



DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de documento de Análisis de Impacto Normativo (AIN) Completo

Entidades:

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Objeto:

Identificación, definición y exposición del problema, sus causas y consecuencias directas e indirectas.

Asunto:

Reglamentación técnica de calidad de los combustibles sostenibles de aviación (SAF).

Bogotá, D.C., mayo de 2025

DEFINICION DEL PROBLEMA

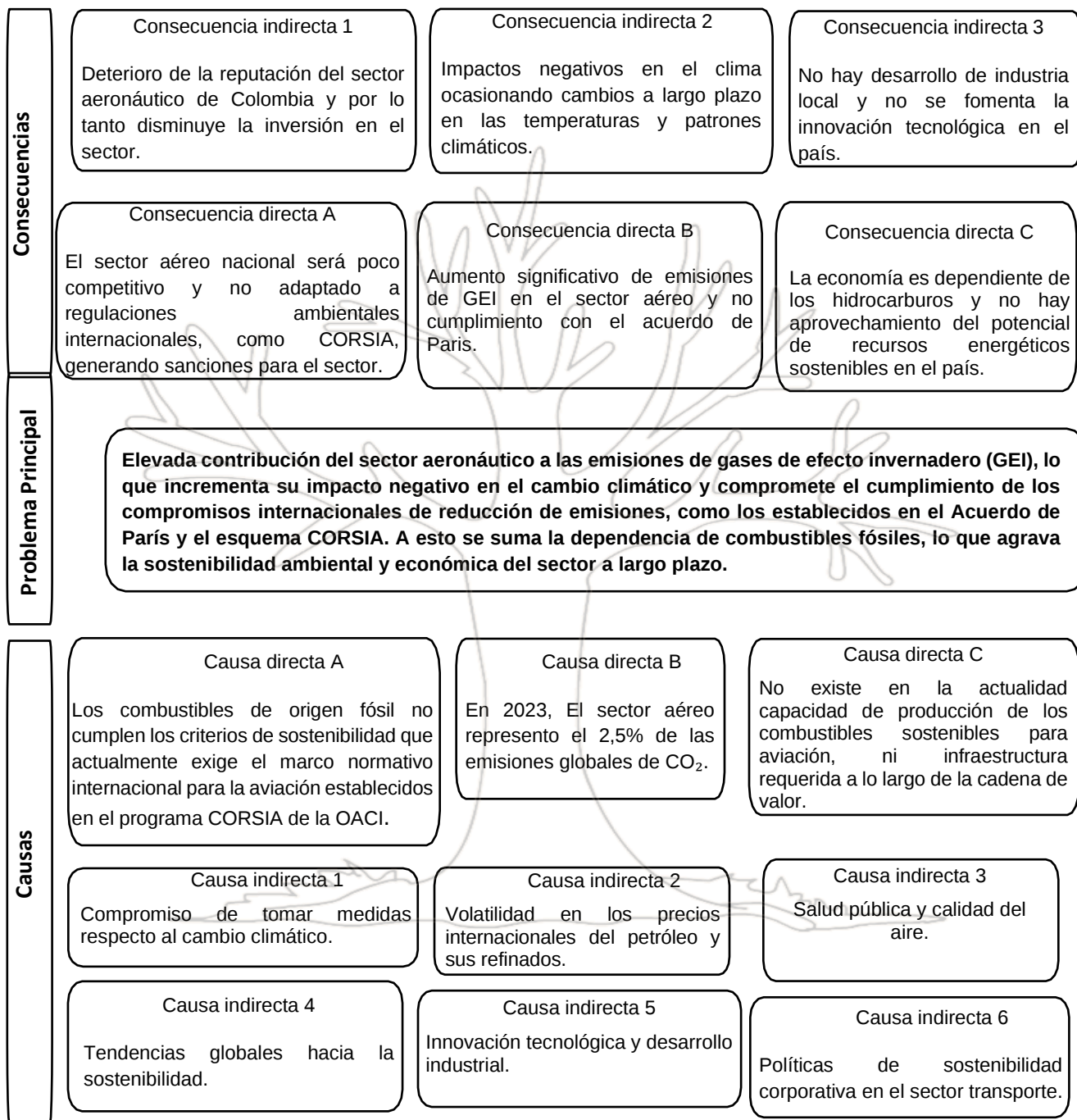


Ilustración 1. Árbol de Problema. Fuente: elaboración propia.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

