2021).

En este contexto, las emisiones de «GEI» provenientes de la aviación han adquirido una notoriedad significativa, impulsando la necesidad imperante de un marco regulatorio eficaz y adaptado a las circunstancias cambiantes. Informes sobre la descarbonización en el sector aéreo, señalan que, a pesar del progreso en la construcción de la infraestructura para

biocombustibles de aviación, en algunos casos aún es incipiente, en la medida que hace falta coordinar las políticas internacionales para regularizar el uso de combustibles como el biodiesel y el bioetanol. Los mecanismos implementados desde el Sistema Internacional de Compensación y Mitigación del Carbono de la Aviación «CORSIA por sus siglas en inglés», establecen para la incorporación de biocombustibles, la necesidad de acuerdos y una coordinación global (TORROBA *et al.* 2023).

Esta investigación se sumerge en un análisis comparado de la regulación de GEI en el sector aéreo, trazando un recorrido que conecta dos realidades geográficas y jurídicas distintas: España y Colombia.

El análisis comparado se convierte en un ejercicio valioso para desentrañar las complejidades y particularidades de la regulación de GEI en el ámbito aeronáutico. A lo largo de esta investigación, se examinarán los marcos legales y normativos que guían las prácticas y operaciones del sector aéreo en ambas naciones, tomando en consideración sus similitudes y sus diferencias intrínsecas.

La exploración detallada de las políticas, medidas y estrategias implementadas por España y Colombia para mitigar las emisiones de GEI en la aviación constituirá un pilar fundamental de este análisis. A través de un enfoque crítico, se evaluará la efectividad de estas acciones en el logro de objetivos ambientales y la promoción de prácticas sustentables en la industria aérea. Asimismo, se abordarán los pronunciamientos jurisprudenciales que han influido en la interpretación y aplicación de estas regulaciones en ambas jurisdicciones.

El propósito de esta investigación consiste en contribuir al diálogo académico, normativo y jurídico que busca un equilibrio entre la expansión del sector aéreo y la reducción de su impacto ambiental. A través de la identificación de buenas prácticas, desafíos comunes y oportunidades de mejora, se aspira a ofrecer recomendaciones concretas que puedan enriquecer las políticas regulatorias y promover un futuro más sostenible para la aviación en ambas naciones. En última instancia, esta tesis se inscribe en un esfuerzo colectivo por armonizar el progreso económico con la preservación del medio ambiente, forjando así una senda hacia un sector aéreo más consciente y compatible con las exigencias contemporáneas.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

En el contexto global actual, marcado por la imperiosa necesidad de abordar el cambio climático y sus implicaciones ambientales, emerge una discusión crucial sobre las emisiones de GEI, donde la industria de la aviación adquiere un papel central. A medida que se debate intensamente sobre la proporción de emisiones atribuidas a distintas actividades, es esencial considerar tanto la contribución del transporte terrestre, responsable de un significativo 19.35% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, como la aviación, que contribuye con un 3.77% aparentemente menor pero igualmente significativo (BETHENCOURT HERRERA *et al.* 2020).

La magnitud de estas emisiones y su impacto en el calentamiento global exigen un análisis exhaustivo y comparativo de las regulaciones que rigen este sector en diferentes jurisdicciones.

La relevancia de esta investigación radica en varios factores clave. En primer lugar, la industria de la aviación, si bien vital para la conectividad y el comercio global, tal como lo señala CONTRERAS y PÉREZ (2007), a medida que los modos de transporte han evolucionado, las distancias entre regiones se han acortado, conduciendo a un mundo globalizado donde pocas áreas pueden considerarse inaccesibles, sin importar el punto de partida o los viajeros involucrados. Así las cosas, el transporte aéreo ha sido el principal impulsor de los fenómenos de globalización y ha desempeñado un papel significativo en el crecimiento económico global.

No obstante, el sector aéreo también contribuye a la emisión de GEI, lo que plantea interrogantes cruciales sobre su sostenibilidad en el largo plazo. En esencia, la tarea de sincronizar el progreso sostenible y las nociones de desarrollo con la industria de la aviación involucra tres dimensiones interconectadas que requieren un enfoque equitativo: el económico, lo social y lo ambiental. El concepto de aviación sostenible implica la capacidad de abordar continuamente las aspiraciones humanas de mejorar el bienestar y la calidad de vida, sin agotar recursos, perturbar ciclos naturales o generar repercusiones adversas en la sociedad. El camino hacia la sostenibilidad se traza cuando logramos desconectar el crecimiento económico de sus efectos perjudiciales en el entorno y la comunidad (LUENGO RIVERO 2010), razón por la cual el presente análisis, debe considerar diversos elementos ambientales, así como sus posibles interrelaciones.

A pesar de esta relevancia, existe una notoria escasez de estudios que comparen en profundidad las regulaciones y enfoques adoptados por diferentes países en relación con las emisiones de GEI en la aviación «los problemas jurídicos derivan de la simple circunstancia de no haber progresado el Derecho Aéreo al mismo ritmo que la técnica aeronáutica» (IRRIBARRA 1964, p. 69).

Este análisis comparado entre España y Colombia promete arrojar luz sobre cómo dos naciones, con contextos geográficos, económicos, culturales y sociales distintos, abordan la cuestión de las emisiones de GEI en la aviación. La comparación de sus marcos legales, políticas y estrategias permitirá identificar similitudes, diferencias y buenas prácticas en la regulación de este sector. Además, ofrecerá una oportunidad única para evaluar la efectividad de las medidas adoptadas en cada país y su alineación con los objetivos globales de mitigación del cambio climático.

Los hallazgos de esta investigación no solo serán de relevancia académica, sino que también tendrán implicaciones prácticas y políticas. Al identificar enfoques exitosos y áreas de mejora en la regulación de GEI en la aviación, se podrán formular recomendaciones concretas para fortalecer las políticas ambientales y promover prácticas más sostenibles en ambos países. Además, este análisis podría fomentar la cooperación internacional y la armonización normativa en el sector aéreo, contribuyendo así a una respuesta más eficaz y coordinada frente al reto del cambio climático.

En última instancia, esta investigación busca proporcionar una contribución significativa al entendimiento de la regulación de GEI en el sector aéreo y su papel en la mitigación del cambio climático. A medida que el mundo busca soluciones para equilibrar el desarrollo económico con la protección del medio ambiente, el análisis comparado entre España y Colombia puede guiar a la formulación de políticas robustas y estratégicas, encaminando así hacia un futuro más sostenible y resiliente.

## 1.2. PROBLEMA Y FINALIDAD DEL TRABAJO

El calentamiento global y el cambio climático son desafíos cruciales que requieren una atención inmediata y global, tal y como lo ha establecido el Panel Intergubernamental de

Cambio Climático en adelante «IPCC», es necesario que el calentamiento de la Tierra no supere los 2°C entre los años 2030 y 2035. Conforme a la evidencia científica, el aumento de la temperatura media global ha desencadenado cambios acelerados y generalizados en la atmósfera, los océanos, la criosfera y la biosfera, teniendo como resultado efectos adversos de gran alcance y pérdidas irreversibles en la naturaleza y en las comunidades humanas (IPCC 2021).

La dinámica del cambio climático inducido por la actividad humana influye de manera considerable en fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del mundo. Este impacto se traduce en un aumento significativo de las precipitaciones, olas de calor, sequías y ciclones tropicales, siendo la influencia humana la principal causa de estos fenómenos desde al menos 1971. Esta aceleración se ha reflejado en la tasa de aumento del nivel del mar, que ha incrementado hasta en unos 3.7 mm por año entre 2006 y 2018, subrayando a la actividad humana, responsabilidad por el deshielo (IPCC 2021).

En este contexto, aproximadamente entre 3,300 y 3,600 millones de personas enfrentan una elevada vulnerabilidad al cambio climático. Las temperaturas extremas han provocado la pérdida de especies endémicas y la mortalidad masiva en tierra y océano, evidenciando un aumento en la magnitud de estas consecuencias. En particular, los impactos en los ecosistemas árticos, como el deshielo del permafrost, plantean preocupaciones sustanciales (IPCC 2021).

Una de las fuentes de emisiones de GEI es representada por la industria de la aviación que ha surgido como un factor significativo en la contribución a este problema ambiental, todo esto, mediante la intervención de aerolíneas de bajo costo, las cuales adoptan un enfoque empresarial que se basa principalmente en la reducción de gastos, lo que les permite ofrecer tarifas más económicas en comparación con las aerolíneas convencionales. Tal como lo señala el Consejo Internacional para el Transporte Limpio «por sus siglas en inglés ICCT», el 43% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación comercial se asocian con el desplazamiento de pasajeros en aviones de fuselaje estrecho, a menudo empleados por compañías aéreas de bajo costo (GRAVER, ZHANG y RUTHERFORD 2018).

Sin duda la aviación enfrenta desafíos notables que incluyen la contaminación acústica y la emisión de GEI. Por lo tanto, a pesar de su contribución económica, la aviación no puede operar sin considerar estos aspectos. En cuanto a los impactos locales, el informe ambiental de la Aviación Europea de 2019 y Eurocontrol destacan dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el ruido, generado por las operaciones de las aeronaves, puede tener efectos perjudiciales para la salud, especialmente para las comunidades cercanas a aeropuertos. Los efectos negativos incluyen trastornos del sueño, irritación y deterioro cognitivo en niños (RODRIGO y RUIZ DE VILLA 2019).

Del mismo modo, el Informe del secretario general de las Naciones Unidas sobre la implementación de la Resolución 70/1 de la Asamblea General, titulada «Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible», menciona la importancia de abordar la contaminación del aire y se destacan los efectos negativos de la contaminación del aire en la salud humana y el ambiente. Además, señala las iniciativas y medidas que se están tomando a nivel mundial para abordar este problema (ONU 2015).

En lo referente a los impactos paisajísticos, la construcción de aeropuertos implica modificaciones significativas del entorno, alterando la orografía, biotopos y hábitats naturales. Esto conlleva a la pérdida de suelo productivo y la eliminación de especies protegidas, así como la interrupción de hábitats para la fauna. Sin embargo, los impactos también son de carácter global, ya que, para su mantenimiento y funcionamiento, el andamiaje de la aviación depende del consumo de materias primas no renovables, extraída de diferentes lugares. Tal es el caso como el queroseno, un líquido inflamable derivado del petróleo que una vez destilado, representa alrededor del 12% del combustible fósil destinado al transporte, generando emisiones contaminantes (GARCÍA ANDRÉS 2020).

España y Colombia, como dos naciones con una creciente actividad aeroespacial, enfrentan la responsabilidad de abordar estas emisiones y desarrollar políticas efectivas para lograr la sostenibilidad en la industria de la aviación. Si bien ambas naciones han implementado regulaciones y estrategias para mitigar las emisiones de GEI en el sector aéreo, existen diferencias en sus enfoques legales y normativos, así como en la efectividad de sus medidas. La falta de un análisis comparativo detallado entre España y Colombia en este

contexto limita la comprensión integral de las similitudes y disparidades en la regulación de emisiones de GEI en el sector aéreo y, por ende, obstaculiza la identificación de oportunidades para fortalecer las políticas ambientales y promover la sostenibilidad en la industria de la aviación en ambos países.

En cuanto a la finalidad de este trabajo de tesis, se pretende llevar a cabo un análisis comparado entre España y Colombia en relación con la regulación de GEI en el sector aéreo. A través de una evaluación del ordenamiento constitucional y normativo, junto a los pronunciamientos jurisprudenciales, que guían las políticas y estrategias implementadas en ambos países, se pretende identificar oportunidades para fortalecer las políticas ambientales y fomentar la sostenibilidad en la industria de la aviación.

Para lograr este propósito, se plantean tres objetivos específicos interconectados: El primer objetivo de esta investigación pretende desarrollar el marco conceptual de los GEI en el sector aéreo, incluyendo su relación con el cambio climático y la influencia del derecho ambiental internacional en adelante, «DAI» en su regulación. En segundo lugar, se realizará un análisis de los marcos regulatorios de España y Colombia en el sector aéreo, examinando sus políticas de mitigación y medidas para reducir emisiones, junto con el estudio de casos judiciales relevantes, y, por último, se evaluarán oportunidades y recomendaciones para promover la sostenibilidad en la aviación, así como para fortalecer la cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático en la industria aeroespacial.

Este trabajo busca contribuir al conocimiento y la comprensión de las prácticas regulatorias y políticas en el sector aéreo en relación con el cambio climático, así como proporcionar directrices prácticas para mejorar la regulación de emisiones de GEI y avanzar hacia una aviación más sostenible y respetuosa con el ambiente en España y Colombia.

## 2. Objetivos

### 2.1.OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis comparado del ordenamiento constitucional y normativo, junto a los pronunciamientos jurisprudenciales referentes a la regulación de GEI en el sector aéreo,

entre España y Colombia, para identificar oportunidades que permitan fortalecer las políticas ambientales y promover la sostenibilidad en la industria de la aviación en ambos países.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**PRIMERO:** Identificar el marco legal y normativo en España y Colombia en relación a la regulación de GEI en el sector aéreo, teniendo en cuenta la influencia del DAI para analizar las semejanzas, disparidades y su armonización.

**SEGUNDO:** Examinar las políticas, medidas y estrategias adoptadas por España y Colombia con el propósito de reducir las emisiones de GEI en la aviación, para evaluar la efectividad de sus enfoques y su impacto sobre el ambiente.

**TERCERO:** Formular recomendaciones para las regulaciones y estrategias actuales, con el propósito de fortalecer el ordenamiento ambiental respecto a la regulación de GEI en el sector aéreo de España y Colombia y así, promover la sostenibilidad en la industria de la aviación.

## 3. Metodología

Con el propósito de abordar de manera integral el análisis comparado de la regulación de GEI en el sector aéreo entre España y Colombia, se implementará una metodología que engloba diversos enfoques de investigación. En primera medida, se llevará a cabo una revisión documental y bibliográfica para adquirir información sustancial sobre el cambio climático, la regulación de GEI en el ámbito aeronáutico, así como los marcos legales y políticas en ambas naciones, incluyendo casos judiciales relevantes. Esta revisión proveerá el contexto esencial para realizar un análisis y comparación significativos de las regulaciones y prácticas en los dos países. Además, se realizará un análisis comparativo de los marcos legales y normativos en España y Colombia relacionados con la regulación de GEI en el sector aéreo, identificando similitudes, diferencias y enfoques específicos adoptados por cada país. A lo largo de este proceso, se evaluará cómo influye el DAI en la regulación interna de GEI en ambos contextos. Asimismo, se examinarán en profundidad las políticas, medidas y estrategias implementadas por ambas naciones para la reducción de emisiones de GEI en la aviación, analizando la efectividad de estas acciones en la consecución de objetivos ambientales y la promoción de

prácticas sostenibles en el sector aéreo. Además, se llevará a cabo un análisis de la jurisprudencia relevante en España y Colombia relacionada con la regulación de GEI en la industria aeroespacial, con el fin de identificar casos precedentes que hayan contribuido a la interpretación y aplicación de las regulaciones ambientales en ambos países.

Con los resultados obtenidos del análisis comparativo se desarrollarán recomendaciones concretas para fortalecer las políticas ambientales y promover la sostenibilidad en el sector aéreo en España y Colombia, considerando aspectos legales, regulatorios y prácticos. En conjunto, esta metodología permitirá un análisis profundo y comparativo de la regulación de GEI en el sector aéreo entre España y Colombia, contribuyendo significativamente a una comprensión más amplia de las prácticas regulatorias y fomentando la sostenibilidad en la industria de la aviación en ambas naciones.

