

RIESGOS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DEL COMBUSTIBLE SOSTENIBLE DE AVIACION (SAF) EN COLOMBIA



REPORTE DE RESULTADOS DEL
TALLER DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES
PARA EL DESARROLLO DEL SAF EN
COLOMBIA REALIZADO EL 11 DE MARZO
DE 2024

PREPARADO POR AIRBUS & DELOITTE
PARA LA AERONAUTICA CIVIL DE
COLOMBIA

RIESGOS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DEL SAF EN COLOMBIA

REPORTE DE RESULTADOS DEL TALLER DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DEL SAF EN COLOMBIA REALIZADO EL 11 DE MARZO DE 2024.

AGRADECIMIENTOS

El presente reporte es el trabajo mancomunado, voluntario y solidario entre diferentes actores públicos y privados.

En reconocimiento al aporte de actores claves en el ecosistema SAF, se hace mención a:

La Aeronáutica Civil, encabezada por Sergio Paris, Director, y representada por Mariana Arteaga, líder del proyecto SAF en el Gobierno por el empuje en el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia.

El comité de organización y estructuración del taller de riesgos y oportunidades conformado por: Mariana Arteaga, el Prof. Andrés Felipe Gómez, el Mayor Mauricio López y Laura Valderrama.

El grupo de expertos y académicos en el desarrollo del taller de riesgos y oportunidades y del presente reporte, conformado por: Olga Lucia Ramírez, Sofía Duarte, Prof. Vladimir Silva, Prof. John Ramiro Agudelo, Prof. Fernando Cardeño y Julio César Vera.

El grupo de apoyo de estudiantes e ingenieros que participaron como parte del equipo de la Fuerza Aérea Colombiana: Emanuel Useche, Laura Valderrama, Sebastián Bravo, Sergio León y Milena Valero.

A las casi 80 personas y expertos que participaron en el taller de riesgos y oportunidades y que aportaron desde su conocimiento y experiencia a la construcción del presente reporte.

Airbus y Deloitte por su contribución, experiencia, competencias y recursos en la realización del taller de riesgos y oportunidades SAF en Colombia y por el presente reporte.

Entregado a la Aeronáutica Civil el 7 de octubre de 2024 en el marco de la construcción de la Hoja de Ruta de SAF en Colombia.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

La información contenida en el presente reporte ha sido preparada únicamente para fines de información general. Si bien se ha realizado un esfuerzo por garantizar que la información escrita sea precisa y de actualidad, no se dan garantías de ningún tipo, expresa o implícita, en cuanto a la exhaustividad, exactitud, fiabilidad, adecuación o disponibilidad con respecto a la información proporcionada y contenida en el presente reporte.

En ningún caso los contribuidores serán responsables de pérdidas o daños que se deriven del uso de este informe o estén relacionados con él. Las opiniones, afirmaciones y declaraciones expresadas en este informe no reflejan necesariamente la política o posición oficial de ningún organismo, entidad u organización, público o privada participante del taller o contribuidor al contenido de este documento.

Ninguna parte de este reporte podrá ser usado sin autorización explícita de la Aeronáutica Civil.

Tabla de Contenido

RIESGOS Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DEL SAF EN COLOMBIA	2
1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO	6
2. COLABORACIÓN CON LA AERONÁUTICA CIVIL Y ESTRUCTURACIÓN DEL EJERCICIO	8
3. OBJETIVOS DEL TALLER.....	9
4. CLÚSTERES DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES	9
5. PARTICIPANTES Y PARTES INVOLUCRADAS EN EL TALLER	10
6. RIESGOS Y OPORTUNIDADES IDENTIFICADOS Y ACCIONES DE RESPUESTA.....	12
A. RIESGOS Y OPORTUNIDADES DE MATERIAS PRIMAS Y CADENA DE SUMINISTRO	13
B. RIESGOS Y OPORTUNIDADES TECNOLÓGICOS E INDUSTRIALES	21
C. RIESGOS Y OPORTUNIDADES DE MERCADO	26
D. RIESGOS Y OPORTUNIDADES FINANCIEROS Y DE INVERSIÓN.....	33
E. RIESGOS Y OPORTUNIDADES REGULATORIOS Y POLÍTICOS.....	40
7. PRINCIPALES OPORTUNIDADES.....	46
8. PRINCIPALES RIESGOS	48
9. CONCLUSIONES	50
Para apoyar las materias primas y cadena de suministro	50
Para desarrollar la tecnología e industria.....	50
Para impulsar el mercado.....	51
Para fomentar el financiamiento e inversión.....	51
Para que la regulación y política soporten al ecosistema SAF	52
ANEXO 1: METODOLOGÍA DEL TALLER.....	53
ANEXO 2. LIMITES DEL EJERCICIO.....	58