La industria de la aviación es responsable de aproximadamente el 2 % de las emisiones globales de CO₂, una cifra significativa dada su alta dependencia de combustibles fósiles. Ante este panorama, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, por sus siglas en inglés) ha implementado metas ambiciosas, como el programa CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), que busca limitar el crecimiento de las emisiones de la aviación desde 2020 y alcanzar cero emisiones netas para 2050. Un componente fundamental para lograr estos objetivos es la adopción de combustibles sostenibles de aviación (SAF, por sus siglas en inglés), que tiene el potencial de reducir las emisiones hasta un 80 % respecto a los combustibles tradicionales (OACI, 2024).

En Colombia, a pesar de contar con una regulación para biocombustibles, esta no establece una distinción clara entre los de primera generación, obtenidos de cultivos alimentarios, y los de segunda generación, como el SAF, que juega un papel crucial en la descarbonización de la aviación. Este tipo de biocombustible emplea materias primas no alimentarias, como residuos agrícolas y forestales, y presenta una mayor reducción de emisiones de GEI. La regulación específica para el SAF en Colombia aún se encuentra en una fase inicial, lo que dificulta su adopción a nivel nacional y en cumplimiento con normativas internacionales.

El Estado colombiano ratificó el Acuerdo de París, mediante la Ley 1844 del 14 de julio de 2017, y estableció un marco normativo para alcanzar el objetivo de mitigación del cambio climático y sus impactos negativos.

La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) es el principal instrumento previsto por el Acuerdo de París para que los países comuniquen las acciones a las que se comprometen de manera vinculante para la lucha contra el cambio climático. Colombia oficializó su compromiso internacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) a través de su NDC en diciembre de 2020, con metas que deben cumplirse a cabalidad en 2030.

Como parte de dichas metas en materia de mitigación, el país se comprometió a emitir como máximo 169,44 millones de toneladas de CO₂e en 2030 (51% de reducción respecto al escenario de referencia) y a formular un presupuesto de carbono para el periodo 2020 - 2030 a más tardar en 2023. Además de ello, se responsabilizó de alcanzar la neutralidad del carbono para 2050.

La 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”* incentiva la descarbonización a través de medidas de mitigación en sectores clave, incluidos el

transporte y la aviación, mediante la promoción de energías limpias y tecnologías innovadoras. En ese sentido, el numeral 11 del Artículo 12 establece que *“11. El Gobierno nacional, a través de los Ministerio de Minas y Energía y Transporte, impulsarán el desarrollo y uso de los combustibles sostenibles de aviación (SAF, por sus siglas en inglés), con el fin de contribuir a la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero del sector transporte.”* En ese orden de ideas, la aviación representa una oportunidad importante para el logro de metas de mitigación. Asimismo, el documento de política pública CONPES 4075 sobre Transición Energética Justa refuerza la necesidad de implementar SAF y fomentar el uso de energías renovables en infraestructuras de apoyo a la aviación, aprovechando el potencial agrícola de Colombia para la producción de biocombustibles avanzados (IRENA, 2021).

La transición hacia SAF y otras alternativas sostenibles no solo ayudaría a reducir la huella de carbono del sector aeronáutico colombiano, sino que también contribuiría al desarrollo económico mediante la creación de empleo y el impulso a la innovación tecnológica en el país.

2. CAUSAS IDENTIFICADAS:

Causa directa A: Los combustibles de origen fósil no cumplen los criterios de sostenibilidad que actualmente exige el marco normativo internacional para la aviación establecidos en el programa CORSIA de la OACI.