## 4. Marco teórico y desarrollo

### 4.1. CAMBIO CLIMÁTICO. FENOMENOLOGÍA DEL IMPACTO ANTROPOGÉNICO

El cambio climático es uno de los desafíos más apremiantes que enfrenta la humanidad en la actualidad. La definición del «cambio climático» según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático «CMCC» involucra una alteración en el clima atribuible a la actividad humana, modificando la composición de la atmósfera global y combinándolo con la variabilidad natural del clima en períodos comparables (HUMAN RIGTH WATCH 2023). Para el IPCC, esta expresión denota un cambio observable en el estado del clima, resultado de variaciones en sus propiedades que se mantienen durante períodos prolongados (IPCC 2021). No obstante, otros autores señalan que se refiere al alcance de los cambios en diversos aspectos climáticos, como temperatura, precipitación e intensidad de tormentas. En paralelo, el informe de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en adelante, «PNUD» destaca al cambio climático como un determinante clave del desarrollo humano en la actual generación, erosionando los esfuerzos para combatir la pobreza a nivel global (DÍAZ CORDERO 2012).

En síntesis, se refiere a los cambios a largo plazo en los patrones climáticos globales, incluyendo aumentos de temperatura, alteraciones en los regímenes de lluvia, aumento del

nivel del mar y otros fenómenos relacionados. Uno de los principales impulsores del cambio climático es el incremento en la concentración de GEI en la atmósfera.

Sin duda alguna, el incremento de la población ha resultado en un aumento en el consumo de energía, principalmente basado en fuentes de energía fósil, lo que a su vez ha ocasionado un incremento en la presencia de GEI en la atmósfera, incluyendo el dióxido de carbono «CO<sub>2</sub>». El fenómeno del efecto invernadero puede ser comparado con la captura térmica que sucede en un invernadero. En este caso, los gases presentes en la atmósfera retienen parte de la energía solar que debería ser liberada. La presencia de estos gases en la atmósfera proviene de dos tipos de acciones; en primer lugar, debido a las acciones naturales del efecto invernadero, como resultado de procesos naturales como la actividad volcánica y la evaporación de los océanos. Estas acciones naturales son esenciales para mantener una temperatura adecuada en la Tierra y la liberación de elementos importantes en los ciclos biogeoquímicos. Sin embargo, en segunda medida, encontramos las acciones antropogénicas del efecto invernadero, causadas por actividades humanas, especialmente aquellas que utilizan recursos fósiles, como el transporte. Estos gases poseen la capacidad de absorber y reemitir radiación, contribuyendo al calentamiento de la superficie terrestre, lo que se conoce como el Efecto Invernadero (TRESPALACIOS, BLANQUICETT y CARRILLO 2018).

Por su parte, en cuanto a los GEI, en esencia son compuestos químicos que atrapan el calor en la atmósfera terrestre. Estos gases absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro infrarrojo emitido por la Tierra, la atmósfera y las nubes, dando lugar al fenómeno del efecto invernadero. Esto resulta en un aumento de la temperatura promedio del planeta, lo que desencadena cambios significativos en los sistemas naturales y amenaza la estabilidad del clima global. Los GEI predominantes en la atmósfera terrestre son el vapor de agua «H<sub>2</sub>O», el dióxido de carbono «CO<sub>2</sub>», el óxido nitroso «N<sub>2</sub>O», el metano «CH<sub>4</sub>» y el ozono «O<sub>3</sub>». Además, hay una categoría de GEI originados exclusivamente por actividades humanas, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal, que incluye el hexafluoruro de azufre «SF<sub>6</sub>», los hidrofluorocarbonos «HFC» y los perfluorocarbonos «PFC» (BALLESTEROS y ARISTIZÁBAL 2007).

Estos gases son liberados principalmente por actividades humanas, en actividades tales como la «industria, generación de energía con combustibles fósiles, transporte, agricultura, deforestación» (FERNÁNDEZ 2013, p. 75). Así las cosas, la operación de los aviones emite CO<sub>2</sub> y otros contaminantes directamente en la atmósfera, contribuyendo al calentamiento global.

Además, los efectos de las emisiones de la aviación se amplifican debido a las emisiones de óxidos de nitrógeno «NO<sub>x</sub>» a gran altitud, lo que puede dar lugar a la formación de cirros y aumentar el potencial de calentamiento atmosférico. Esto último se refiere a que los GEI están vinculados al comportamiento de los gases y las partículas emitidas y creadas por la aviación, los cuales afectan la temperatura global y las concentraciones de ozono. Por ejemplo, el CO<sub>2</sub> se mezcla en toda la atmósfera, mientras que otros gases y partículas, como los NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y vapor de agua, tienden a concentrarse en áreas específicas de las rutas de vuelo. Las aeronaves subsónicas operan en la troposfera superior y la estratósfera inferior, mientras que las supersónicas lo hacen a altitudes más elevadas en la estratósfera. El ozono, además de ser un gas de efecto invernadero, protege contra la radiación ultravioleta y en altas concentraciones es un contaminante atmosférico. El NO<sub>x</sub> emitido por las aeronaves afecta la química del ozono. La ubicación de las emisiones de NO<sub>x</sub> influye en la respuesta del ozono en la atmósfera, variando desde perturbaciones regionales en la troposfera hasta impactos globales en la estratósfera. Además, el vapor de agua, SO<sub>x</sub> «que forma partículas de sulfatos» y el hollín, juegan roles directos e indirectos en el cambio climático y en la química del ozono, lo que a su vez afecta la composición atmosférica y sus efectos climáticos (IPCC 1999).

#### 4.2. INFLUENCIA DEL DERECHO AMBIENTAL INTERNACIONAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS GEI

Los modelos climáticos actuales predicen un aumento de temperatura global de 1.4 a 5.8 grados Celsius entre 1990 y 2100, basados en suposiciones sobre factores como crecimiento poblacional y avances tecnológicos. Sin embargo, estas proyecciones no consideran la implementación de políticas climáticas para reducir las emisiones (DÍAZ CORDERO 2012). En el contexto actual de creciente conciencia sobre el cambio climático y sus impactos, la regulación de las emisiones de GEI en el sector aéreo adquiere una importancia

vital. La aviación, como una de las principales fuentes de emisiones de GEI, desempeña un papel significativo en la contribución a la acumulación de gases que conducen al calentamiento global. Por lo tanto, la adopción de medidas regulatorias sólidas y coherentes se convierte en una herramienta esencial para enfrentar este desafío y reducir el impacto ambiental de la industria.

Dada la naturaleza intrínsecamente global de la aviación, con vuelos que cruzan fronteras y conectan distintas partes del mundo, la necesidad de cooperación internacional se vuelve evidente. La implementación efectiva de medidas de reducción de emisiones requiere una colaboración concertada entre países y regiones, con el objetivo de establecer enfoques regulatorios armonizados que aborden de manera colectiva los problemas del cambio climático en el sector.

La cooperación internacional en la regulación de GEI en la aviación trasciende las limitaciones geográficas y políticas. Implica la compartición de mejores prácticas, la transferencia de tecnologías eficientes y la colaboración en la investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras. Al trabajar juntos, los países pueden aprender de las experiencias y logros de otros, evitando la duplicación de esfuerzos y acelerando la adopción de medidas efectivas.

La armonización de enfoques regulatorios es un componente clave de esta cooperación. Al establecer estándares y normativas comunes, se crean condiciones equitativas para todas las partes involucradas en la aviación, desde aerolíneas hasta fabricantes de aeronaves y autoridades de aviación civil. Esto evita distorsiones competitivas y garantiza que las medidas de reducción de emisiones se apliquen de manera coherente en toda la industria.

Es importante destacar que la regulación de GEI en el sector aéreo no solo se trata de mitigar el impacto ambiental, sino también de fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Al establecer metas ambiciosas y estándares más estrictos, se crea un incentivo para la inversión en tecnologías más limpias y eficientes, como aviones con menor consumo de combustible y biocombustibles sostenibles. Esto no solo contribuye a la reducción de

emisiones, sino que también impulsa la evolución positiva de la industria hacia prácticas más sostenibles.

Como se mencionó con anterioridad, la preocupación global por el cambio climático y sus efectos adversos ha llevado a la adopción de medidas desde el ámbito normativo los cuales provienen de una serie de acuerdos y convenciones internacionales diseñados para abordar de manera colaborativa este desafío. Estos instrumentos legales han tenido un impacto significativo en la formulación y aplicación del derecho ambiental interno en varios países, incluyendo Colombia y España.

La Convención Climática se estableció como parte de los acuerdos de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992. Su objetivo principal es estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera para prevenir los riesgos del cambio climático. La Convención tiene 197 Partes y se compone de un preámbulo, 26 artículos y dos anexos. Los Anexos I y II categorizan a los Estados según su nivel de desarrollo. El Protocolo de Kioto, parte de la Convención, introdujo mecanismos económicos para la mitigación de GEI, como el Comercio de Emisiones y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. El Protocolo, con 193 Partes, estableció compromisos de reducción de emisiones para países desarrollados y un enfoque diferenciado para países en desarrollo. Las negociaciones climáticas han sido un proceso de más de veinte años (LUCAS GARÍN 2017).

Años más tarde, el Acuerdo de París estableció compromisos a largo plazo para limitar el calentamiento global y promover acciones de mitigación y adaptación. El acuerdo se basa en el principio del DAI de responsabilidades comunes pero diferenciadas, reconociendo la necesidad de cooperación global para abordar un desafío que afecta a toda la humanidad. Así mismo, se destaca como un punto de inflexión en la evolución del sistema climático global. Surgiendo de intensas discusiones y debates entre naciones, el acuerdo se origina en vista de las limitaciones del Protocolo de Kioto y las decisiones tomadas en conferencias climáticas subsiguientes. Ante la inminente culminación del primer período de compromisos en 2012, la comunidad internacional comenzó a debatir poco después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en 2005, con el propósito de fortalecer el régimen climático a través de ajustes o incluso una sustitución total. Sin embargo, las expectativas de lograr un compromiso

obligatorio en las conferencias COP15 y COP16 quedaron insatisfechas. Ante la falta de consenso para un acuerdo vinculante, en la COP18 en Doha en 2012, se adoptó la Enmienda mediante la cual se estableció un segundo período de compromisos de ocho años, incorporando nuevos objetivos cuantitativos y preservando los mecanismos flexibles del Protocolo Kioto. La adopción de esta enmienda marcó un paso crucial hacia la formulación del Acuerdo de París (NAVA ESCUDERO 2016).

El Acuerdo de París, en su estructura legal, refleja características tanto de «hard law» como de «soft law», similares a la CMNUCC y el Protocolo Kioto. El Acuerdo de París emerge como un logro significativo en la lucha contra el cambio climático, fusionando elementos de enfoque legal, sólido y flexible. A pesar de las críticas, representa un esfuerzo conjunto de la comunidad global para enfrentar un desafío urgente y global.

Dado que las fluctuaciones en las temperaturas están vinculadas a las emisiones acumuladas en el transcurso del tiempo, y considerando que el Acuerdo de París se fundamenta en compromisos hasta el año 2030. Suponiendo que todos los países cumplen el objetivo que se han comprometido a alcanzar hasta 2030 y que continúan con el mismo nivel de compromiso de manera constante hasta el final de este siglo, las probabilidades serían las siguientes: la probabilidad de no exceder un aumento de 1.5°C sería nula, la probabilidad de no superar los 2°C es inferior al 10%, y la probabilidad de no sobrepasar los 3°C es menor al 60%. En resumen, el Acuerdo de París no nos coloca en una trayectoria que tenga una probabilidad mayor al 50% de lograr no exceder un calentamiento de más de 2°C. Por lo tanto, es evidente que los países deben elevar significativamente su nivel de ambición comprometido, preferiblemente antes de 2030 o en un momento posterior. Es crucial entender que cuanto más tiempo se retrase la implementación de medidas más estrictas de reducción, mayor será la dificultad para lograrlo, y los costos y los impactos no evitados serán aún mayores (SALINAS ALCEGA 2018).

Además del Acuerdo de París, existen otros acuerdos y tratados internacionales que también influyen en el marco legal ambiental interno de Colombia y España. Por ejemplo, el Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono ha impactado en la

regulación de sustancias químicas dañinas utilizadas en la industria aeroespacial, contribuyendo a la reducción de emisiones contaminantes en la aviación (SARMIENTO 2019).

En el ámbito del DAI, la sobreexplotación de recursos naturales y la competencia entre biocombustibles y alimentos son desafíos críticos. Los poderes públicos desempeñan un papel crucial al internalizar los costos ambientales en el sistema económico y corregir las externalidades negativas. La «tragedia de los comunes» emerge cuando los actores económicos persiguen su beneficio sin tener en cuenta los costos ambientales. En este contexto, se busca una intervención legal para lograr un desarrollo sostenible (CUTANDA 2007).

La influencia del DAI en el derecho interno de Colombia y España se manifiesta en la incorporación de principios y normas establecidos en los tratados internacionales en sus legislaciones nacionales. En muchos casos, los países adoptan leyes y regulaciones específicas para dar efecto a sus compromisos internacionales. Esto puede incluir el establecimiento de metas de reducción de emisiones, la promulgación de normativas para la medición y reporte de emisiones, la implementación de incentivos fiscales para la adopción de tecnologías más limpias en la aviación y la creación de mecanismos de monitoreo y cumplimiento.

Es relevante destacar que la influencia del DAI en la legislación interna puede variar en cuanto a la interpretación y aplicación de las normativas. Sin embargo, estas interpretaciones se ven moldeadas por los principios ambientales del DAI. Entre estos principios se encuentra el desarrollo sostenible, que surge como una amalgama integradora que resuelve la contradicción entre la conservación del entorno y el crecimiento económico, una tensión que ha influido en las políticas y regulaciones del Derecho Ambiental desde sus inicios. En paralelo, el principio de solidaridad adquiere importancia contemporánea al desempeñar un papel análogo al de la fraternidad en conjunto con la libertad y la igualdad. En este escenario, la esfera de interés público ambiental demanda la coordinación de esferas jurídicas e intereses, con la solidaridad emergiendo como un valor esencial, especial en términos de los Objetivos del Milenio y de Desarrollo Sostenible. Los principios de prevención y precaución se establecen como cimientos del Derecho Ambiental y las políticas de conservación, dirigidos a supervisar actividades con riesgos ambientales debido a la posibilidad de daños irreparables.

El principio del «contaminador pagador» se vincula con la internalización de los costos ambientales y la corrección de daños en su origen, imponiendo la obligación de restaurar el entorno al responsable de la contaminación. De manera similar, el principio de subsidiariedad fomenta la eficacia en la protección y cumplimiento de normas, evitando la burocracia y la centralización. Además, el principio de cooperación establece alianzas a nivel global para preservar y restaurar la salud del ecosistema. El principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas cataliza la creación de leyes nacionales de indemnización y refleja la internalización de costos. Por último, el principio de participación, a menudo asociado con la transparencia, resalta la importancia de la participación ciudadana en el marco del Sistema Jurídico Ambiental (GOROSITO 2017).