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Es claro que Colombia es un país privilegiado en recursos naturales en la región de América Latina: una geografía de más de 1,141 millones de km², nueve diferentes tipos de climas¹, 43 millones de hectáreas de frontera agrícola (representando el 37,8% del territorio nacional)², con un área efectiva sembrada de 7 millones de hectáreas³ y abundancia de recursos minerales, hídricos y vegetales. Al posicionarse como el segundo país más biodiverso después de Brasil⁴, Colombia está llamado a jugar un papel fundamental y estratégico en el desafío del cambio climático y la transición ecológica. Las condiciones geográficas de Colombia que permiten esta riqueza en biodiversidad son también la razón por la cual la aviación es un medio de transporte de gran relevancia en el país para conectar las diferentes regiones y zonas más apartadas y de difícil acceso. La conectividad que permite la aviación es un motor esencial en el desarrollo económico y social de Colombia. Más de 400 aeropuertos en todo el territorio conectaron a 49,46 millones de pasajeros en 2023⁵. Se estima que toda la cadena de valor de la aviación, incluido el turismo, aporta al PIB US\$ 7,5 mil millones anualmente (2,7% del PIB nacional)⁶. Además de ser catalogado como un servicio público esencial por la Ley 336 de 1996 (artículo 68), múltiples son las razones que demuestran la importancia de la aviación en Colombia como motor económico esencial y mantenimiento de conectividad del territorio nacional y con el mundo.

Sin embargo, la aviación también contribuye a los cambios climáticos a través de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. La industria aeronáutica contribuye con 2.5% de las emisiones de CO₂ mundiales⁷. Siendo una industria difícil de descarbonizar y de electrificar, este porcentaje mantiene una tendencia de crecimiento. El calentamiento global y los cambios en el clima impactan cada año la estabilidad económica, las fuentes de alimentación y la seguridad de los ciudadanos colombianos. La industria de la aviación ha decidido tomar responsabilidad a nivel mundial y de esta manera crear metas, compromisos y métodos para reducir su huella de carbono. Es así como los países miembros de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) han determinado el ambicioso objetivo de alcanzar emisiones netas cero (neutralidad carbono) para 2050 a nivel mundial⁸.

En respuesta a estas metas, asociaciones gremiales como la Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA por sus siglas en inglés) y Air Transport Action Group (ATAG) han propuesto diferentes caminos para que la industria logre esos objetivos. La búsqueda de renovación de flota por aviones con nuevas y mejores tecnologías, la mejora de las operaciones aéreas e infraestructura, o implementar medidas de compensaciones de emisiones basadas en el mercado como la compra y venta de bonos de carbono son tan solo algunos de esos caminos que en combinación pueden llegar a generar un impacto en la reducción de emisiones de CO₂. No obstante, los estudios hechos por ATAG demuestran que los combustibles sostenibles de aviación (SAF por sus siglas en inglés) son el camino que contribuirán a reducir las emisiones de manera más significativa (hasta 61% de reducción según la figura 1), convirtiéndose este en el principal método del sector para reducir su huella de carbono⁹.

¹ Según la Clasificación climática de Köppen

² De acuerdo a el UPRA y Ministerio de Agricultura (2024)

³ Ministerio de Agricultura de Colombia.