El esquema de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA), implementado por la OACI, es una normativa internacional que exige a las aerolíneas reducir sus emisiones de carbono en rutas internacionales. CORSIA establece que, a partir de 2021, las aerolíneas compensen sus emisiones de carbono por encima de los niveles de 2019, con el objetivo de alcanzar una neutralidad de carbono para 2050. Para cumplir con estos requisitos, las aerolíneas tienen varias opciones, entre ellas, el uso de SAF, que permite reducir significativamente las emisiones en comparación con el combustible fósil convencional.

Aunque en Colombia aún no existe una regulación específica para la producción y comercialización de SAF, el país busca alinearse con los estándares internacionales de CORSIA, promoviendo el uso de SAF y su producción local. Esta armonización podría generar beneficios significativos, como el desarrollo de una industria nacional de SAF, la innovación tecnológica y la creación de empleos. Organismos como la OACI y el Foro Económico Mundial subrayan que los combustibles sostenibles no solo facilitan el cumplimiento de regulaciones internacionales, sino que también impulsan una economía menos dependiente de los hidrocarburos, aspecto clave para países con abundantes recursos naturales como Colombia.

Causa directa B: En 2023, el sector aeronáutico representó el 2,5 % de las emisiones globales de CO₂.

El sector aeronáutico contribuye de manera significativa a las emisiones de CO₂ a nivel global. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en 2023, el sector aéreo representó el 2,5 % de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía, y esta tendencia sigue en aumento con el incremento de vuelos nacionales e internacionales, tanto comerciales como de carga dado que el combustible utilizado es 100 % fósil. Así las cosas, la aviación incrementa las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (GEI). En países en desarrollo como Colombia, donde la industria aérea es fundamental para la conectividad y el turismo, este impacto ambiental puede ser considerable y plantea desafíos para cumplir con los objetivos de sostenibilidad (EASA & EEA, 2019).

Además, el crecimiento de las emisiones del sector aéreo se suma a los compromisos que Colombia ha asumido en el marco del Acuerdo de París, en el cual el país ha establecido metas de reducción de emisiones de GEI. Para cumplir con estos objetivos, la adopción de SAF y la implementación de normativas como CORSIA son fundamentales. El SAF pueden reducir hasta el 80% de las emisiones de CO₂ en comparación con los combustibles convencionales (IRENA, 2021), esto basado en biomasa o residuos, dependiendo del proceso de producción y del tipo de materia prima (US Department of Energy, 2020).

Causa directa C: No existe en la actualidad capacidad de producción de los combustibles sostenibles para aviación, ni infraestructura requerida a lo largo de la cadena de valor.

En la actualidad, Colombia no cuenta con la infraestructura necesaria para la producción de SAF a gran escala, lo que representa una barrera significativa para cumplir con las normativas internacionales de reducción de emisiones de carbono en el sector aéreo. La producción de SAF requiere tecnologías avanzadas y procesos especializados, como el uso de hidroprocesamiento de ésteres y ácidos grasos (HEFA), alcohol a jet (ATJ) o Fischer-Tropsch, los cuales exigen instalaciones industriales sofisticadas y acceso a materias primas sostenibles.

La ausencia de infraestructura en toda la cadena de valor de SAF que abarca, desde el abastecimiento de biomasa y residuos para la producción hasta las instalaciones de refinación y distribución en aeropuertos, impide que el país aproveche sus recursos naturales de forma sostenible. Sin estas instalaciones, la producción y suministro de SAF no son viables a nivel nacional, lo que limita a las aerolíneas colombianas a depender de combustibles fósiles y contribuye a las emisiones de GEI del sector.

Además, la falta de una cadena de suministro de SAF requiere de inversiones en infraestructura logística que permita la recolección de residuos agrícolas y otros insumos

sostenibles. Estos son fundamentales para la producción de SAF en Colombia, y su ausencia limita, no solo la producción, sino también la rentabilidad y escalabilidad del SAF a nivel nacional.

Causa indirecta 1: Compromiso de tomar medidas respecto al cambio climático.

El cambio climático genera presiones internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Pactos como el Acuerdo de París y CORSIA (de la OACI) obligan a los estados parte, incluido Colombia, a tomar medidas para reducir las emisiones en sectores clave como el transporte aéreo.