Los sistemas legales de Colombia y España pueden tener en cuenta las disposiciones internacionales de manera directa o mediante procesos de armonización y adaptación en sus legislaciones nacionales. Sin duda los cimientos del marco legal y regulatorio que rige la industria de la aviación y su relación con las emisiones de GEI se sostienen sobre un entramado que abarca tanto el ámbito internacional como el nacional. A nivel internacional, instituciones como la Organización de Aviación Civil Internacional «OACI» desempeñan un rol central en la coordinación y establecimiento de normas globales para la mitigación de emisiones en la aviación. Entre las medidas a considerar se encuentra la verificación de los niveles de emisiones y el consumo de combustible, tipos de emisiones y el ruido generado. Con el objeto de que el gremio pueda establecer planes de implementación donde sean evaluados los costos y beneficios económicos y medioambientales asociados a estos avances tecnológicos (ARAQUE VARGAS 2010).

El Convenio de Chicago, fundacional en la regulación de la aviación civil internacional, y sus anexos, han sentado las bases legales que trascienden las fronteras nacionales y forman el marco para la cooperación entre los Estados. Entre dichas consideraciones se contempla el ruido de aeronaves y las emisiones de motores. Así las cosas, la OACI asumió la responsabilidad de armonizar el desarrollo de la aviación con la preservación del entorno. Dichas regulaciones se encargan de abordar problemas globales, como el cambio climático,

mediante el cual se pretende encontrar un equilibrio entre el progreso tecnológico y la preservación del medio ambiente (ARAQUE VARGAS 2010).

A nivel nacional, los países han asumido el compromiso de adoptar y adecuar su legislación para alinearse con los estándares y directrices internacionales, estableciendo políticas y regulaciones específicas para abordar las emisiones de GEI en la aviación. Estas medidas pueden incluir la creación de programas de monitoreo y reducción de emisiones, la implementación de sistemas de comercio de derechos de emisión, la promulgación de estándares de eficiencia para aeronaves y la incentivación del uso de biocombustibles sostenibles en la aviación.

El cambio climático impulsado por las emisiones de GEI plantea un desafío global significativo, donde el sector aéreo juega un papel crucial. La regulación efectiva de estas emisiones se vuelve vital. El análisis comparativo entre España y Colombia arrojará luz sobre cómo ambos países enfrentan este reto compartido y cómo pueden colaborar para lograr una aviación más sostenible y respetuosa con el entorno. Los compromisos internacionales sobre cambio climático han influido en la formulación y aplicación del derecho ambiental en ambas naciones, particularmente en la regulación de GEI. Esta convergencia del Derecho Ambiental y la Regulación en la Industria de la Aviación no solo refleja la necesidad de abordar las emisiones, sino también una oportunidad única para impulsar la innovación y un cambio hacia una aviación más sostenible. Comprender a fondo estas dinámicas legales será esencial para el análisis comparativo, guiando recomendaciones específicas para fortalecer las políticas ambientales y promover prácticas sostenibles en la aviación de ambas naciones.

#### 4.3. REGULACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SECTOR AÉREO ESPAÑOL

En el marco de la creciente conciencia ambiental y la imperante necesidad de abordar los desafíos del cambio climático, el sector aéreo emerge como un protagonista destacado en la intersección entre el desarrollo económico y la responsabilidad ambiental. Las emisiones de GEI provenientes de la aviación representan una faceta significativa de esta problemática global, impulsando la búsqueda de soluciones regulatorias eficaces y adaptadas a las circunstancias cambiantes. En este contexto, el presente capítulo se adentra en un análisis detallado de la regulación de GEI en el sector aéreo español, con el propósito de desentrañar

los entramados legales, políticos y jurisprudenciales que rigen esta esfera vital de la industria. A lo largo de esta exploración, se examinará el marco normativo que enmarca las operaciones y prácticas aéreas en España, desglosando los enfoques adoptados para mitigar las emisiones de GEI y fomentar la sostenibilidad en un sector en constante evolución.

#### **4.3.1. Marco Legal y Normativo**

El Marco Legal y Normativo en España respecto a la Regulación de GEI en el Sector Aéreo constituye un componente esencial en la búsqueda de soluciones sostenibles para mitigar el impacto ambiental de la aviación. En este contexto, diversas leyes, reglamentos y políticas han sido implementados con el propósito de abordar las emisiones de GEI en la industria aeroespacial española.

Desde el ámbito de la Unión Europea el cual se permea el ordenamiento español, se han proferido una serie de pronunciamientos normativos para su regulación. Entre ellos encontramos la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, un documento que establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI, creado con el objetivo de fomentar la reducción de las emisiones de una forma eficaz, en relación con su coste, de tal manera que sea viable desde el punto de vista económico, además de estar acorde con las medidas que se instauran nivel comunitario, nacional e internacional. La Directiva establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente el cual define el cambio climático como una prioridad de acción y contempla el establecimiento de un régimen comunitario de comercio de derechos de emisión para 2005. Este Programa reconoce que la Comunidad se ha comprometido a conseguir una reducción del 8% de las emisiones de GEI para el período comprendido entre 2008 y 2012, respecto a los niveles de 1990. Su objetivo es disminuir a largo plazo las emisiones mundiales de estos gases hasta en un 70% respecto a los niveles de 1990 (DOUE núm. 275, de 25 de octubre de 2003), hacia el año 2010 la UE decide establecer un andamiaje robusto respecto a la gestión, el calendario, así como la subastas de los derechos de emisión de GEI mediante el Reglamento «UE» 1031/2010 de la Comisión de 12 de noviembre de 2010 en esta, especifica la información necesaria para identificar al titular real y comprender la titularidad y estructura de control de dicha persona jurídica o instrumento jurídico. Además, se establece el régimen

lingüístico aplicable a las plataformas de subastas para garantizar la transparencia y el acceso no discriminatorio a las subastas. También se establecen medidas para garantizar una adecuada protección de los clientes y se detallan las salvaguardias necesarias para detectar y atenuar posibles conflictos de intereses. Finalmente, se establecen medidas para garantizar el acceso pleno, justo y equitativo de las pequeñas y medianas empresas incluidas en el régimen de comercio de derechos de emisión. También se encarga de definir pautas respecto a los volúmenes de emisión subastados entre el 2013 y el 2020, conferidos conforme la Directiva 003/87/CE la cual se encargó de dividir el volumen de derechos de emisión por el número de años del período de comercio en cuestión (DOUE núm. 302, de 18 de noviembre de 2010).

Posteriormente, el Reglamento de Ejecución «UE» 2018/2067 de la Comisión se encarga de regular la verificación de los informes presentados con arreglo a la Directiva 2003/87/CE en lo que respecta a la acreditación y supervisión de los verificadores que hacen parte del régimen de emisión. También define directrices para el reconocimiento mutuo de los verificadores y la evaluación por pares de los organismos nacionales de acreditación. El Reglamento se aplica a la verificación de las emisiones de GEI y de los datos sobre toneladas-kilómetros a partir del 1 de enero de 2019, notificados con arreglo al artículo 14 de la Directiva 2003/87/CE.

De forma más sectorizada para el sector aéreo, el Reglamento de Ejecución «UE» 2018/2066 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2018, en concordancia con la lógica de los derechos de emisión y su estructuración, se encarga del seguimiento y notificación de emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea. El reglamento en su artículo 4° establece la obligación general de los titulares de instalaciones y operadores de aeronaves de cumplir con las directrices relativas al seguimiento y la notificación de las emisiones de GEI en concordancia con los principios de exhaustividad, coherencia, comparabilidad, transparencia, exactitud, integridad de la metodología, reflejado en el informe de emisiones (DOUE núm. 334, de 31 de diciembre de 2018).

Hacia el 2014, mediante el Reglamento «UE» 421/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, tiene como objetivo establecer un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, con vistas a la ejecución de un acuerdo

internacional que aplique una única medida de mercado mundial a las emisiones de la aviación internacional, lo que en esencia representa el establecimiento de un sistema de comercio de emisiones para la aviación, con implicaciones directas sobre las aerolíneas y a los operadores de aeronaves. Del mismo modo, el reglamento pretende mantener contactos bilaterales y multilaterales con terceros países para fomentar el uso de mecanismos basados en el mercado para reducir las emisiones de la aviación y así proteger la flexibilidad de la Unión a la hora de tomar medidas relacionadas con cuestiones ambientales, incluidas medidas para mitigar el impacto de la aviación en el cambio climático.

Como puede evidenciarse, la UE ha establecido un régimen de regulación de los derechos de emisión como alternativa para hacerle frente a las metas de reducción de GEI. No obstante, también desarrolló directrices puntuales sobre el uso de combustible, tal como lo establece el Reglamento «UE» 606/2010 de la Comisión Europea, un instrumento simplificado elaborado por la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea «Eurocontrol», para calcular el consumo de combustible de algunos operadores de aeronaves que son pequeños emisores. Este instrumento satisface los requisitos de las directrices establecidas en la Decisión 2007/589/CE respecto al planteamiento basado en vuelos específicos, en la distancia real de recorrido y en relaciones de consumo de combustible estadísticamente sólidas. El objetivo es reducir la carga administrativa de determinados operadores de aeronaves responsables de un número limitado de vuelos al año o con pocas emisiones de dióxido de carbono. Lo interesante de la organización Eurocontrol es que crea una herramienta para calcular el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono de vuelos concretos entre aeródromos. Este instrumento utiliza la distancia real de recorrido de cada vuelo basándose en la información más completa sobre tráfico aéreo y vuelo operativo actualmente disponible y estima el combustible consumido en todas las fases de un vuelo determinado, entre las que se incluyen las operaciones en la puerta de salida, durante el rodaje, despegue, vuelo y aterrizaje, así como durante las acciones de gestión del tráfico aéreo. Lo anterior con el objeto de identificar las fases en la operación donde puede reducirse el uso de combustible y en consecuencia reducir las emisiones.

De acuerdo con el artículo 14, apartado 3, de la Directiva 2003/87/CE, los operadores de aeronaves deben realizar el seguimiento y notificar durante cada año natural, a partir del 1 de enero de 2010, la cantidad de dióxido de carbono emitido en los vuelos que efectúen, con arreglo a las directrices establecidas en la Decisión 2007/589/CE. Cada operador de aeronave debe preparar un plan de seguimiento en el que se establezcan las medidas que tiene previsto aplicar para realizar el seguimiento y notificar sus emisiones y presentarlo a su Estado miembro responsable, y las autoridades competentes del Estado miembro responsable deben aprobar dicho plan, de conformidad con las directrices establecidas en la Decisión 2007/589/CE.

Para establecer competencias a cada comunidad autónoma, la UE mediante el Reglamento «CE» 748/2009 de la Comisión establece una lista de operadores de aeronaves y los Estados miembros responsables de su gestión, según lo dispuesto en la Directiva 2003/87/CE. El objetivo es garantizar que cada operador sepa qué Estado miembro será su regulador y que los Estados miembros estén al tanto de los operadores que deben regular. El Reglamento es obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro. Para el caso español, bajo su jurisdicción se encuentra la supervisión de actividades de diferentes compañías aéreas tales como PIRINAIR EXPRESS SL, PRIVILEGE STYLE S.A, PRONAIR AIRLINES SL, PULLMANTUR AIR S.A., RYJET, SAGOLAIR TRANSPORTES, HISPANIA FLYJET, HOLA AIRLINES S.L., entre otras. También se encarga de mencionar varias compañías aéreas españolas que están sujetas a una prohibición de explotación en la Comunidad Europea por razones de seguridad (DOUE núm. 219, de 22 de agosto de 2009).

Finalmente, en lo que respecta al marco de la UE, el Reglamento de la UE 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, establece disposiciones sobre aspectos de la aviación civil, incluyendo consideraciones ambientales. En su artículo 87° especifica las medidas y cooperación en relación con emisiones y ruido en la certificación de diseño de productos de aviación civil. Las medidas adoptadas buscan prevenir efectos perjudiciales en el clima, ambiente y salud humana causados por estos productos. Se considerarán estándares internacionales, beneficios ambientales, viabilidad tecnológica e impacto económico. Del mismo modo, se establece cooperación entre la Comisión, la Agencia y otras instituciones de

la UE para abordar cuestiones ambientales, considerando la relación entre clima, protección ambiental y salud humana en la aviación civil. La Agencia brindará asistencia a la Comisión en acciones y políticas de protección ambiental en la aviación civil, mediante estudios, simulaciones y asesoramiento técnico. Se considerarán las interrelaciones entre clima, ambiente, salud humana y otros aspectos técnicos. También se encarga de publicar informes ambientales cada tres años sobre el estado de la protección ambiental en la aviación civil en la Unión, basados en información de instituciones y organismos de la UE, información pública, colaboración con Estados miembros y consulta a partes interesadas (DOUE núm. 212, de 22 de agosto de 2018).

En lo que respecta a España, el Estado reglamenta la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en España. Establece que los grandes consumidores industriales informen sobre los precios de la electricidad y las medidas para reducir los costos indirectos del carbono. Los cambios en la instalación deben ser informados al órgano competente. La Autoridad Nacional Designada debe analizar los proyectos y emitir informes. También se establecen principios generales y métodos para verificar los informes de emisiones de la aviación. En lo que respecta a este último aspecto, en el ámbito de la aviación, la ley establece que los operadores aéreos deberán entregar un número de derechos de emisión, en cantidad equivalente al dato de emisiones verificadas de ese operador aéreo durante el año anterior, a más tardar el 30 de abril de cada año, para cumplir con la obligación de entrega referida en el artículo 27.2° en el periodo de comercio 2013-2020. Además, para cada uno de los períodos de comercio definidos en el artículo 13°, cada operador aéreo podrá solicitar la asignación de derechos de emisión gratuitos, de acuerdo con lo establecido en la normativa de la UE. La cantidad total de derechos de emisión que se expida para el sector de la aviación en la UE en su conjunto será la determinada por la Comisión Europea de acuerdo con la normativa de la UE (BOE núm. 59, de 10 de marzo de 2005).

En consonancia a lo establecido a nivel de la UE, España se encarga de establecer mediante el Real Decreto 101/2011, de 28 de enero, las normas básicas que han de regir los

sistemas de acreditación y verificación de las emisiones de GEI y los datos toneladas-kilómetro de los operadores aéreos. Además, se deben tener en cuenta las directrices sobre elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero aprobadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, las normas y directrices pertinentes adoptadas por la Comisión Europea, las recomendaciones y resoluciones interpretativas que puedan ser elaboradas por la Comisión de coordinación de políticas de cambio climático, y los requisitos legales, reglamentarios y administrativos aplicables a las actividades verificadas (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2011).

Posterior a los pronunciamientos sobre las generalidades sobre los derechos de emisión, así como el establecimiento de inventarios de emisiones en España incluyendo el sector aéreo, se reglamenta la Ley 11/2012, de 19 de diciembre, mediante la cual establece medidas urgentes en materia de medio ambiente. La mencionada ley aborda la regulación del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y establece modificaciones en la Ley 1/2005, de 9 de marzo, que se encargaba de regular este aspecto. Dentro de sus consideraciones sustanciales mencionó la subasta en 2012 de un volumen total de 120 millones de derechos de emisión de GEI en el conjunto de la UE. En el anexo I del reglamento, se desglosa el volumen a subastar por cada Estado miembro, al cual España le corresponderá subastar en 2012 la cifra de 10,145,000 derechos. Además, se menciona que la Comisión Nacional del Mercado de Valores será la autoridad competente para sancionar a las personas responsables del incumplimiento en el contexto español de los artículos 37° a 42° del Reglamento «UE» 1031/2010, en relación con las subastas de los derechos de emisión de GEI por subastar antes de 2013 (BOE núm. 305, de 20 de diciembre de 2012).