⁴ Según el índice de diversidad biológica de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

⁵ De acuerdo a datos publicados por la Aeronáutica Civil (2023)

⁶ De acuerdo con IATA (2019)

⁷ Hannah Ritchie (2024) - "What share of global CO₂ emissions come from aviation?" Publicado en línea en OurWorldinData.org

⁸ Marco Mundial OACI para SAF, LCAF y otras energías más limpias para la aviación (Adoptado por la CAAF/3 el 24 de noviembre de 2023)

⁹ Ver "Waypoint 2050, An Air Transport Action Group Project" (2021)

Debido a la importancia de los SAF en la descarbonización del sector de la aviación, el desarrollo de esta industria en Colombia es una oportunidad única para el país de inscribirse en la transición energética sostenible a nivel mundial. Este nuevo mercado permitiría el uso sostenible de recursos naturales, asegurando su preservación y conservación, además de aportar a la seguridad e independencia energética del país.

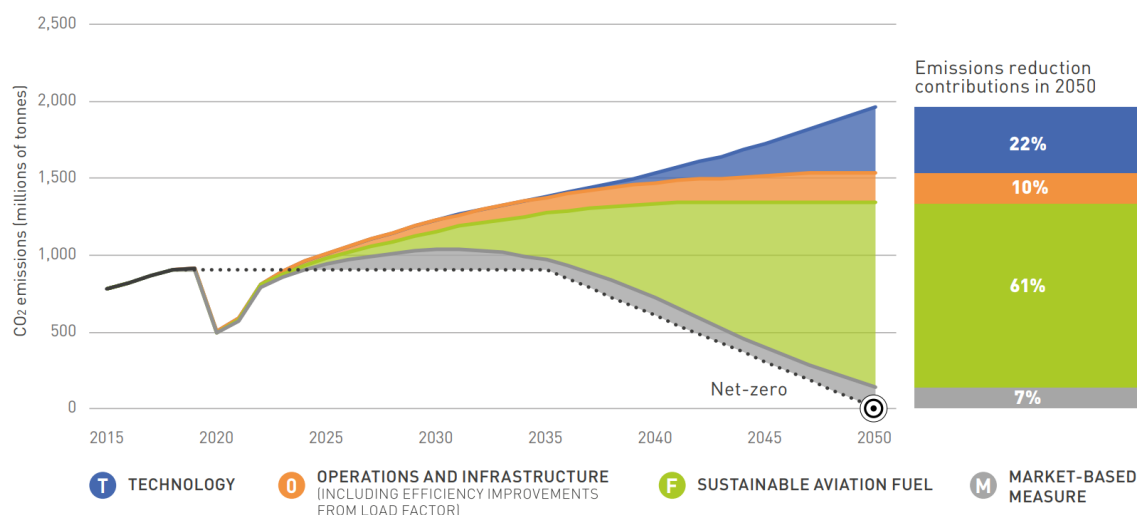


Figura 1. Propuesta de escenario 1 para la descarbonización de la aviación, “Waypoint 2050, An Air Transport Action Group Project”, 2021.

Al ser biocombustibles, los SAF son productos que involucran a diferentes actores de múltiples sectores económicos para su procesamiento, producción y comercialización. Desde la agricultura como proveedores de las materia primas, pasando por las refinerías como productores y transformadores del producto, distribuidores, hasta las aerolíneas y pasajeros como consumidores finales de la cadena. Esto hace que su impacto se de en toda la matriz energética de los países. En el trilema energético propuesto por el Consejo Mundial de Energía (WEC por sus siglas en inglés) se propone una guía para que los estados orienten su matriz energética hacia la sostenibilidad. Su enfoque se da en tres dimensiones: soberanía energética, equidad social, y sostenibilidad medioambiental. Si se junta el trilema con la aspiración de alcanzar una Colombia próspera y justa, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo del gobierno del presidente Gustavo Petro (Ley 2294 de 2023) y las acciones de transición energética justa y sostenible, esas ambiciones ambientales y de desarrollo podrían adaptarse en los siguientes tres pilares que pueden servir como base para la creación del ecosistema SAF colombiano: la soberanía energética, la sostenibilidad medioambiental y la equidad social.