El país ha asumido compromisos en términos de sostenibilidad y reducción de emisiones, lo cual se torna imperativo para el sector aéreo, que contribuye aproximadamente con el 2,1 % de las emisiones globales de CO₂ y genera una cantidad significativa de gases de efecto invernadero. Esto, necesariamente, impulsa la necesidad de adoptar prácticas más limpias, como el uso de SAF.

Causa indirecta 2: Volatilidad en los precios internacionales del petróleo y sus refinados.

La posible dependencia de Colombia en la importación de combustible de aviación hace que su economía y el sector aéreo sean vulnerables a la volatilidad de los precios del petróleo, donde el combustible constituye una parte importante de los costos operativos. Esta volatilidad, influenciada por factores geopolíticos y cambios en la demanda global, afecta tanto los ingresos fiscales del país como los costos de las aerolíneas, incentivando el uso de alternativas energéticas más estables. La adopción de estos combustibles ayuda a mitigar los efectos financieros y ambientales, promoviendo una transición hacia fuentes de energía menos expuestas a fluctuaciones y alineadas con los objetivos de reducción de emisiones (MME, 2024).

El país está promoviendo una Transición Energética Justa mediante la diversificación de su matriz energética, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y adoptar fuentes de energía más limpias y sostenibles. Esta estrategia responde, tanto a compromisos ambientales, como a la necesidad de aumentar la estabilidad económica, disminuyendo la exposición a las variaciones de precios de los combustibles fósiles y fortaleciendo la autosuficiencia energética. En este contexto, la adopción de combustibles sostenibles de aviación (SAF) se alinea con esos objetivos, ya que permite reducir las emisiones de carbono en el sector aéreo, promueve la seguridad energética, y apoya la economía circular al aprovechar fuentes renovables como desechos y biomasa, contribuyendo a una matriz energética diversificada y resiliente, menos dependiente de recursos extractivos (IRENA, 2021) .

Causa indirecta 3: Salud pública y calidad del aire.

Aunque las emisiones del sector aéreo no tienen el mismo impacto inmediato sobre la calidad del aire a nivel local que otros medios de transporte, las zonas cercanas a aeropuertos experimentan altos niveles de contaminación atmosférica. La creciente preocupación por los efectos en la salud pública, sobre todo en áreas densamente pobladas, lleva a que se promueva la reducción de emisiones mediante el uso de combustibles menos contaminantes como el SAF.

Causa indirecta 4: Tendencias globales de sostenibilidad.

Las regulaciones más estrictas sobre emisiones en mercados clave, como Europa y Norteamérica, generan presión sobre las aerolíneas que operan en rutas internacionales para que utilicen SAF. Colombia, al estar integrada en estas rutas globales, necesita adoptar medidas similares para mantenerse competitiva. Dichas regulaciones estrictas están impulsando un cambio significativo en la industria de la aviación, particularmente en el uso de SAF, a través de políticas que incluyen sistemas como el ReFuel EU Aviation en la Unión Europea, que buscan reducir la huella de carbono de la aviación mediante la adopción de requisitos que obligan a las aerolíneas a incorporar porcentajes crecientes de SAF en sus operaciones. Norteamérica, por su parte, también está impulsando el uso de SAF mediante programas de incentivos como créditos fiscales para la producción y el uso de SAF (OACI, 2023).

Para nuestro país, que participa activamente en rutas internacionales hacia estos mercados, adoptar políticas y medidas que faciliten la producción y el uso de SAF es una necesidad competitiva. Si bien la infraestructura de SAF en Colombia está en sus primeras etapas, este contexto global sugiere que desarrollar incentivos financieros, adaptar políticas de reducción de emisiones y fomentar alianzas estratégicas, podrían alinear al país con los estándares internacionales y posicionarlo como un proveedor potencial de SAF en América Latina (US Department of Energy, 2020).