Ley 21/2003, de 7 de julio, de seguridad aérea, se encarga de crear los requisitos y obligaciones que deben cumplir las organizaciones que realizan actividades reguladas por la normativa de aviación civil, como el suministro de información requerida, el establecimiento de sistemas de gestión de seguridad operacional, la implantación de un sistema de calidad aprobado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, el respeto a los principios de objetividad, imparcialidad y confidencialidad, la contratación de seguros o constitución de depósitos o fianzas, entre otros. Además, se mencionan las actuaciones de verificación del cumplimiento

de los requisitos exigidos para el otorgamiento, mantenimiento y renovación de los certificados, aprobaciones, autorizaciones, licencias y habilitaciones que sean preceptivos en materia de aviación civil, así como las auditorías de organización y procedimientos que se realicen a las personas físicas y jurídicas que realicen actividades reguladas por la normativa de aviación civil. Todo lo anterior en el marco del denominado Programa Estatal de Seguridad Operacional para la Aviación Civil (BOE núm. 162, de 08 de julio de 2003).

El andamiaje anteriormente expuesto en el ámbito español, se encuentra precedido por la Ley 48/1960 de 21 de julio de Navegación Aérea que brinda unas pautas respecto a los impactos derivados de la actividad aérea. Esto es, los perjuicios asociados a la infraestructura aeroportuaria, específicamente en relación con la calidad acústica en el exterior de las edificaciones, los sobrevuelos, frecuencias e impactos ambientales generados por la navegación aérea. Se establecen medidas para evaluar continuamente el impacto ocasionado por la infraestructura a las poblaciones circundantes, vigilar y sancionar los incumplimientos que se pudieran producir y adoptar las medidas pertinentes para compatibilizar una explotación eficiente de la infraestructura aeroportuaria con los derechos de los dueños u ocupantes de los bienes subyacentes. Además, se establecen planes de acción que contemplan medidas compensatorias para los municipios en los que se superen los objetivos de calidad acústica en el exterior de las edificaciones (BOE núm. 176, de 23 de julio de 1960).

Del mismo modo, el Real Decreto 728/2022, de 6 de septiembre, por el que se establecen las disposiciones complementarias de la normativa europea en materia de títulos y licencias del personal de vuelo de las aeronaves civiles y restricciones operativas por ruido, se encarga de concretar los requisitos técnicos y procedimientos administrativos para la certificación de aeronavegabilidad y de carácter ambiental de las aeronaves y sus componentes en España. El objetivo del decreto es garantizar la coherencia de la normativa nacional con la normativa europea, asegurar la seguridad jurídica y la transparencia en el proceso de certificación. El Real Decreto establece los requisitos técnicos que deben cumplir las aeronaves y sus componentes, así como los procedimientos administrativos para la obtención de la certificación. Además, se establecen las responsabilidades de las autoridades

competentes y de los fabricantes en el proceso de certificación (BOE núm. 226, de 20 de septiembre de 2022).

En términos de las políticas ligadas a los cambios en la temperatura media global y sus implicaciones ambientales, la Ley 3/2013, de 4 de junio, se encarga de la creación de la Comisión de Estudio sobre el Cambio Climático en el Senado, órgano administrativo encargado de analizar y proponer medidas para enfrentar el cambio climático, incluyendo la contribución del sector aéreo a las emisiones de GEI.

Asimismo, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, establece normas para la prevención y control de la contaminación atmosférica. Tiene como objetivo establecer un marco normativo para la protección de la salud humana y del ambiente frente a la calidad del aire en España. Así mismo, aborda la protección de la atmósfera a la luz de los principios de cautela y acción preventiva, de corrección de la contaminación en la fuente misma y de quien contamina paga, y desde un planteamiento de corresponsabilidad, con un enfoque integral e integrador. La ley establece medidas para la prevención y control de la contaminación atmosférica, la reducción de emisiones contaminantes, la mejora de la calidad del aire, la información y participación ciudadana, y la cooperación y colaboración interadministrativa (BOE núm. 275, de 16 de noviembre de 2007).

Finalmente, en lo que respecta a la calidad del aire en España y la clasificación del sector aéreo como una actividad que impacta de manera negativa sobre la calidad del aire se crea el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera identifica y asigna a alguno de los tres grupos A, B y C, aquellas actividades que considera deben ser objeto de un control específico e individualizado, según lo estipulado en el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2011).

#### **4.3.2. Políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones**

Existen diversas políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones en el sector de la aviación en España, algunas incluyen la asignación gratuita de derechos de emisión, planes de acción, regulaciones específicas para el comercio de emisiones de la

aviación y ruido, la Ley de cambio climático y transición energética, y el Plan de Acción de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional desarrolladas a mayor profundidad a continuación.

En cuanto a la asignación gratuita de derechos de emisión en el sector aviación, se establece un acuerdo por el que se modifica la asignación individualizada de derechos de emisión a operadores aéreos para los años 2021 a 2023, mediante un inventario. La asignación gratuita fue adoptada por Consejo de Ministros a propuesta de los Ministerios para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de Asuntos Económicos y Transformación Digital, y de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, evidenciando la transversalidad interinstitucional y en consecuencia la importancia de establecer el régimen de los derechos de emisión (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO 2023).

Un aspecto relevante en términos de los planes de acción es aquellos que fomentan la sostenibilidad del sector aéreo, los cuales incluyen la medición de las emisiones de GEI en la aviación internacional y la implementación de medidas de mitigación frente al cambio climático y preservación de la calidad del aire local. En esencia, los Planes de Acción de los Estados son documentos estratégicos que permiten a los Estados establecer proyecciones a medio o largo plazo para abordar las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional. Estos planes reflejan la implementación de todas las medidas propuestas por la Organización de Aviación Civil Internacional, en adelante «OACI» en colaboración con partes interesadas, que incluyen; medidas tecnológicas, de gestión del tráfico aéreo, para el uso de combustibles sostenibles y las derivadas de la compensación de carbono.

Los Planes de Acción se revisan y actualizan periódicamente cada 3 años, lo que permite un seguimiento efectivo y concreto de la implementación de las medidas. Aunque dichos Planes de Acción no tienen un respaldo normativo a nivel nacional o internacional, se crean siguiendo las recomendaciones de la OACI. Desde la Asamblea de la OACI desarrollada en el año 2013, se han tomado decisiones clave para la creación de un plan estratégico en la aviación internacional que ayude a los Estados miembros a evaluar sus objetivos y medidas de implementación.

Para elaborar un Plan de Acción, es necesario inicialmente determinar las emisiones totales del Estado en la aviación internacional en años anteriores, estableciendo así los valores base para las estimaciones futuras. Existen varias metodologías para contabilizar las emisiones de CO<sub>2</sub> atribuidas a los vuelos internacionales, siendo las más comunes las propuestas por la OACI y el IPCC. Se alienta a los estados con operadores registrados a seguir la metodología de la OACI para la contabilidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional en sus Planes de Acción. Sin embargo, los Estados que ya utilizan la metodología del IPCC, o aquellos que no tienen compañías aéreas registradas, también pueden desarrollar voluntariamente un Plan de Acción para la OACI, estableciendo así su estrategia nacional para abordar las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional. Una vez que se conoce el origen de las emisiones y la estimación de crecimiento de la aviación según los parámetros establecidos para el Estado, se deben considerar los intervalos de mejora que los diferentes paquetes de medidas tienen en cuenta (MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA 2023).

Por otro lado, la Ley de cambio climático y transición energética, reglamentada mediante la Ley 7/2021, de 20 de mayo, establece objetivos nacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, energías renovables y eficiencia energética para la economía española. También se establecen medidas para facilitar la transición a una economía descarbonizada y se promueve la educación y capacitación para el desarrollo sostenible y la investigación, desarrollo e innovación. La ley se ha tramitado con transparencia y participación pública para obtener la mayor participación posible de la sociedad.

Del mismo modo, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico elaborará y actualizará periódicamente los informes que el Estado deba cumplimentar con objeto de cumplir las obligaciones de información asumidas por éste en el marco de la normativa nacional, comunitaria e internacional, así como para disponer de una fuente esencial de información para el conocimiento del estado del cumplimiento de las políticas y medidas en materia de cambio climático, su contribución a los objetivos climáticos y ambientales, la evaluación de su efectividad y la consecución de la neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero en España antes del año 2050.

Además, el Ministerio podrá solicitar a cualquier unidad del resto de los Ministerios, así como de sus organismos dependientes, la información necesaria para la estimación de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y el cálculo de sus proyecciones, así como para la evaluación de los impactos económicos y ambientales. Los Ministerios y organismos tendrán la obligación de suministrar los datos solicitados con el formato y estructura requeridos. De manera puntual, la ley establece los requisitos de las auditorías energéticas operacionales y de los Planes estratégicos de sostenibilidad ambiental que las compañías aéreas, los entes gestores de los aeropuertos de interés general y las empresas proveedoras de servicios de tránsito aéreo, sujetos a la supervisión de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, deberán llevar a cabo como medida para identificar oportunidades de mejora orientadas a la reducción de emisiones.

La ley también señala que las empresas que resulten obligadas al cálculo de su huella de carbono deberán elaborar y publicar un plan de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El plan de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero deberá contemplar un objetivo cuantificado de reducción en un horizonte temporal de cinco años, junto con las medidas para su consecución. Las empresas podrán compensar de manera voluntaria su huella de carbono (BOE núm. 121, de 21 de mayo de 2021).

Por su parte, el Libro Blanco de la Sostenibilidad de la Aviación en España tiene como objetivo identificar los retos de investigación, desarrollo e innovación «I+D+i» para impulsar un transporte aéreo sostenible en España y contribuir a los objetivos medioambientales del sector en Europa y en el ámbito global. El documento se divide en tres retos y siete áreas de trabajo, incluyendo áreas de operación y gestión de vehículos e infraestructuras aeronáuticas, evaluación ambiental y biodiversidad, y ambiente local. Además, se destaca la importancia de considerar las opiniones y preocupaciones de los grupos de interés y de integrar cláusulas ambientales en las contrataciones para incluir a la cadena de suministro en el objetivo de sostenibilidad. El documento también reconoce la crisis sanitaria del Covid-19 y su impacto en el tráfico aéreo y el sector en general.

De manera específica, dentro de las prioridades de I+D+i para limitar o reducir el impacto de las emisiones contaminantes de la aviación en la calidad del aire local incluyen

mejorar el transporte público en los accesos a los aeropuertos, incrementar el desarrollo de vehículos de bajas emisiones para vehículos aeroportuarios, mejorar la operativa en pista evitando la congestión de las mismas, ampliar la red de vigilancia de calidad de aire con el fin de prevenir o reducir los efectos potencialmente nocivos para la salud y para el medio ambiente en su conjunto, potenciar la vigilancia y control de la calidad de aire en los entornos aeroportuarios y sus alrededores, proporcionar datos actualizados para promover políticas y estándares de calidad de aire, y desarrollar tecnologías de propulsión más limpias.

Las estrategias para lograr una disminución de las emisiones involucra el impulso y desarrollo de mejoras operacionales que permitan reducir el consumo de combustibles, como la optimización del espacio aéreo, despegues y descensos continuos, operaciones en tierra y reducción del uso de Unidades Auxiliares de Potencia «APUs», reducción de peso y optimización de la carga, y reducción de práctica de tankering «carga de combustible extra por ahorro de costes», seguido del desarrollo de aeronaves y tecnologías más eficientes respecto al consumo energético, el uso de energías renovables y combustibles sostenibles de aviación y finalmente, la optimización de medidas de mercado de carbono, junto a la reducción de incertidumbres científicas sobre los efectos medioambientales de la aviación. Así mismo el plan menciona que los Estados Miembros de la OACI unidos a la industria de la aviación han establecido el objetivo aspiracional de mejorar anualmente un 2% en la eficiencia del uso del combustible hasta 2050, calculada según el volumen de combustible consumido por tonelada-kilómetro de pago efectuada.

Finalmente, el plan menciona múltiples medidas encaminadas a minimizar las molestias que causa el ruido sobre la población del entorno aeroportuario. Estas medidas se deben encuadrar en el marco del «enfoque equilibrado» adoptado por la OACI en la Resolución de la Asamblea A33-7 de octubre de 2001 y ratificada mediante la Resolución A36-2 de 2007. El enfoque equilibrado proporciona a los Estados contratantes de la OACI un enfoque internacionalmente convenido para afrontar el problema del ruido en los aeropuertos. Comprende cuatro elementos principales: reducción del ruido en la fuente «tecnología de las aeronaves», planificación y gestión de territorio, procedimientos operacionales de atenuación del ruido y restricciones a las operaciones de las aeronaves.

Además, se menciona la importancia de mejorar la interacción del sector con las comunidades locales afectadas por el ruido, colaborar con las autoridades locales para mejorar la gestión del territorio en el entorno aeroportuario y profundizar en el entendimiento de los factores no acústicos que inciden en la molestia provocada por el ruido (IGLESIAS *et al.* 2020).

Como se evidencia, las políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones en España para el sector aéreo reflejan el compromiso del país en abordar de manera efectiva el impacto ambiental de la aviación en el contexto del cambio climático. Estas iniciativas buscan promover prácticas más sostenibles y la mitigación de las emisiones de GEI en la industria aeroespacial española. Sin duda las políticas y estrategias se apoyan en uno de los instrumentos clave; el Sistema de Comercio de Derechos de Emisión la Ley 1/2005, señalado con anterioridad, mediante el cual se establece un límite en las emisiones permitidas y exige a las aerolíneas la obtención de permisos de emisión.

Es así como nace la Política Nacional Integrada de Energía y Clima 2021- 2023, la cual representa una oportunidad económica significativa con beneficios destacados en términos ambientales, financieros, laborales, sociales y de salud pública que impactan sobre el sector aéreo y sus actividades. Según los datos clave presentados, la política movilizará inversiones por un total de 241 mil millones de euros en España entre 2021 y 2030, generando un efecto expansivo en la economía. Además, se prevé un aumento del Producto Interior Bruto «PIB» de entre 16,500 y 25,700 millones de euros durante ese período, impulsado por las inversiones planificadas, la mayor eficiencia energética y la reducción en la importación de combustibles fósiles. Estas medidas también se traducirán en la creación de entre 253,000 y 348,000 nuevos empleos entre 2021 y 2030, especialmente en el sector de energías renovables. El impacto positivo se extiende al ahorro proyectado de 67 mil millones de euros hasta 2030 debido a la disminución en la demanda de combustibles fósiles importados. En términos de salud, se anticipa una notable mejora en la calidad del aire gracias a las medidas del plan, evitando aproximadamente 2,400 muertes prematuras en España en 2030, una disminución significativa del 27% en comparación con el escenario sin las medidas (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA 2021).

De esta manera, España se adhiere a las políticas para la promoción del transporte sostenible, esto es, desde un enfoque integral de movilidad sostenible, se impulsan alternativas al transporte aéreo en rutas nacionales e internacionales de corta distancia. Se fomenta el uso del transporte público, como el ferrocarril, como una alternativa más sostenible para reducir la demanda de vuelos cortos y disminuir las emisiones relacionadas.

En cuanto a lo que respecta al Plan de Acción Climática del año 2021, los Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea «AENA», como empresa pública española que se encarga de gestionar los aeropuertos de interés general en España, destaca la importancia de la acción climática en el contexto de reconstrucción post-COVID-19. Se enfatiza el consenso científico sobre el impacto perjudicial de las emisiones de GEI y se menciona el Acuerdo de París como marco internacional para limitar el calentamiento global.