Soberanía energética – Los SAF son recursos importantes para mejorar la soberanía energética del sector aéreo en Colombia, donde una producción local de combustibles sostenibles de aviación podría ayudar a la eventual insuficiencia de combustible y a la creciente y potencial necesidad de importación de Jet Fuel.

Sostenibilidad medioambiental – Gracias al enfoque en sostenibilidad y en las materias primas, los SAF sirven como medio particularmente relevante para apoyar el desarrollo de la sostenibilidad medioambiental en Colombia. Las exigencias y criterios expuestos en los diferentes marcos regulatorios internacionales sobre los SAF (particularmente los criterios de sostenibilidad del esquema

CORSIA¹⁰ desarrollado por la OACI) en términos de suelos, agua, emisiones de carbono, conservación y biodiversidad son instrumentos claves para impulsar a la agricultura energética sostenible y crecer respetando el medio ambiente.

Equidad social – La industria de los SAF tendrá un papel primordial en el desarrollo económico y social de las comunidades de agricultores colombianos, particularmente aquellos cultivadores de materias primas otras que la palma de aceite y la caña de azúcar sobre las cuales se han desarrollado hasta ahora los biocombustibles en el país. No obstante, estas dos industrias están bien posicionada y pueden servir como ejemplos a los agricultores de múltiples biomásas energéticas permitiendo así prosperar en un ecosistema SAF de creciente demanda y de alto valor agregado.

Estos tres pilares, aplicados de forma correcta, permitirán la creación de un ecosistema SAF robusto, duradero y coherente para todos los actores, públicos y privados. El desarrollo de tal ecosistema requiere por sobre todas las cosas de un liderazgo sólido al más alto nivel de gobierno, alineado con la visión del país de una transición energética justa y responsable, y con el compromiso frente a la comunidad internacional de respetar las metas de descarbonización o Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) de disminuir 51% las emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y lograr la carbono neutralidad al año 2050. La conexión entre la inmensa biodiversidad de Colombia en conjunto con la importancia de la industria de la aviación para el país hace que esta nueva industria de SAF se haga necesaria en la ambición de reindustrialización y transición energética que tiene el país, permitiendo crear nuevas oportunidades económicas y sociales para la población y para las industrias involucradas (energética, agrícola y transporte aéreo), al mismo tiempo que protege los recursos naturales y ayuda a alcanzar los objetivos propuestos por Colombia para reducir su impacto climático.

2. COLABORACIÓN CON LA AERONÁUTICA CIVIL Y ESTRUCTURACIÓN DEL EJERCICIO

En su compromiso con Colombia y con impulsar la descarbonización de la aviación en América Latina, Airbus ha venido trabajando desde 2021 en la creación de un ecosistema en torno a los SAF en el país. La empresa ha colaborado con diferentes actores de la cadena de valor, desde productores de tecnologías hasta los consumidores finales como aerolíneas y las asociaciones que las agremian. Esto con el objetivo de motivar el interés en el Gobierno Nacional de adelantar la iniciativa de articular y desarrollar los pasos necesarios que fomenten el nacimiento de este nuevo sector.

En 2022, Airbus firmó con el Estado Colombiano un Memorando de Entendimiento el cual reafirma el compromiso de apoyar en el proceso de transición energética de la aviación en el país. Del mismo modo, el Gobierno Nacional confió a la Aeronáutica Civil (Aerocivil) la responsabilidad de desarrollar la Hoja de Ruta de los SAF en Colombia. En ese contexto, Airbus ha apoyado a la Aerocivil para aportar su conocimiento y competencias, y para nutrir el desarrollo del ecosistema SAF. Dentro de las áreas de acción que fueron priorizadas por la Aerocivil estuvo la identificación de oportunidades y riesgos para la creación del ecosistema SAF en Colombia.