El crecimiento de la demanda de vuelos que emplean combustibles sostenibles, como el SAF, refleja una tendencia en la preferencia de los consumidores hacia compañías comprometidas con la sostenibilidad ambiental. Este cambio se debe, en parte, a una conciencia ambiental cada vez mayor y a la presión que los consumidores ejercen en la industria para que adopte prácticas más sostenibles, como el uso de SAF en el transporte aéreo. Las políticas de incentivos y regulaciones globales también apoyan esta transición, incentivando a las aerolíneas a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

La adopción de SAF no solo ayuda a las aerolíneas a cumplir con las expectativas de los consumidores, sino que también les permite posicionarse competitivamente en el mercado

global, atrayendo a un público que valora las iniciativas ambientales y fortaleciendo su imagen de marca en términos de responsabilidad social (US Department of Energy, 2020).

Causa indirecta 5: Innovación tecnológica y desarrollo industrial.

La evolución tecnológica en el campo de los biocombustibles y la producción de SAF ha permitido que se explore esta opción como una alternativa viable y eficiente. Las mejoras en la capacidad de producción y el uso de materias primas sostenibles han reducido, en parte, las barreras económicas y técnicas para su adopción. Colombia, en su esfuerzo por modernizar su industria energética, puede verse influenciada por las inversiones en innovación y tecnología limpia que promuevan la producción de SAF localmente.

Causa indirecta 6: Políticas de sostenibilidad corporativa en el sector transporte aéreo.

Las aerolíneas y empresas relacionadas con el transporte aéreo enfrentan una creciente presión de inversionistas y consumidores que buscan prácticas sostenibles. Esto genera compromisos e incentivos para que las compañías adopten medidas que reduzcan su huella de carbono, como el uso de SAF. Las aerolíneas y otras empresas del sector buscan enfilar sus operaciones con políticas de sostenibilidad para mejorar su imagen corporativa y cumplir con sus propios objetivos de RSC, lo que indirectamente favorece el uso de combustibles sostenibles. En línea con esta tendencia, la Estrategia 2040 de Ecopetrol, "Energía que Transforma," también establece compromisos de sostenibilidad e innovación para reducir emisiones y adaptarse a la transición energética. Ecopetrol proyecta una inversión significativa para desarrollar tecnologías avanzadas y mejorar la eficiencia en su cadena de valor, buscando alcanzar cero emisiones netas de carbono para 2050 y diversificando sus negocios con un enfoque en bajas emisiones. Estos esfuerzos del sector energético, hacia una mayor sostenibilidad y reducción de emisiones, fortalecen el ecosistema favorable para el uso del SAF en el transporte aéreo.

3. CONSECUENCIAS IDENTIFICADAS:

Consecuencia directa A: El sector aéreo nacional será poco competitivo y no adaptado a regulaciones ambientales internacionales, como CORSIA, generando sanciones para el sector.

Para Colombia la falta de implementación de SAF y el incumplimiento de regulaciones ambientales alineadas con estándares internacionales, como el programa CORSIA de la OACI, afectan su competitividad y pueden traer sanciones al sector. CORSIA exige a las aerolíneas compensar las emisiones de CO₂ y promover el uso de SAF para reducir el impacto ambiental del sector. La no adopción de estas normativas limita el acceso de las

aerolíneas colombianas a mercados internacionales, afectando la sostenibilidad y viabilidad económica de la industria nacional (Fawwaz Alrebei et al., 2024).

Además, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) resalta la necesidad de crear políticas que impulsen la producción y el uso de SAF, ya que estos combustibles representan actualmente la tecnología más viable para descarbonizar la aviación. Sobre el particular, se estima que el SAF pueden sustituir los combustibles fósiles convencionales, lo que permite lograr una significativa reducción en las emisiones de carbono y armonizar el sector aéreo con los objetivos de sostenibilidad global (Escobar et al., 2024).

Consecuencia directa B: Aumento significativo de emisiones de GEI en el sector aéreo y no cumplimiento con el Acuerdo de París.