Europa lidera los esfuerzos en la comunidad internacional, estableciendo objetivos de neutralidad de carbono y promoviendo la introducción de combustibles de aviación sostenibles. En este sentido, la AENA se posiciona como un actor estratégico para el desarrollo económico y la conectividad social, destacando el papel clave del transporte aéreo en el turismo y el comercio. Así mismo, el Plan de Acción Climática menciona los compromisos de la AENA y del sector de la aviación europea hacia la descarbonización, así como la alineación con recomendaciones internacionales sobre divulgación financiera relacionada con el clima. El Plan de Acción Climática de la AENA se alinea con los objetivos globales, como el Acuerdo de París y el Pacto Verde Europeo, en varios aspectos clave. En primer lugar, el plan establece metas ambiciosas para reducir las emisiones de carbono, con el propósito de lograr la neutralidad de carbono en 2026 y alcanzar cero emisiones netas de carbono en 2040. Estos objetivos están en sintonía con los compromisos adoptados por la Unión Europea en el marco del Pacto Verde Europeo, que busca una reducción de al menos el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, y la consecución de la neutralidad de carbono en 2050.

Anudando en lo anterior, el Plan de Acción Climática de AENA se fundamenta en las directrices del Grupo de Trabajo sobre Divulgaciones Financieras Relacionadas con el Clima y la Junta de Normas de Contabilidad de Sostenibilidad, lo cual asegura la transparencia y la responsabilidad en la gestión de los riesgos y oportunidades climáticas. Este enfoque se alinea

con los principios del Acuerdo de París, que promueve la divulgación de información relacionada con el clima por parte de las empresas. De manera análoga, el AENA se ha unido a diversas iniciativas y alianzas internacionales centradas en la acción climática, como el NetZero 2050 de ACI Europea, que busca alcanzar emisiones netas cero de CO<sub>2</sub> en los aeropuertos europeos, y la European Clean Hydrogen Alliance, que tiene como objetivo desarrollar un sector de hidrógeno limpio en Europa. Estas colaboraciones reflejan el compromiso de AENA de trabajar conjuntamente con otros actores del sector para impulsar la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono (AENA 2021).

Estas políticas y medidas demuestran el compromiso de España en abordar las emisiones de GEI en la aviación, buscando una industria aeroespacial más sostenible y alineada con los objetivos de mitigación del cambio climático.

#### **4.3.3. Análisis jurisprudencial, casos relevantes y precedentes**

El análisis jurisprudencial de los casos relevantes y precedentes en relación a los GEI en el Sector Aéreo Español es fundamental para comprender la evolución y aplicación de las regulaciones ambientales en esta industria. A través del estudio de casos judiciales significativos, es posible identificar tendencias, desafíos y enfoques legales referente a la problemática de las emisiones de GEI en la aviación. A continuación, se presentan algunos de los casos más destacados que han contribuido a la configuración del marco jurídico en España, así como referencias bibliográficas sugeridas para respaldar este análisis.

La Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea de 21 de diciembre de 2011, asunto C-366/10, se deriva de una solicitud de decisión prejudicial presentada por la High Court of Justice (England & Wales), Queen's Bench Division (Administrative Court) en el Reino Unido en un litigio relacionado con la validez de las medidas de transposición de la Directiva 2008/101 adoptadas por el Reino Unido en relación con las emisiones de GEI de la aviación internacional. Se plantearon cuestiones sobre si la Directiva era compatible con el Derecho consuetudinario internacional y los convenios internacionales de aviación civil, como el Convenio de Chicago de 1944. Posteriormente, el Tribunal de Justicia de la Unión Europea «TJUE» analizó estas cuestiones y concluyó que la Directiva no entraba en contradicción con las fuentes internacionales citadas, incluidos el Acuerdo de transporte aéreo entre la UE y los

EE. UU. Sin embargo, el TJUE excluyó el Convenio de Chicago y el Protocolo de Kioto como parámetros de validez. El TJUE también determinó que la Directiva se aplica a vuelos con origen o destino en aeropuertos de la UE y no vulnera la soberanía de terceros Estados ni el principio de territorialidad, ya que las aeronaves están físicamente en territorio de la UE al operar en aeropuertos de la UE. En resumen, la sentencia confirmó la validez de la Directiva 2008/101 y su aplicación a las emisiones de gases de efecto invernadero de la aviación internacional en el territorio de la UE.

Por otro lado, la Sentencia 87/2019 del 20 de junio de 2019, analiza el recurso de inconstitucionalidad respecto a las disposiciones de la Ley del Parlamento de Cataluña 16/2017, de 1 de agosto, sobre cambio climático. En el ámbito de la economía, puertos, medio ambiente, energía y minería, se otorgan competencias específicas. Además, se establecen pautas relacionadas con las limitaciones en la capacidad de recaudación de impuestos por parte de las regiones autónomas. Esto incluye la parcial anulación de ciertas disposiciones relacionadas con los presupuestos de carbono, políticas sectoriales, un fondo destinado al cambio climático, metas para la reducción de emisiones y una zona designada como libre de hidrocarburos. También se proporcionan interpretaciones flexibles en línea con las directrices de la ley en lo que respecta a objetivos relacionados con el suministro de agua, la promoción de vehículos menos contaminantes y el comercio de derechos de emisión (BOE núm. 177, de 25 de julio de 2019).

Así mismo, podemos encontrar el Caso AENA vs. Organizaciones Ambientalistas, la disputa representa un hito en la jurisprudencia española relacionada con las emisiones de GEI en la aviación. Organizaciones ambientalistas presentaron una demanda contra la AENA argumentando que la expansión de los aeropuertos y el aumento del tráfico aéreo contribuyen significativamente a las emisiones de GEI y al cambio climático. El caso llevó a un debate sobre la responsabilidad de las autoridades aeroportuarias en la mitigación de impactos ambientales. El análisis de este caso proporciona visiones sobre cómo se ha abordado la relación entre el desarrollo de la aviación y la sostenibilidad ambiental (CLIMÁTICA 2023).

Según ROSELLÓ ROIG 2013, como precedente puede hablarse de la implementación de Mecanismos de Compensación de Carbono, como los casos relacionados con la obligación de las aerolíneas de compensar sus emisiones de GEI a través de programas de reforestación u otros proyectos de mitigación ambiental, como los proyectos REED+ estos casos proporcionan una visión de cómo se ha abordado estrategias para asumir la responsabilidad de las aerolíneas en la reducción de su huella de carbono.

#### 4.4. REGULACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SECTOR AÉREO COLOMBIANO

La normativa y regulación concerniente a los GEI en el ámbito de la aviación ha cobrado un protagonismo innegable en el contexto contemporáneo, en el cual la urgente necesidad de abordar el cambio climático se ha convertido en un imperativo global. En este sentido, el sector aéreo colombiano emerge como un actor fundamental en la convergencia entre el desarrollo de la industria y la preservación del ambiente. Este capítulo converge en el análisis de la regulación de GEI en el sector aéreo colombiano, explorando su marco legal, políticas implementadas y jurisprudencia relevantes. En un entorno caracterizado por la creciente intersección entre las demandas económicas y los retos ecológicos, esta exploración permite desentrañar la compleja red de interacciones legales y ambientales que moldean la búsqueda de la sostenibilidad en la industria aérea colombiana.

##### 4.4.1. Marco Legal y Normativo

El marco legal y normativo que rige la regulación de gases de GEI en el sector aéreo colombiano es fundamental para abordar uno de los principales desafíos ambientales de nuestro tiempo: el cambio climático. En este contexto, la Ley 2169 de 2021 representa un hito importante, ya que establece las bases legales para la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en la aviación colombiana. Esta legislación proporciona una estructura sólida para la supervisión y regulación de las emisiones en el sector, enfocándose en la transparencia y la rendición de cuentas.

Para respaldar estos esfuerzos, Colombia ha desarrollado el Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero, un instrumento esencial que recopila datos detallados sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en el país, incluyendo las

relacionadas con la aviación. Este inventario proporciona información valiosa para evaluar el progreso en la reducción de emisiones y para tomar decisiones informadas en la formulación de políticas.

Además, Colombia participa activamente en el Sistema de compensación y reducción de las emisiones de carbono de la aviación internacional, «por sus siglas en inglés CORSIA», el cual desarrolla un programa global que busca limitar el crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación internacional a través de la compra de créditos de carbono. Esta iniciativa refleja el compromiso del país en contribuir a la mitigación del cambio climático a nivel internacional, régimen desarrollado a mayor profundidad a continuación.

Como se mencionó a manera de preámbulo anteriormente, la Ley 2169 de 2021 del Congreso de la República, impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo la articulación de esfuerzos entre el sector público, el sector privado y la cooperación internacional, la transición económica hacia la carbono neutralidad, y la formulación e implementación de acciones para conservar y mejorar sumideros y depósitos de gases efecto invernadero. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con las entidades nacionales y territoriales competentes, deberá incorporar en los instrumentos sectoriales de planificación existentes y futuros, acciones orientadas a alcanzar las metas país en materia de mitigación, así como a garantizar las condiciones habilitantes para la implementación y avance en la consolidación de las siguientes medidas mínimas: acciones que impulsen la gestión de la energía y la eficiencia energética de la industria, entre ellas las relacionadas con buenas prácticas operativas que contribuyan a la optimización del uso de los energéticos, sustitución de acciones de reducción y remoción de emisiones. Las metas nacionales de mitigación de GEI a 2030 se encuentran establecidas en el artículo 5°, y comprenden la reducción de las emisiones GEI en un 51% respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030, excluyendo incendios forestales, y la remoción de 66 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Las acciones mínimas para lograr estas metas se desarrollarán mediante procesos de mitigación y adaptación al cambio climático en diferentes sectores, la conceptualización e implementación del Sistema Nacional de Información de Cambio

Climático, la formulación y ejecución de planes de acción de corto plazo de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático, entre otras.

En lo que respecta al sector aéreo, la Ley 2169 de 2021 establece acciones para la modernización y optimización de la gestión del tráfico aéreo, así como para la implementación de medidas de eficiencia energética en aeropuertos y vuelos del país a 2030. Estas acciones se desarrollarán en conjunto con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil «Aerocivil».

En cuanto al Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero, Colombia ha desarrollado un Inventario Nacional y Departamental en el marco de la reducción voluntaria de emisiones de GEI en un 20% como aporte a la meta de evitar llegar a un incremento de 2°C en la temperatura global. Es un insumo fundamental para que los tomadores de decisión en las regiones puedan identificar e implementar acciones con el fin de avanzar hacia el desarrollo de territorios bajos en carbono. De igual manera, incluye información sobre vulnerabilidad, medidas de adaptación y mitigación, emisión y captura de GEI, educación y comunicación, entre otros temas, a nivel nacional y regional, con el fin de brindar herramientas para la planeación territorial en el mediano y largo plazo. Los inventarios fueron elaborados con las más recientes metodologías desarrolladas por el IPCC, y se basan en las «Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero», incluyendo información sobre la estimación de emisiones directas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, SF<sub>6</sub> y PFC generadas por las diferentes actividades humanas (IDEAM *et al.* 2016).

En el ámbito internacional, Colombia ha participado en el Esquema de Reducción y Compensación de Carbono para la Aviación Internacional «CORSIA», que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la aviación global. Lo anterior, abre la posibilidad de implementar un mercado de carbono en Colombia a través de la autorización a las empresas de utilizar bonos de carbono colombianos reales y adicionales, con el fin de incentivar la mitigación en sectores sin regulación. Además, se menciona que el Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo Sostenible en adelante «MADS», está trabajando en la creación de un mercado regulado de carbono nacional y se está lanzando el sistema de compraventa de bonos de carbono en la bolsa Mercantil, en coordinación con la Fundación Natura y el

Banco Interamericano de Desarrollo «BID». También se menciona la existencia de un mercado voluntario de carbono para empresas no reguladas, soportado por sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación «MRV» que permitan la implementación eficiente de las herramientas del gobierno.

En lo que atañe a la metodología del CORSIA, el mismo se basa en sistemas de compensación de CO<sub>2</sub> para la aviación internacional. Cada operador de línea aérea debe estimar sus emisiones de CO<sub>2</sub> en función del consumo de combustible logrado en las rutas aéreas incluidas en el alcance de CORSIA para un año determinado. Además, deben lograr la verificación de terceros para sus emisiones. El sistema de compensación de emisión de carbono permite, no sólo a las empresas e instituciones públicas, sino también a personas a título individual, invertir en proyectos ambientales en cualquier parte del mundo con el objetivo de equilibrar su propia huella de carbono. Los bonos de carbono son un mecanismo de compensación de CO<sub>2</sub> que se incluyen en el CORSIA y permiten a los compradores y vendedores comercializar reducciones de emisiones de GEI. Finalmente, se propone un modelo de negocio para la reducción de emisiones por transporte aéreo nacional en Colombia. Se establece un diseño de investigación no experimental para analizar el comportamiento de los negocios verdes enfocados en mercados de carbono voluntarios en Colombia a partir de la demanda producida por el sector aéreo. Además, se plantea la posibilidad de viabilizar la comercialización de créditos de carbono al generar herramientas o instrumentos para la inversión de líneas aéreas mundiales en los programas regionales de REDD+ a través de la financiación internacional por medio de plataformas como la de mercados voluntarios de carbono, estandarizando así un contrato de compra de reducción de emisiones (BUITRAGO y HERNÁNDEZ 2019).

El Decreto Único reglamentario del sector ambiental en Colombia reglamentado por el Decreto 1076 de 2015 del MADS, define algunos aspectos sobre la calidad del aire, normas para la prevención y control de la contaminación atmosférica en general. Incluyendo límites máximos permisibles de emisión de contaminantes atmosféricos, monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, y medidas para la prevención y control de la contaminación atmosférica en situaciones de emergencia ambiental.

La Resolución 2254 de 2017 del MADS, definida como la norma de calidad del aire que hace parte del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental, representa un paso significativo en la gestión y regulación de la calidad del aire en Colombia al abordar diversos aspectos relacionados con la contaminación atmosférica. A través de esta normativa, se monitorea, controla y reduce los niveles de contaminación en el país, con el objetivo de proteger la salud de la población y preservar el medio ambiente. Uno de los aspectos destacados es su enfoque en la presentación de valores, comparaciones e impactos de diversos indicadores de calidad del aire. Esto proporciona una base sólida para comprender la magnitud del problema de la contaminación y sus posibles consecuencias para la salud humana y el ecosistema en general. Al presentar esta información de manera clara y accesible, la resolución contribuye a sensibilizar a la sociedad y a las autoridades sobre la importancia de abordar este tema de manera efectiva.

La normativa también promueve la adopción de métodos de medición específicos para evaluar la calidad del aire de manera precisa y confiable. Esto es esencial para obtener datos que respalden la toma de decisiones informadas y la evaluación de la efectividad de las medidas implementadas. Asimismo, la creación de un protocolo de vigilancia de la calidad del aire refuerza la importancia de un monitoreo continuo y sistemático para garantizar un seguimiento constante de los niveles de contaminación y la evaluación de su evolución a lo largo del tiempo.

Si bien la Resolución 610 de 2010 se enfoca principalmente en la calidad del aire y las medidas de control de la contaminación, es importante mencionar que, como se ha señalado, la normativa no establece de manera explícita las actividades derivadas del sector aéreo en relación con la contaminación atmosférica. Sin embargo, la resolución establece un marco normativo sólido que sienta las bases para abordar la contaminación atmosférica en general y puede ser complementado con enfoques específicos para sectores particulares, como el sector aéreo, en futuras regulaciones o políticas ambientales.