Con ese propósito, en marzo de 2024, Airbus involucró a la empresa de consultoría Deloitte para la organización de un ejercicio de identificación de oportunidades y riesgos a través de un taller

¹⁰ CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels (icao.int)

colaborativo multi actores en Bogotá. Este taller reunió a casi 50 organizaciones y 80 personas de los sectores públicos y privados, asociativos y académicos, nacionales e internacionales, que representaron a los diferentes actores de la cadena de valor de los SAF.

El taller permitió, a través de un análisis de parte de los mismos actores participantes, evaluar los principales riesgos y oportunidades relacionados con el desarrollo de los SAF en Colombia, así como las potenciales acciones que se podrían implementar para responder a estos riesgos y oportunidades. El ejercicio fue convocado por la Aeronáutica Civil y contó con el apoyo de Airbus, Deloitte, la Fuerza Aérea Colombiana, y miembros de la academia en Colombia en la estructuración y ejecución de este.

3. OBJETIVOS DEL TALLER

Los objetivos concretos de este ejercicio en torno a los riesgos y oportunidades de los SAF en Colombia fueron los siguientes:

- Elaboración de una matriz de riesgos y una de oportunidades, junto con el desarrollo de acciones de potencialización de oportunidades y mitigación de riesgos identificados como prioritarias y relacionadas al desarrollo de los SAF en Colombia
- Preparación del presente reporte que resume los resultados del ejercicio sobre los riesgos y oportunidades para el desarrollo de los SAF en Colombia
- Preparación del capítulo de riesgos y oportunidades de los SAF a ser tenido en cuenta durante la preparación de la Hoja de Ruta.

4. CLÚSTERES DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES

El taller se abordó a partir de cinco clústeres de riesgos¹¹ y oportunidades con el fin de asegurar una identificación exhaustiva y al mismo tiempo un tratamiento en profundidad de los riesgos y oportunidades del desarrollo de los SAF:



A continuación, se expone el alcance de las cinco áreas de trabajo.

Riesgos/Oportunidades de Tecnología e Industria.

Cubre los riesgos y oportunidades en relación con la producción desde un punto de vista industrial; las rutas de desarrollo de los SAF; la investigación, transferencia y desarrollo de tecnología; selección y flexibilidad de usos para la producción de otros biocombustibles; la formación de capital humano; los estándares internacionales de calidad del combustible de aviación; y la relación costo-calidad de los SAF producidos.

¹¹ Los colores de cada clúster de riesgo permiten identificar con más facilidad a los diferentes riesgos y oportunidades en los mapas de priorización presentados en este reporte. En el contexto del presente reporte, se entiende con la palabra 'riesgos' un riesgo negativo, es decir una amenaza, y se utiliza la palabra 'oportunidades' para los riesgos positivos.

Riesgos/Oportunidades de Materias Primas y Cadena de Suministro

Abarca los riesgos y oportunidades de recolección (incluyendo aceites de cocina usados), inventario, caracterización, selección, transporte y logística de materias primas; requerimientos de calidad, sostenibilidad (incluyendo emisiones de GEI) para la obtención de certificaciones de sustentabilidad; competencia de uso de materias primas en otras industrias; garantía de seguridad alimentaria; temporalidad de la producción de materias primas y relación con los productores; productos intermedios y finales; biocombustibles de primera y segunda generación; cuestionamientos asociados con el aceite de palma; hidrógeno como materia prima; legalidad y exportación de las materias primas; preocupaciones sociales asociadas con su producción y costo; impacto social y generación de empleo asociados con las materias primas; entre otros.

Riesgos/Oportunidades Regulatorios y Políticos

Cubre los riesgos y oportunidades relacionados con la posible inacción política y gubernamental sobre el tema del SAF; la ausencia de señales y medidas regulatorias que propicien el desarrollo de la industria; los posibles cambios gubernamentales, políticos y en la política pública; los desafíos para cumplir con estándares ambientales y de calidad, y sanciones en caso de incumplimiento de estos estándares; incentivos para producción y consumo; lecciones aprendidas de otros países; compromisos y acuerdos internacionales de Colombia; y la alineación con políticas nacionales intersectoriales del gobierno.