El uso de combustibles fósiles convencionales en la aviación representa una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector aeronáutico colombiano, lo que plantea desafíos importantes en materia de sostenibilidad. Esta situación se ve acentuada por el aumento sostenido en la demanda del transporte aéreo. Según datos consolidados por la Oficina de Análisis de la Aeronáutica Civil, durante el último periodo se movilizaron cerca de 56,5 millones de pasajeros a través de las terminales aéreas del país, lo que equivale a un incremento del 14,3 % en comparación con el mismo periodo de 2023. Este crecimiento estuvo impulsado, tanto por los vuelos domésticos que aumentaron un 12,1 %, como por los internacionales que registraron un alza del 17,8 % (Presidencia de Colombia, 2025). Estos datos reflejan una recuperación y expansión del sector que, aunque es positiva desde el punto de vista económico, también subraya la necesidad de adoptar estrategias sostenibles para mitigar el impacto ambiental asociado (Fawwaz Alrebei et al., 2024).

El SAF representa una alternativa viable y menos contaminante, ya que puede reducir las emisiones de CO₂ en un 50 – 80 % en comparación con los combustibles fósiles, esto depende de la composición, la materia prima, el proceso de producción y la tecnología utilizada. El uso de SAF permite reducir la concentración de partículas y contaminantes secundarios, lo cual disminuye la polución en las zonas de alta actividad aérea. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la OACI, la transición a SAF no solo reduciría el impacto climático de la aviación, sino que también mejoraría la calidad del aire, reduciendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares relacionadas con la exposición a partículas y óxidos de nitrógeno.

Consecuencia directa C: La economía es dependiente de los hidrocarburos y no hay aprovechamiento del potencial de recursos energéticos sostenibles en el país.

La economía colombiana depende en gran medida de los hidrocarburos, como ocurre en otras economías que sustentan una parte importante de su producto interno bruto (PIB) en la explotación y exportación de petróleo y sus derivados. Esta dependencia limita la diversificación de la matriz energética y retrasa la transición hacia fuentes sostenibles, ya que la extracción de hidrocarburos genera ingresos fiscales significativos y proporciona divisas al país. Por ello, se ha priorizado la explotación de estos recursos sobre el desarrollo de energías renovables y combustibles alternativos, como el combustible sostenible de aviación (SAF). A esto se suma la volatilidad económica que implica el uso de combustibles fósiles, pues la economía queda sujeta a las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo.

Sin embargo, el aprovechamiento de los recursos energéticos sostenibles en Colombia resulta crucial. A nivel internacional, se ha demostrado que el uso de SAF puede reducir significativamente las emisiones de carbono, lo cual es esencial para lograr una aviación más limpia y sostenible. Además, el impulso al SAF puede fomentar la innovación en la industria, fortalecer el sector agrícola a través de la producción de materias primas sostenibles, y generar nuevos empleos. La adopción de SAF también permitiría cumplir con regulaciones como las propuestas por el programa CORSIA de la OACI, posicionando a Colombia en la senda de la sostenibilidad y alineándose con los compromisos globales de reducción de emisiones.

Consecuencia indirecta 1: Deterioro de la reputación del sector aeronáutico de Colombia y por lo tanto disminuye la inversión en el sector.

Si Colombia no implementa las regulaciones internacionales de sostenibilidad y protección ambiental en aviación, su prestigio y compromiso se verían seriamente afectados. Esto podría reducir la inversión en el sector, ya que los empresarios priorizan aquellas industrias que demuestran compromiso con la sostenibilidad y responsabilidad social. La falta de adopción de normativas como el programa CORSIA de la OACI y los retrasos en la implementación de SAF son interpretados como indicadores de una gestión de alto riesgo y limitada innovación, lo cual disminuye la confianza en el sector y frena el interés inversor.

Este tipo de percepción no solo reduce la confianza de los inversores, sino que puede conducir a una disminución en el flujo de capital, pues la industria aeronáutica colombiana pierde atractivo frente a otros mercados que sí muestran avances en sostenibilidad y alineación con regulaciones ambientales. La inversión en el sector aeronáutico depende, en gran medida, de la percepción de estabilidad y adaptación a las tendencias globales; de hecho, estudios realizados por el Foro Económico Mundial han destacado cómo la alineación de una industria con criterios de sostenibilidad es cada vez más un factor determinante para la atracción de inversiones a largo plazo.

Consecuencia indirecta 2: Impactos negativos en el clima ocasionando cambios a largo plazo en las temperaturas y patrones climáticos.