Por su parte, el Decreto 410 de 1971, establece las disposiciones sobre la aeronáutica en Colombia, regula las actividades vinculadas al empleo de aeronaves civiles y declara la aeronáutica civil como de utilidad pública. Además, crea normas y reglamentos que deben

seguir las aeronaves y los explotadores de servicios aéreos en Colombia. Así mismo, establece los requisitos técnicos que deben reunir las aeronaves y dicta las normas de operación y mantenimiento de las mismas. El objetivo principal del decreto es garantizar la seguridad, eficiencia y economía en la prestación de servicios aéreos en Colombia. También se establecen las condiciones y requisitos que deben cumplir las aeronaves para obtener el certificado de navegabilidad y la matrícula colombiana. La autoridad aeronáutica deberá reglamentar las actividades de las escuelas de aviación, aeroclubes y entidades dedicadas al mantenimiento de aeronaves.

Luego encontramos la Ley 105 de 1993, la cual esboza el plan general para el sector del transporte en Colombia. Incluye la definición de la infraestructura nacional de transporte, los principios que rigen el transporte y el proceso de planificación del transporte y la infraestructura. La ley también establece las responsabilidades de los distintos niveles de gobierno en el sector del transporte y la necesidad de colaboración entre ellos y esboza los requisitos para los planes de inversión y los planes modales de transporte.

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil «UAEAC», entidad gubernamental encargada de regular y supervisar la aviación civil en Colombia, así como de promover el desarrollo de la industria aeronáutica en el país, posee múltiples obligaciones, entre ellas, regular la composición y funcionamiento de los consejos en los distintos aeropuertos, asignar un lugar dentro de las instalaciones aeroportuarias para que la Asociación de Pasajeros Aéreos «APAC» reciba las quejas y sugerencias de los usuarios del transporte aéreo, y velar por la seguridad y protección del transporte aéreo mediante la aplicación de sanciones administrativas por infracciones a la normativa aeronáutica. Además, es responsable del régimen personal de sus empleados, del régimen especial de contratación de las obras, adquisiciones y suministros necesarios para garantizar la seguridad aérea y aeroportuaria, junto a la mejora de las infraestructuras aeroportuarias. La autoridad ambiental del sector del transporte, en coordinación con la autoridad ambiental de carácter nacional, son responsables de establecer los niveles máximos de emisión de contaminantes como sustancias, ruido y gases de efecto invernadero procedentes de los motores de los distintos tipos de vehículos entre ellos el sector aéreo.

Posteriormente la Ley 336 de 1996 representa un paso importante en la regulación del transporte aéreo en Colombia al abordar el tema en su Capítulo Segundo. Esta ley reconoce el transporte aéreo como un servicio público esencial, lo que refleja la relevancia y la necesidad de garantizar su adecuada prestación para beneficio de la sociedad en general. Al establecer que el transporte aéreo se rige exclusivamente por las normas del Código de Comercio, se crea un marco legal claro y coherente para la operación y la gestión de las actividades relacionadas con la aviación en el país. Un aspecto destacado de la mencionada ley es la atención que presta a las condiciones técnicas necesarias para la homologación de los equipos destinados a la prestación del servicio público de transporte aéreo. La norma establece que estos equipos deben cumplir con requisitos específicos que aseguren su alto rendimiento y mecanismos de seguridad eficientes durante la operación. Este enfoque en la seguridad no solo es fundamental para garantizar la integridad de los pasajeros y la tripulación, sino también para minimizar riesgos y prevenir accidentes, lo que es coherente con estándares internacionales de seguridad aérea.

Asimismo, la Política Nacional de Cambio Climático, adoptada en 2017, subraya la necesidad de integrar medidas de reducción de emisiones en diferentes sectores, incluido el aéreo, como parte de la estrategia para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones.

#### **4.4.2. Políticas, medidas y estrategias para la reducción de emisiones**

Además de lo anteriormente expuesto en el andamiaje regulatorio en Colombia, existen otras políticas, medidas y estrategias que pueden ser implementadas para la reducción de emisiones en el sector aéreo en Colombia. Entre ellas encontramos, el compromiso de reducción de emisiones, donde Colombia se ha comprometido a reducir sus emisiones de GEI en un 20% en relación con las proyectadas hacia 2030, lo que podría tener un impacto significativo en la reducción de emisiones en el sector aéreo. Dicha Contribución Nacionalmente Determinada «NDC» de Colombia, establece metas y estrategias para reducir las emisiones y destaca la importancia de la gestión efectiva de la información y la transparencia en la toma de decisiones. También se mencionan las necesidades de apoyo para la creación y fortalecimiento de capacidades, el desarrollo y la transferencia de tecnología, y el financiamiento. El documento se alinea con otros instrumentos de planificación y

comunicación de acciones en Colombia, como la Comunicación Nacional y el Plan Nacional de Adaptación. El sector aéreo es uno de los sectores de transporte que se encuentra dentro del ámbito de acción del Programa de Adaptación al Cambio Climático (MADS 2020).

Así mismo, la Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. Allí Colombia establece medidas y políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo la transición hacia una economía baja en carbono, la promoción de energías renovables, la implementación de medidas de eficiencia energética. Aunque no es vinculante, es importante entender que esta guía es una oportunidad para orientar todas las acciones y ambiciones sectoriales y territoriales hacia una visión común. La transformación hacia el carbono neutralidad y la resiliencia no pasa solo por las normativas e instrumentos de planificación, sino que hay que contar con capacidades humanas, información, investigación y tecnología disponible para hacerle frente a dichas transformaciones y poder emprenderlas exitosamente. La estrategia se enfoca en fortalecer las condiciones habilitantes de generación de información e investigación, construcción de capacidades, innovación y transferencia de tecnología. Además, se debe estar listo para reaccionar frente a la desinformación cuando ésta ocurra, de manera rápida y proactiva. En cuanto a las variables prioritarias a abordar se encuentra el crecimiento económico, conservación de la biodiversidad, productividad, sistemas de producción agropecuaria, riesgo climático, ordenamiento territorial, deforestación, competitividad y los GEI. Estas variables son consideradas volátiles ya que su influencia y dependencia pueden impulsar cambios sobre las motoras y las más dependientes. Por lo tanto, abordar estas variables directamente en el corto plazo puede hacer que el sistema cumpla su objetivo o llevarlo a una trayectoria indeseada. De igual forma, menciona la importancia de la Ley de Acción Climática y la Estrategia de largo plazo E2050 para lograr objetivos climáticos de carbono.

La participación ciudadana en clave de gobernanza para lograr la E2050 y avanzar en la gestión del cambio climático. Se destaca la necesidad de encontrar escenarios en donde la voz de los participantes trascienda hacia escenarios de responsabilidad y legitimidad, por lo cual, se considera la participación ciudadana como un elemento transversal para lograr la E2050 y avanzar en la articulación de los espacios comunitarios con los espacios de toma de

decisiones. En este sentido, se considera importante el diseño de espacios de interacción que permitan ver la capacidad de los diferentes actores sociales, sus agendas programáticas, objetivos políticos y posibilidades de articulación, que en el caso de las formas organizativas como las Juntas de Acción Comunal «JAC», las figuras de organización indígena como parcialidades, cabildos, resguardos; los espacios autónomos de las organizaciones afro, entre otros, deberían ser percibidos como actores anclados en los territorios, con agendas y procesos que trascienden el espacio de encuentro y donde el objetivo del diálogo sea la articulación de agendas institucionales con las organizaciones sociales. Además, se menciona la importancia de la aproximación socio-ecológica para comprender que todas las acciones comunitarias y sectoriales tienen expresiones territoriales concretas y que para su cabal desarrollo deben realizarse a través de una gestión proactiva, diferencial, informada, consciente, corresponsable y articulada, la cual parte de una visión general de los problemas, los territorios y comunidades, y se materializan en una planificación regional integral que oriente todas las acciones locales (GOBIERNO DE COLOMBIA 2021).

Por su parte el Plan Estratégico Aeronáutico 2030 es un instrumento para el desarrollo del sector aeronáutico en Colombia. Se basa en seis áreas temáticas, incluyendo competencias institucionales, conectividad y competitividad, infraestructura y sostenibilidad ambiental, industria aeronáutica y cadena de suministro, seguridad operacional y seguridad de la aviación civil, y desarrollo del talento humano. El plan pretende consolidar las funciones de autoridad, prestación de servicios e investigación de accidentes para promover el crecimiento del sector de la aviación en Colombia. El plan también recomienda clarificar las competencias de la Aerocivil y las entidades relacionadas, propiciando la optimización del uso de los recursos y fortalecer la participación de los diferentes actores del sector. El plan incluye objetivos y recomendaciones para alcanzar sus metas. Entre lo establecido también se contempla el crecimiento de la aviación y se asocia a un aumento en el efecto ambiental y social de la aviación que pone en riesgo la sostenibilidad del sistema y plantea desafíos en los compromisos de Colombia para enfrentar el calentamiento global, basados en medidas de compensación basadas en mercados, mejoras tecnológicas operacionales y la utilización de energías alternativas, cuya utilización mitigue su impacto. Además, se hace referencia a la

necesidad de un desarrollo sostenible mediante la reducción y compensación del efecto ambiental (AERONÁUTICA CIVIL 2018).

Por su parte, el Plan de Acción Nacional de Mitigación en el Sector Aéreo, contempla una serie de acciones concretas destinadas a reducir las emisiones de GEI en la aviación. Entre las medidas destacan la promoción de la eficiencia energética en las operaciones aéreas, la implementación de tecnologías más limpias en las flotas y la incorporación de biocombustibles en la operación de aeronaves. Colombia ha impulsado la investigación y desarrollo de biocombustibles avanzados a partir de fuentes sostenibles, como la palma de aceite y la caña de azúcar. Además, se fomenta la inversión en tecnologías más eficientes y menos contaminantes en la operación de aeronaves (CASTILLO 2016).

En consonancia, la Federación Nacional de Biocombustibles ha firmado un acuerdo con la OACI para apoyar la reducción de las emisiones de la aviación en Colombia. Establece un acuerdo con el país con el objetivo de promover los combustibles de aviación sostenibles y desarrollar el potencial de cada país en el programa. La industria de la aviación es responsable del 2% de las emisiones del transporte mundial, y los SAF son la principal estrategia de las compañías aéreas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. El acuerdo permite el intercambio de experiencias y la promoción de proyectos para la producción de combustibles de aviación sostenibles (GUZMÁN GALEANO 2013).

Colombia reconoce la importancia de la colaboración internacional en la reducción de emisiones en la aviación. El país participa en iniciativas regionales y globales para intercambiar mejores prácticas, conocimientos técnicos y lecciones aprendidas. La cooperación con otros países y organismos internacionales facilita la adopción de enfoques más efectivos y la implementación de políticas y medidas innovadoras.

#### **4.4.3. Análisis Jurisprudencial, Casos Relevantes y Precedentes**

Hasta la fecha, no se han identificado referencias específicas de jurisprudencia en Colombia relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero en el sector aéreo. Sin embargo, es importante destacar que existen pronunciamientos significativos por parte del sector privado, particularmente de las aerolíneas, en relación con esta cuestión. Estas empresas han tomado medidas importantes y adoptado estrategias para abordar la reducción

de sus emisiones de gases de efecto invernadero, evidenciando un compromiso activo en la mitigación de su impacto ambiental en el país.

En el ámbito de la aviación, un caso importante es la implementación de un plan piloto de compensación de emisiones en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá. Este proyecto, desarrollado en colaboración con la OACI, establece mecanismos para medir y reducir las emisiones de GEI en el aeropuerto, incluyendo la implementación de medidas de eficiencia energética y el uso de biocombustibles en la operación de aeronaves (ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ 2018).

En el panorama de la aviación local, es digno de destacar el compromiso y los avances significativos que algunas aerolíneas colombianas están realizando para abordar la cuestión de las emisiones de GEI en su operación. En particular, Avianca ha logrado una mejora notable en términos de eficiencia energética, reportando un ahorro significativo del 20% en el consumo de combustible al cambiar su flota de aviones. La aerolínea se encarga de monitorear la intensidad de las emisiones de GEI, la reducción de las emisiones de GEI, el consumo de combustible, la compensación voluntaria, la gestión de los impactos relacionados con los vertidos de agua, el consumo energético dentro de la organización, la intensidad energética y la reducción del consumo energético (Avianca Group International Limited 2021). Esta acción concreta no solo demuestra el reconocimiento de la importancia ambiental de reducir las emisiones, sino también la disposición de la industria a adoptar tecnologías más avanzadas y eficientes para lograr una operación más sostenible.

Además, tanto Avianca como LAN han tomado medidas adicionales para avanzar en su compromiso ambiental al encargar a Airbus aeronaves más modernas y eficientes en términos de consumo de combustible. es un paso significativo hacia adelante en la dirección correcta. Estas acciones reflejan una visión a largo plazo de las aerolíneas, donde la inversión en tecnologías más limpias y eficientes es esencial no solo para cumplir con las regulaciones ambientales en evolución, sino también para reducir el impacto ambiental global de la aviación. Del mismo modo, la renovación de flotas también es un patrón emergente en otras aerolíneas regionales. Empresas como Easy Fly y Copa Airlines también están tomando medidas concretas para mejorar su eficiencia y reducir sus emisiones mediante la

modernización de sus aviones. Estas iniciativas no solo se traducen en beneficios ambientales al disminuir el consumo de combustible y las emisiones, sino que también pueden resultar en ahorros económicos a largo plazo para las compañías, al reducir los costos operativos asociados con el combustible. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos positivos, es importante señalar que aún existen desafíos y áreas de desarrollo pendientes en la industria de la aviación en Colombia. A pesar de los avances en la flota y la tecnología, las orientaciones del Estado en relación con la producción de biocombustibles y la viabilidad de los combustibles aéreos más sostenibles aún están en una etapa incipiente. Esto sugiere que hay margen para un mayor desarrollo y apoyo por parte de las autoridades gubernamentales para impulsar la adopción y la producción de alternativas de combustibles más ecológicos y de bajo carbono en la aviación (BRICEÑO MORENO 2013).

#### 4.5. OPORTUNIDADES Y RECOMENDACIONES PARA LA PROMOCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR AÉREO: ESPAÑA Y COLOMBIA

En un contexto mundial la creciente demanda de conectividad y movilidad se contrapone con la necesidad imperante de reducir el impacto ambiental y las emisiones de GEI asociadas con la aviación. En este capítulo, se exploran las oportunidades y se formulan recomendaciones clave que tienen el potencial de transformar la trayectoria del sector aéreo, tanto en España como en Colombia, hacia una dirección más sostenible y en armonía con los desafíos ambientales globales.

El análisis previo de la regulación, políticas y medidas adoptadas en ambos países para abordar las emisiones de GEI en la industria aérea ha sentado las bases para esta fase crucial de la investigación. Ahora, se abre un espacio para examinar de manera detallada las oportunidades concretas que pueden ser capitalizadas para avanzar hacia una aviación más amigable con el ambiente. Estas oportunidades no solo tienen el potencial de disminuir la huella de carbono de la aviación, sino que también pueden contribuir a la innovación, la competitividad y el crecimiento sostenible de la industria.

A través de un enfoque de análisis comparativo, se identificarán áreas de convergencia y divergencia entre España y Colombia en términos de normativa, políticas y estrategias de sostenibilidad en la aviación. Esta evaluación permitirá resaltar las mejores prácticas y

enfoques exitosos que podrían ser replicados o adaptados en ambos países para promover un futuro más sostenible en la industria aérea. Además, se explorarán las sinergias y posibles vías de cooperación internacional que podrían fortalecer la respuesta conjunta ante los desafíos ambientales y climáticos.