Riesgos/Oportunidades de Financiamiento e Inversión

Incluye los riesgos y oportunidades de disponibilidad de capital para el ecosistema SAF; lecciones aprendidas con la actual industria de biocombustibles en Colombia; beneficios fiscales para las diferentes áreas de la cadena de valor de los SAF; financiamiento privado de instituciones bancarias y otros; la viabilidad de inversiones extranjeras en Colombia; experiencias internacionales de financiación; entre otros.

Riesgos/Oportunidades de Mercado

Riesgos y oportunidades relacionados con la incertidumbre en la demanda futura y los precios del petróleo, considerando cómo estos factores pueden afectar la planificación, inversión y viabilidad económica del proyecto de SAF; información y transparencia sobre precios; evaluación del mercado interno vs. externo (exportación); relación entre agentes de la cadena de producción, distribución y consumo; proyección de demanda de combustibles en el sector aéreo; panorama del sector aéreo en Colombia; entre otros.

5. PARTICIPANTES Y PARTES INVOLUCRADAS EN EL TALLER

El resultado de este taller de riesgos y oportunidades está directamente relacionado con el conocimiento, experiencia y refleja las discusiones entre los participantes, animadores y organizadores. Al ser un ejercicio de reflexión colectiva, los aportes de cada organización e individuo influyen en los riesgos y oportunidades identificadas y las acciones sugeridas. Los colaboradores y las organizaciones participantes fueron las siguientes.

Comité Organizador del Taller

Riesgos y oportunidades para el desarrollo del SAF en Colombia. Octubre 2024.

- Mariana Arteaga – Aeronáutica Civil
- Andrés Felipe Gómez – Universidad de los Andes
- Mayor Mauricio López – Fuerza Aérea Colombiana
- Laura Valderrama – Fuerza Aérea Colombiana
- Fernando Caro – Airbus
- Jorge Bernal-Geschier – Airbus
- Fiona López – Deloitte

Grupo de Expertos y Académicos Facilitadores del Taller

- John Ramiro Agudelo – Profesor ingeniería mecánica, Universidad de Antioquia, colíder de la mesa de Tecnología e Industria
- Vladimir Silva Leal – Profesor investigador en energías renovables, Universidad ECCI, colíder de la mesa de Tecnología e Industria
- Sofía Duarte – Consultora en gestión ambiental y de energía, líder de la mesa de Materias Primas
- Olga Lucia Ramírez – Socia, MQMGLD Abogados (antes DLA Piper Martínez Beltrán), líder de la mesa de Regulación y Política
- Julio César Vera Díaz – Presidente, Fundación XUA Energy y Gerente General de Valjer Energy SAS, líder de la mesa de Mercados
- Fernando Cardeño López – Profesional especializado, UPME, líder de la mesa de Financiamiento e Inversión

Grupo de Estudiantes en apoyo a la facilitación del ejercicio

- Sergio León – Ingeniero Químico
- Milena Valero – Investigadora en energías renovables
- Sebastián Bravo – Ingeniero Químico
- Emanuel Useche – Ingeniero Aeronáutico

Entidades Participantes

- | | |
|---|--|
| • Acopaer (Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales) | • Fedebiocombustibles |
| • AIRBUS | • Fedepalma |
| • Air Canada | • Fuerza Aérea Colombiana |
| • Air France-KLM | • Honeywell |
| • ALTA | • IATA |
| • Arte Canal Colombia | • LATAM Airlines |
| • Asocaña | • Ministerio de Ambiente |
| • Avianca | • Ministerio de Comercio, Industria y Turismo |
| • Banco Interamericano de Desarrollo | • Ministerio de Hacienda |
| • BioD | • Ministerio de Minas y Energía |
| • Bioenergy | • Ministerio de Transporte |
| | • MQMGLD Abogados (DLA Piper Martínez Beltrán) |

- Campetrol
- Cenicaña
- Cenit
- Complejo Manuelita
- Consorcio Alternativas (Ingeplan Co y Strauss)
- Chevron
- Deloitte
- Departamento Nacional de Planeación
- Ecopetrol
- Aeropuerto El Dorado
- Embajada de Finlandia
- FAA (US Federal Aviation Administration)
- Oleoflores
- ProColombia
- RFH y Compañía
- Tecsol
- Terpel
- Universidad de Antioquia
- Universidad de los Andes
- Universidad ECCI
- Wingo
- Washington State University /ASCENT

A continuación, se presentan de manera exhaustiva todos los riesgos y oportunidades identificados durante el taller, organizados por subtemas.