La dependencia de combustibles fósiles no renovables tiene el potencial de desencadenar una crisis tanto ambiental como económica a mediano y largo plazo. En el aspecto ambiental, el uso intensivo de combustibles fósiles produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) como el CO₂, que contribuyen significativamente al cambio climático. El calentamiento global y sus efectos, como el aumento del nivel del mar, las sequías y la pérdida de biodiversidad, generan daños irreparables en los ecosistemas y representan un riesgo para la seguridad alimentaria y la salud humana.

Desde el punto de vista económico, la volatilidad de los precios internacionales del petróleo y el agotamiento progresivo de los recursos fósiles ponen en riesgo la estabilidad financiera de los países dependientes de estas fuentes. A medida que disminuye la disponibilidad de hidrocarburos, los costos de extracción aumentan, lo que encarece el precio final y afecta sectores clave, como el transporte y la producción de energía. Además, los países con alta dependencia de los combustibles fósiles son más vulnerables a las fluctuaciones en el mercado internacional, lo cual puede provocar recesiones y limitar el crecimiento económico sostenible. Por tal motivo, para mitigar estos riesgos, es importante que Colombia avance hacia la transición de fuentes de energía renovables, como el uso de SAF y otras alternativas limpias.

Consecuencia indirecta 3: No hay desarrollo de industria local y no se fomenta la innovación tecnológica en el país.

La falta de SAF limita el desarrollo de la industria local y frena la innovación tecnológica. La producción de SAF requiere una infraestructura específica y tecnologías avanzadas, lo que podría impulsar la creación de una cadena de suministro local y fomentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D) dentro del país. Según la OACI, el desarrollo de una industria de SAF permite no solo reducir las emisiones de carbono, sino también fortalecer las capacidades industriales y tecnológicas a nivel nacional, al incentivar la inversión en infraestructura y la generación de empleos especializados.

La falta de un sector de SAF dinámico priva al país de oportunidades para diversificar su matriz energética y depender menos de importaciones de combustibles fósiles. Además, la implementación de SAF también impulsa la colaboración entre sectores como la agricultura, la energía y la industria química, pues muchos de los recursos necesarios para producir SAF, como biomasa y residuos agrícolas, son recursos locales. De acuerdo con estudios del Foro Económico Mundial y la OCDE, este enfoque sectorial fomenta la innovación en tecnologías de conversión y producción de biocombustibles, promoviendo así una economía basada en conocimiento e innovación tecnológica.

4. BIBLIOGRAFÍA

- EASA, & EEA. (2019). *Informe Medioambiental de la Aviación Europea 2019*.
www.easa.europa.eu/eaer
- Escobar, N., Seber, G., Skalsky, R., Wögerer, M., Jung, M., & Malina, R. (2024). Spatially-explicit land use change emissions and carbon payback times of biofuels under the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). *Science of The Total Environment*, 948, 174635.
<https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2024.174635>
- Fawwaz Alrebei, O., Alherbawi, M., Thiehmed, Z., Ismail, R., Nasery, M., Amhamed, A. I., & Al-Ansari, T. (2024). Aircraft performance of a novel SAF: Lower costs, lower environmental impact, and higher aircraft performance. *Energy Conversion and Management: X*, 24, 100739. <https://doi.org/10.1016/J.ECMX.2024.100739>
- IRENA. (2021). *Reaching zero with renewables: Biojet fuels*. www.irena.org
- MME. (2024). *Diagnóstico base para la Transición Energética Justa*.
- OACI. (2023). *Guidance on potential policies and coordinated approaches for the deployment of sustainable aviation fuels*.
- OACI. (2024). *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)*. <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>
- Presidencia de Colombia. (2025). *Colombia movilizó más de 56,5 millones de pasajeros por las terminales aéreas del país en 2024*.
https://www.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Colombia-movilizo-mas-de-565-millones-de-pasajeros-por-las-terminales-aereas-del-pais-en-2024-250120.aspx?utm_source=chatgpt.com
- US Department of Energy. (2020). *Sustainable Aviation Fuel: Review of Technical Pathways Report*.