Las recomendaciones que surgirán de este análisis abordan cuestiones legales, políticas y económicas. Se busca proporcionar orientación concreta para la formulación de políticas y la toma de decisiones, con el objetivo último de integrar la sostenibilidad de manera intrínseca en la industria aérea. A medida que avanzamos en la búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo económico y la responsabilidad ambiental, este capítulo busca brindar una hoja de ruta clara y pragmática hacia un sector aéreo más consciente, resiliente y sostenible en España y Colombia.

#### **4.5.1. Influencia en la interpretación y aplicación de las regulaciones en materia ambiental**

La regulación de las emisiones de GEI en el sector aéreo no solo depende de la adopción de normativas internacionales, sino que también está moldeada por cómo estas regulaciones son interpretadas y aplicadas a nivel nacional. En este contexto, este subcapítulo se adentra en la interacción entre el marco normativo global y las particularidades de cada país, centrándose en España y Colombia, y su papel en la promoción de prácticas sostenibles en la industria aérea.

La adaptación de acuerdos internacionales, como el Acuerdo de París, a contextos nacionales es un proceso fundamental para la implementación de políticas ambientales efectivas. España y Colombia, como firmantes de estos acuerdos, se ven influenciados por las metas globales de reducción de emisiones. Sin embargo, cada país enfrenta desafíos únicos en términos de desarrollo económico, infraestructura y recursos naturales. Esta adaptación contextual puede resultar en enfoques distintos para alcanzar los objetivos establecidos, lo que destaca la necesidad de considerar las realidades nacionales al evaluar la efectividad de las regulaciones de GEI en la aviación.

En el análisis comparativo entre España y Colombia en relación con las emisiones de GEI en el sector aéreo, demuestra que ambos países cuentan con regulaciones y medidas

destinadas a la reducción de emisiones en la industria de la aviación. En Colombia, la participación en el Esquema de Reducción y Compensación de Carbono para la Aviación Internacional, conocido como «CORSIA», representa una iniciativa voluntaria adoptada por el sector privado con el propósito de reducir las emisiones de GEI en la aviación internacional. Además, el marco normativo se ve influenciado por un mercado de emisiones de GEI, conforme a lo establecido en la Ley 2469 de 2021. Todo esto se complementa con el Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero, el cual establece objetivos específicos de reducción de GEI. Por último, se debe mencionar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible «MADS», que incluye las normas de calidad del aire ambiente conforme a lo dispuesto en la Resolución 2254 de 2017.

En cuanto a la influencia en la interpretación y aplicación de las regulaciones en materia ambiental en España se manifiesta a través de una estrecha articulación con el comercio de derechos de emisión, establecido de acuerdo a las directrices de la Unión Europea mediante sus reglamentos. Esta integración se origina en la Directiva 2003/87/CE y, en el caso de España y posteriormente regulada por la Ley 1/2005. Además, la Ley 34/2007 de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera juega un papel fundamental al establecer las bases para la protección de la atmósfera y la prevención y control de la contaminación atmosférica en el país. Esta legislación sienta las pautas para la gestión de la calidad del aire y la protección de la atmósfera, influyendo directamente en la interpretación y aplicación de las normativas ambientales en España.

Ahora bien, a pesar del desarrollo de normativas relacionadas con los derechos de emisión y la calidad del aire en España y Colombia, los pronunciamientos jurisprudenciales sobre estos temas son relativamente escasos. En el caso de Colombia, se observa una falta de precedentes jurisprudenciales en estos ámbitos. Sin embargo, es importante destacar que existen otros tipos de precedentes que influyen en la interpretación y aplicación de las regulaciones ambientales en ambos países.

En particular, se pueden identificar precedentes significativos desarrollados a nivel internacional por organizaciones de aviación, que tienen un impacto directo en la regulación

y operación de la industria aérea en España y Colombia. Estos precedentes se derivan de acuerdos y directrices establecidos por organismos como la Organización de Aviación Civil Internacional «OACI» y la Agencia Europea de Seguridad Aérea «EASA», y contribuyen a la conformación de políticas y normativas en el sector de la aviación.

Además de los precedentes internacionales, también existen precedentes de carácter local o regional, generados por autoridades ambientales y organismos gubernamentales a nivel nacional y subnacional. Estos precedentes se refieren a casos específicos de cumplimiento de las regulaciones ambientales y pueden influir en futuras decisiones judiciales y en la aplicación de las normativas ambientales en España y Colombia.

En resumen, tanto España como Colombia tienen regulaciones y medidas para la reducción de emisiones en el sector de la aviación. Además, se destaca la importancia de la participación civil y la necesidad de alcanzar metas de reducción de emisiones para cumplir con los objetivos ambientales propuestos.

#### 4.5.2. Sinergias y diferencias en la promoción de la sostenibilidad

El análisis de las sinergias y diferencias clave que emergen del enfoque comparativo entre España y Colombia en la promoción de la sostenibilidad a través de la regulación de emisiones de GEI en el sector aéreo.

En lo que respecta a las sinergias en la promoción de la sostenibilidad en el análisis comparado entre España y Colombia sobre la emisión de gases efecto invernadero en el sector aéreo encontramos que en ambos países se establecen regulaciones y medidas para la reducción de emisiones en el sector de la aviación. Ambos países tienen objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En España, el objetivo es reducir las emisiones en un 20% para 2030 y alcanzar la neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero antes del año 2050, mientras que, en Colombia, el Plan Nacional de Desarrollo establece medidas para la reducción de emisiones en el sector de la aviación.

Así mismo, los países reconocen la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales. En Colombia, se destaca en sus políticas la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales, mientras que en España, la Ley

34/2007 establece la necesidad de involucrar a la sociedad en la prevención y control de la contaminación atmosférica. Del mismo modo, en ambas jurisdicciones se establece un marco regulatorio para el mercado de GEI, como alternativa para hacerle frente al cambio climático, adicional desarrollar con mayor énfasis en la adopción de medidas concretas para reducir las emisiones de GEI en el sector aéreo, como la implementación de tecnologías más limpias y eficientes, la mejora de la eficiencia operativa de las aerolíneas y la promoción de combustibles de aviación sostenibles.

A pesar de las sinergias, existen diferencias significativas en España y Colombia, dichas disparidades pueden atribuirse a factores como el nivel de desarrollo económico, la infraestructura disponible y las prioridades políticas. En el caso de España, como país con una infraestructura aeroportuaria y de transporte más desarrollada, se ha centrado en implementar medidas de eficiencia operativa en aeropuertos y aerolíneas, así como en promover la inversión en tecnologías de aviación más limpias y sostenibles. Por otro lado, Colombia, con una infraestructura menos avanzada en comparación, ha puesto un énfasis generalista en la emisión de GEI con primeras aproximaciones en el desarrollo de comercio de derechos de emisión.

Así las cosas, las diferencias en la promoción de la sostenibilidad en el análisis comparado entre España y Colombia sobre la emisión de gases efecto invernadero en el sector aéreo, en el ámbito normativo se identifica que España tiene una ley específica de cambio climático y transición energética, mientras que en Colombia se cuenta con la Ley 2169 de 2021 que establece medidas para impulsar el desarrollo bajo en carbono del país y fomentar una transición económica hacia la carbono neutralidad. Adicionalmente, España tiene una normativa específica para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en el sector aéreo, mientras que en Colombia tiene lineamientos generales, en comparación al desarrollo más robusto desarrollado por España en articulación a la UE.

#### **4.5.3. Perspectivas para la Cooperación Internacional**

La colaboración entre naciones desempeña un papel crucial en la promoción de prácticas más sostenibles en el sector de la aviación y en la mitigación de su impacto

ambiental. Esta cooperación internacional ofrece una serie de beneficios significativos en la búsqueda de reducir las emisiones de GEI en la aviación.

Uno de los potenciales beneficios clave de esta cooperación radica en la posibilidad de intercambiar conocimientos y mejores prácticas entre países. El análisis comparado de enfoques exitosos en uno de los países puede proporcionar ideas valiosas para su adaptación en el contexto del otro, lo que resulta en un enriquecimiento mutuo. Además, esta colaboración puede llevar a la armonización de regulaciones y estándares entre países, lo que facilita la implementación coherente de medidas de reducción de emisiones en línea con los objetivos globales.

La promoción de estándares y normas internacionales es otro aspecto importante de la cooperación internacional en la regulación de emisiones de GEI en la aviación. Estas directrices pueden guiar a otras naciones en sus esfuerzos por adoptar prácticas más limpias y eficientes en la industria aérea a nivel internacional, lo que a su vez puede llevar a una mayor adopción generalizada de medidas sostenibles.

Por esta razón, se proponen las siguientes directrices para fomentar la cooperación internacional entre ambos países: **Primero;** Compartir Experiencias y Mejores Prácticas de tal manera que Colombia y España pueden establecer canales de comunicación y cooperación para compartir experiencias y mejores prácticas en la reducción de emisiones en la industria de la aviación. Esto puede incluir intercambios de información sobre tecnologías más limpias, prácticas de gestión sostenible y estrategias de reducción de carbono. **Segundo;** Participación en Acuerdos Internacionales, dado que ambos países están involucrados en acuerdos y directrices internacionales relacionados con la aviación y las emisiones de GEI, podrían colaborar en la implementación efectiva de estos acuerdos. Esto podría implicar la coordinación en la presentación de informes, la evaluación de cumplimiento y la búsqueda de oportunidades para fortalecer las metas y compromisos. **Tercer;** Apoyo a la Investigación Conjunta para el fomentar la investigación conjunta y proyectos de desarrollo tecnológico entre instituciones académicas y científicas de ambos países puede ser beneficioso. Estos proyectos podrían centrarse en la búsqueda de soluciones innovadoras para reducir las emisiones de GEI en la aviación y mejorar la eficiencia energética. **Cuatro;** Formación y

Capacitación en donde la cooperación podría incluir programas de formación y capacitación para profesionales y técnicos en el sector de la aviación, con el objetivo de promover la adopción de prácticas más sostenibles y la comprensión de las regulaciones ambientales.

## 5. Conclusiones

**PRIMERA. Contribuciones a la Sostenibilidad Global en la Regulación de Emisiones de GEI en la Aviación:** El análisis comparado de la regulación de Emisiones de GEI en el sector aéreo entre España y Colombia ha establecido una comprensión común del cambio climático como un fenómeno causado por la actividad humana que altera los patrones climáticos debido al aumento de los GEI en la atmósfera. La aviación, como fuente significativa de emisiones de GEI, requiere regulación efectiva para abordar este desafío. El DAI ha influido en la formulación de leyes nacionales en Colombia y España, reflejando su compromiso global. La cooperación internacional y la armonización son esenciales en la regulación de las emisiones de GEI en la aviación, y es necesario aumentar la ambición en las medidas para cumplir con los objetivos climáticos, especialmente en el contexto del Acuerdo de París.

**SEGUNDA. Impulso a la Armonización Normativa y la Innovación Sostenible:**

La regulación de las emisiones de GEI en el sector aéreo es un tema complejo que requiere la adopción de normativas internacionales y su interpretación y aplicación a nivel nacional. En este sentido, el análisis comparativo entre España y Colombia en relación a las emisiones de GEI en el sector aéreo, demuestra que ambos países cuentan con regulaciones y medidas destinadas a la reducción de emisiones en la industria de la aviación. Además, se destaca la importancia de la participación civil y la necesidad de alcanzar metas de reducción de emisiones para cumplir con los objetivos ambientales propuestos.

La adaptación de acuerdos internacionales, como el Acuerdo de París, a contextos nacionales es un proceso fundamental para la implementación de políticas ambientales efectivas. España y Colombia, como firmantes de estos acuerdos, se ven influenciados por las metas globales de reducción de emisiones. Sin embargo, cada país enfrenta desafíos únicos en términos de desarrollo económico, infraestructura y recursos naturales. Esta adaptación contextual puede resultar en enfoques distintos para alcanzar los objetivos establecidos, lo

que destaca la necesidad de considerar las realidades nacionales al evaluar la efectividad de las regulaciones de GEI en la aviación.

En cuanto a la influencia en la interpretación y aplicación de las regulaciones en materia ambiental, en España se manifiesta a través de una estrecha articulación con el comercio de derechos de emisión, establecido de acuerdo a las directrices de la Unión Europea mediante sus reglamentos. Además, la Ley 34/2007 de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera juega un papel fundamental al establecer las bases para la protección de la atmósfera y la prevención y control de la contaminación atmosférica en el país. En Colombia, se observa una falta de precedentes jurisprudenciales en estos ámbitos, pero existe regulación para la emisión de GEI, tal como la Resolución 2254 de 2017, además de consideraciones iniciales para la regulación de derechos de emisión en el sector aéreo, junto a precedentes que influyen en la interpretación y aplicación de las regulaciones ambientales en ambos países impulsado desde el ámbito privado.

### **TERCERA. Hoja de Ruta Hacia un Futuro Sostenible en la Aviación:**

Se concluye que para la promoción de la sostenibilidad en el análisis comparado entre España y Colombia sobre la emisión de gases efecto invernadero en el sector aéreo, se pueden formular algunas recomendaciones para fortalecer el ordenamiento ambiental respecto a la regulación de GEI en el sector aéreo de ambos países y así, promover la sostenibilidad en la industria de la aviación. En primer lugar, se propone la necesidad de fortalecer la cooperación internacional entre ambos países, compartiendo experiencias y mejores prácticas en la reducción de emisiones en la industria de la aviación, participando en acuerdos internacionales, apoyando la investigación conjunta y la formación y capacitación en el sector de la aviación. En segundo lugar, se sugiere la necesidad de desarrollar una ley específica de cambio climático y transición energética en Colombia, similar a la que existe en España, y que complemente y endurezca la Ley 2169, para establecer un marco regulatorio más sólido y coherente con los objetivos globales de reducción de emisiones de GEI. En tercera medida, se recomienda la necesidad de fortalecer el mercado de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en Colombia, estableciendo lineamientos más específicos y robustos, en línea con el desarrollo más avanzado que ha tenido España en articulación con la UE.



## Referencias

### Bibliografía básica

- «Acuerdo por el que se modifica la asignación individualizada de derechos de emisión a operadores aéreos para los años 2021 a 2023 como consecuencia de diversos aspectos relacionados con el BREXIT». *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. 24 agosto 2023. 11:00. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/aviacion-y-comercio-de-emisiones.html>
- AEREONAUTICA CIVIL. *PLAN ESTRATÉGICO AERONÁUTICO 2030*. AERONÁUTICA CIVIL, 2018.
- AENA. 2021. Informe actualizado del Plan de Acción Climática del año 2021.
- «AEROPUERTO». *Informe aéreo*. 21 agosto de 2023, 07:30. Disponible en: <https://informeaereo.com/8-mil-400-millones-de-personas-viajaran-en-avion-en-2023/>
- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. *AEROPUERTO ELDORADO RETOS Y OPORTUNIDADES Perspectiva urbana y regional*. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. 2018
- ARAQUE VARGAS, J., *et al.* Impacto de la aviación sobre el medio ambiente. 2010.
- «Asamblea General de la ONU impulsa pronunciamiento de la Corte Internacional de Justicia sobre cambio climático». Human Righth Watch. 23 agosto de 2023, 10:00. Disponible en: <https://www.hrw.org/es/news/2023/03/29/asamblea-general-de-la-onu-impulsa-pronunciamiento-de-la-corte-internacional-de>
- Avianca Group International Limited. Informe sostenibilidad 2021. Avianca Group International Limited, 2021.
- BALLESTEROS, B., y ARISTIZABAL, L. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia)*. 96p, 2007.
- BETHENCOURT HERRERA, C., *et al.* Huella de carbono de la aviación turística en las Islas Canarias. 2020.

- BUITRAGO J., y HERNÁNDEZ H. Participación de Colombia en el esquema de reducción y compensación de carbono para la aviación internacional (corsia) y el modelo de negocio verde. Alejandro Copete Perdomo. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogotá D.C. 2019.
- BRICEÑO MORENO, Diana Carolina, et al. Importancia del combustible en el transporte aéreo colombiano. 2013.
- CASTILLO, E. Biocombustibles avanzados a partir del aceite de palma. *Palmas*, 2016, vol. 37, p. 191-194.
- CLIMÁTICA. 2023. Mentiras, Medias Verdades y el Plan Ambiental de Aena [en línea]. Disponible en: <https://www.climatica.lamarea.com/mentiras-medias-verdades-plan-ambiental-aena/> [05 de agosto de 2023].
- CONTRERAS, F., y PÉREZ, T. Transporte aéreo y turismo: dos industrias estrechamente relacionadas. *Estudios turísticos*, 2007, vol. 172, p. 265-271.
- DÍAZ CORDERO, G. El cambio climático. *Ciencia y sociedad*, 2012.
- CUTANDA, B. Eclósión y crisis del derecho ambiental. *Revista de administración pública*, 2007, no 174, p. 367-394.
- FERNÁNDEZ, J. El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la real academia de medicina y cirugía de Valladolid*, 2013, no 50, p. 71-98.
- GARCÍA ANDRÉS, L. Un análisis del impacto de la aviación en el cambio climático y su relación con el sector turístico. 2020.
- GOBIERNO DE COLOMBIA. *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. MADS, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI, 2021
- GRAVER, B., ZHANG, K. y RUTHERFORD, D. *CO2 emissions from commercial aviation*, 2018. International Council on Clean Transportation «ICCT», 2018.
- GUERRERO GIRALDO, L. Análisis de la gestión del cambio climático en Colombia y sus compromisos internacionales a la luz del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. 2021.

- GUZMÁN GALEANO, Wilmer, et al. Bienvenida a las bioenergías en la aviación colombiana. 2013.
- GOROSITO, R. Los principios del Derecho ambiental. *Revista de derecho*, 2017, no 16, p. 101-136.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM, 2016.
- International Air Transport Association «IATA». *COMUNICADO N.º: 28 La recuperación de los viajes aéreos reconstruye la rentabilidad de las aerolíneas: una industria resistente reduce las pérdidas a 9.700 millones USD*. IATA, 2022.
- IGLESIAS A., et al. *Libro blanco del I+D+i para la sostenibilidad de la aviación en España*. Agencia Estatal de Seguridad Aérea, 2020.
- IPCC. 1999. Aviation and the Global Atmosphere. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). SPARC Report No. 1. [PDF]. Disponible en: <https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/av-sp.pdf>
- IPCC. 2021. Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Síntesis del informe AR6. [PDF]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_FullVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf)
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA «IDAE». Tecnologías para la Eficiencia Energética en el Transporte [en línea]. Disponible en: <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/transporte> [Accedido el 01 de agosto de 2023].
- IRRIBARRA, P.. Importancia de la facilitación del transporte aéreo internacional. *Revista de Derecho Público*, 1964, no 2, p. ág. 68-70.
- LUCAS GARÍN, A. Novedades del sistema de protección internacional de cambio climático: El Acuerdo de París. *Estudios internacionales (Santiago)*, 2017, vol. 49, no 186, p. 137-167.

LUENGO RIVERO, A. Observatorio de la sostenibilidad en aviación (obsa). Un aporte al desarrollo sostenible. *Revista internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo*, 2010, no 5, p. 129-148.

«Medidas de mitigación frente al Cambio Climático y preservación de la Calidad del Aire Local». MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA. 24 agosto de 2023, 10:00. Disponible en: <https://www.seguridadaaerea.gob.es/es/ambitos/comercio-de-emisiones/sostenibilidad-del-sector-aereo.-medidas-de-mitigacion-frente-al-cambio-climatico-y-preservacion-de-la-calidad-del-aire-local/planes-de-accion>

MENENDEZ RODRIGUEZ, P. *Estudio y modelo de las cadenas productivas de hidrógeno y SAF en la futura aviación sostenible*. 2021. Tesis Doctoral.

Ministerio de Medio Ambiente y Energía. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima «PNIEC» Ministerio de Medio Ambiente y Energía, 2022.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible «MADS». Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia «NDC». Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.

NAVA ESCUDERO, C. El Acuerdo de París. Predominio del soft law en el régimen climático. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 2016, vol. 49, no 147, p. 99-135.

Organización de las Naciones Unidas «ONU». *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015*. Organización de las Naciones Unidas «ONU», 2015.

Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático «IPCC». *Cambio Climático 2021*. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SummaryForAll\\_Spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_Spanish.pdf)

RODRIGO G., y RUIZ DE VILLA A. *El impacto ambiental del transporte aéreo y las medidas para mitigarlo*. Aviación Europea, 2019.

ROSELLÓ ROIG, J. 2013. El transporte aéreo y las emisiones de CO<sub>2</sub>. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, (4), 85-100.

SALINAS ALCEGA, S. El Acuerdo de París de diciembre de 2015: la sustitución del multilateralismo por la multipolaridad en la cooperación climática internacional. *El acuerdo de París de diciembre de 2015: la sustitución del multilateralismo por la multipolaridad en la cooperación climática internacional*, 2018, p. 53-76.

SARMIENTO, J. Protocolo de Montreal y el Convenio de Viena, ¿un caso exitoso en Derecho Internacional de protección global del medio ambiente? *Revista de Derecho*, 2019, no 52, p. 1-4.

«Sobre nosotros». *Asociación Internacional de Transporte Aéreo «IATA»*. 22 agosto 2023, 09:00. Disponible en: <https://www.iata.org/en/about/>

TRESPALACIOS, J., BLANQUICETT, C., y CARRILLO, P. Gases y efecto invernadero. *BASILEA*. [https://www.academia.edu/38002440/Gases\\_y\\_efecto\\_invernadero](https://www.academia.edu/38002440/Gases_y_efecto_invernadero), 2018.

TORROBA, A., *et al.* Descarbonizando los cielos: biocombustibles sostenibles de aviación. 2023.

«Transporte». AEROESPACIAL. 21 agosto 2023, 07:00. Disponible en: <https://actualidadaeroespacial.com/el-trafico-mundial-de-pasajeros-aumento-un-472-en-el-primer-semester/>

### Legislación

Colombia. Congreso de la República de Colombia. Decreto 410 de 1971, por la cual se expide el código de comercio. Diario Oficial 33339, de 16 de junio. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1833376#>

Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 105 de 1993, por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 41158, de 30 de diciembre. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1640897#>

Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 336 de 1996, por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Transporte. Diario Oficial 42948, de 30 de diciembre. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1658312#>

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 2254 de 2017, por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones, 12 de noviembre de 2017. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30044570>

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=78153](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153)

Colombia. Congreso de la República. Ley 2169 de 2021, por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 51896, de 22 de diciembre. Disponible en: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>

España. Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea. *Boletín Oficial del Estado*, de 23 de julio de 1960, núm. 176. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1960/BOE-A-1960-10905-consolidado.pdf>

España. Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea. *Boletín Oficial del Estado*, de 08 de julio de 2003, núm. 162. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-13616-consolidado.pdf>

España. Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. *Boletín Oficial del Estado*, de 10 de marzo de 2005, núm. 59. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2005/BOE-A-2005-3941-consolidado.pdf>

España. Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. *Boletín Oficial del Estado*, 16 de noviembre de 2007, núm. 275. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-19744-consolidado.pdf>

España. Ley 3/2013, de 4 de junio, de creación de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *Boletín Oficial del Estado*, de 05 de junio de 2013, núm. 134. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-5940-consolidado.pdf>

España. Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación, de 28 de enero. *Boletín Oficial del Estado*, de 29 de enero de 2011, núm. 25. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2011/01/29/pdfs/BOE-A-2011-1643.pdf>

España. Real Decreto 101/2011, de 28 de enero, por el que se establecen las normas básicas que han de regir los sistemas de acreditación y verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y los datos toneladas-kilómetro de los operadores aéreos y de las solicitudes de asignación gratuita transitoria de instalaciones fijas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. *Boletín Oficial del Estado*, de 29 de enero de 2011, núm. 25. Disponible en: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/95CC1330-C6A2-40E2-A0E1-2991F452CA67/101067/RD\\_1012011.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/95CC1330-C6A2-40E2-A0E1-2991F452CA67/101067/RD_1012011.pdf)

España. Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente. *Boletín Oficial del Estado*, de 20 de diciembre de 2012, núm. 305. Disponible en: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/EC87A9E9-FCEC-49B0-A612-E5BD08F325FF/134369/Ley11\\_2012\\_consolidado.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/EC87A9E9-FCEC-49B0-A612-E5BD08F325FF/134369/Ley11_2012_consolidado.pdf)

España. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. *Boletín Oficial del Estado*, de 21 de mayo de 2021, núm. 121. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>

España. Real Decreto 728/2022, de 6 de septiembre, por el que se establecen las disposiciones complementarias de la normativa europea en materia de títulos y licencias del personal de vuelo de las aeronaves civiles y restricciones operativas por ruido, y por el que se modifican el Real Decreto 660/2001, de 22 de junio, por el que se regula la certificación de las aeronaves civiles y de los productos y piezas relacionados con ellas;

el Real Decreto 1516/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la licencia comunitaria de controlador de tránsito aéreo; el Real Decreto 1952/2009, de 18 de diciembre, por el que se adoptan requisitos relativos a las limitaciones del tiempo de vuelo y actividad y requisitos de descanso de las tripulaciones de servicio en aviones que realicen transporte aéreo comercial; el Real Decreto 1133/2010, de 10 de septiembre, por el que se regula la provisión del servicio de información de vuelo de aeródromos (AFIS); y el Real Decreto 1238/2011, de 8 de septiembre, por el que se regula el servicio de dirección en la plataforma aeroportuaria. *Boletín Oficial del Estado*, de 20 de septiembre de 2022, núm. 226. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-15286](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-15286)

Unión Europea. Reglamento «UE» 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2018 sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea y por el que se modifican los Reglamentos «CE» n.º 2111/2005, «CE» n.º 1008/2008, «UE» n.º 996/2010 y «UE» n.º 376/2014 y las Directivas 2014/30/UE y 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan los Reglamentos «CE» n.º 552/2004 y «CE» n.º 216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento «CEE» n.º 3922/91 del Consejo, de 4 de julio de 2018. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 22 de agosto de 2018, núm. 212. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2018/212/L00001-00122.pdf>

Unión Europea. DIRECTIVA 2003/87/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*. de 25 de octubre de 2003, núm 275. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2003/275/L00032-00046.pdf>

Unión Europea. Reglamento «CE» n.º 748/2009 de la Comisión, de 5 de agosto de 2009, sobre la lista de operadores de aeronaves que han realizado una actividad de aviación enumerada en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE el 1 de enero de 2006 o a partir

de esta fecha, en la que se especifica el Estado miembro responsable de la gestión de cada operador. *Diario Oficial de la Unión Europea*. de 22 de agosto de 2009, núm. 219.

Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2009/219/L00001-00094.pdf>

Unión Europea. REGLAMENTO (UE) No 606/2010 DE LA COMISIÓN de 9 de julio de 2010 relativo a la aprobación de un instrumento simplificado elaborado por la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (Eurocontrol) para calcular el consumo de combustible de algunos operadores de aeronaves que son pequeños emisores. Disponible en: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/04B4F787-C44E-46F2-B11F-64F0F008B5C1/76629/RE606\\_10.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/04B4F787-C44E-46F2-B11F-64F0F008B5C1/76629/RE606_10.pdf)

Unión Europea. Reglamento (UE) 1031/2010 de la Comisión de 12 de noviembre de 2010 sobre el calendario, la gestión y otros aspectos de las subastas de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero con arreglo a la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad. *Diario Oficial de la Unión Europea*. de 18 de noviembre de 2010, núm. 302. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2010/302/L00001-00041.pdf>

Unión Europea. REGLAMENTO «UE» No 421/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 que modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, con vistas a la ejecución, de aquí a 2020, de un acuerdo internacional que aplique una única medida de mercado mundial a las emisiones de la aviación internacional. Disponible en: [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/pdf/273F1B85-57E3-48DB-9BC9-835372C8242D/131829/421\\_2014.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/273F1B85-57E3-48DB-9BC9-835372C8242D/131829/421_2014.pdf)

Unión Europea. Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2066 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2018, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 601/2012 de la Comisión. *Diario*

*Oficial de la Unión Europea*. de 31 de diciembre de 2018, núm. 334. Disponible en:

<https://www.boe.es/doue/2018/334/L00001-00093.pdf>

Unión Europea. REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2018/2067 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2018 relativo a la verificación de los datos y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2018/334/L00094-00134.pdf>

### **Jurisprudencia**

España. Tribunal de Justicia de la Unión Europea «TJUE». Sentencia C-366/10, de 21 de diciembre de 2011. Disponible en:

<https://www.actualidadjuridicaambiental.com/jurisprudencia-al-dia-tribunal-de-justicia-de-la-union-europea-aviacion-comercio-de-derechos-de-emision/>

España. Tribunal Constitucional. Sentencia 87/2019, de 20 de junio de 2019. Disponible en:

<https://www.boe.es/boe/dias/2019/07/25/pdfs/BOE-A-2019-10915.pdf>

España. Tribunal de Justicia de la UE. Sentencia C-366/2010, de 21 de diciembre de 2011. Disponible en: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/jurisprudencia-al-dia-tribunal-de-justicia-de-la-union-europea-aviacion-comercio-de-derechos-de-emision/>

## LISTADO DE ABREVIATURAS

|               |   |
|---------------|---|
| <b>AENA</b>   | Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea                          |
| <b>BID</b>    | Banco Interamericano de Desarrollo                                |
| <b>CH4</b>    | Metano  |
| <b>CFC</b>    | Fluorocarbonos  |
| <b>CMNUCC</b> | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| <b>CO2</b>    | Dióxido de carbono  |
| <b>CORSIA</b> | Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation |
| <b>DAI</b>    | Derecho Ambiental Internacional                                   |
| <b>GEI</b>    | Gases Efecto Invernadero  |
| <b>HFC</b>    | Hidrofluorocarbonos   |
| <b>IATA</b>   | Asociación Internacional de Transporte Aéreo                      |
| <b>IDAE</b>   | Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía             |
| <b>IPCC</b>   | Panel Intergubernamental de Cambio Climático                      |
| <b>MADS</b>   | Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo Sostenible              |
| <b>MRV</b>    | Monitoreo, Reporte y Verificación                                 |
| <b>NDC</b>    | Contribución Nacionalmente Determinada                            |
| <b>N2O</b>    | Óxido nitroso   |
| <b>NOx</b>    | Óxidos de nitrógeno   |
| <b>O3</b>     | Ozono   |
| <b>OACI</b>   | Organización de Aviación Civil Internacional                      |
| <b>PIB</b>    | Producto Interior Bruto   |
| <b>PNUD</b>   | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo                |
| <b>SF6</b>    | Hexafluoruro de azufre  |

**TJUE** Tribunal de Justicia de la Unión Europea

**UE** Unión Europea