6. RIESGOS Y OPORTUNIDADES IDENTIFICADOS Y ACCIONES DE RESPUESTA

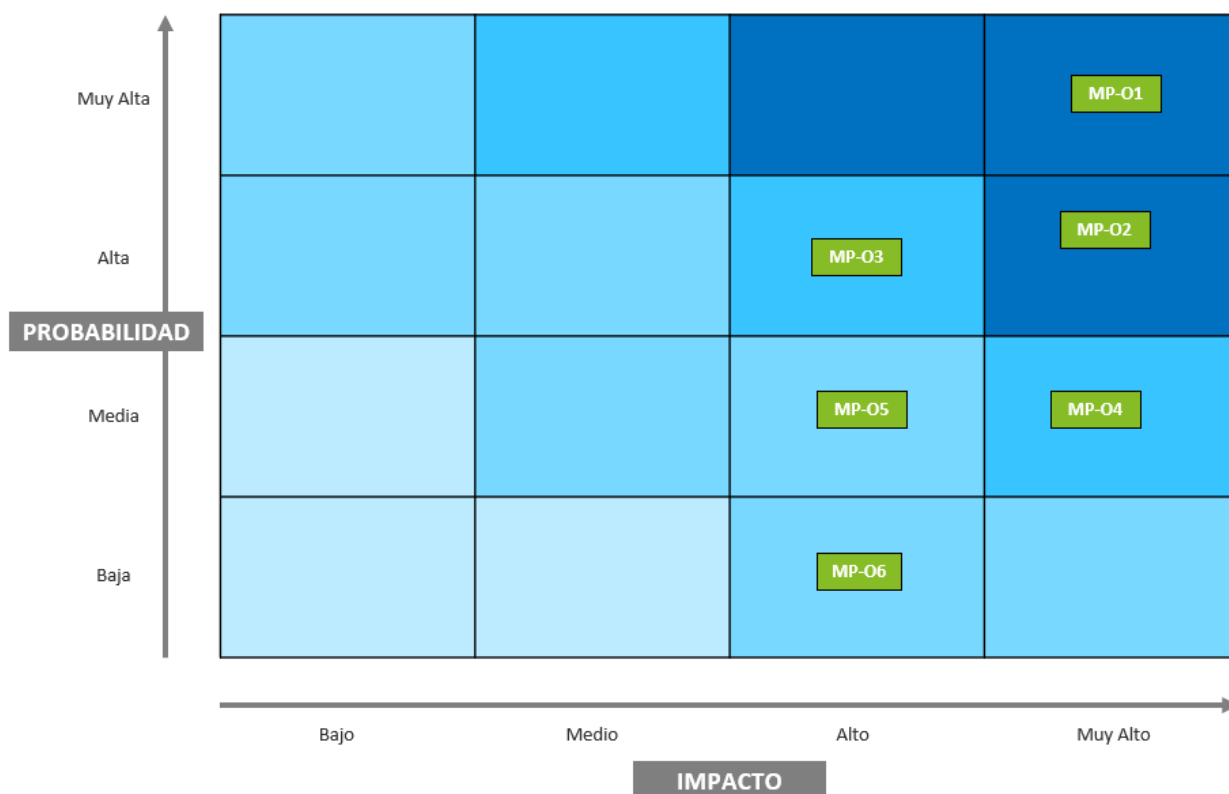
Los riesgos y oportunidades identificados tienen por objetivo orientar las decisiones y acciones del plan de acción para la industria SAF en Colombia. El taller permitió identificar inicialmente más de 120 riesgos y oportunidades entre los cinco clústeres, los cuales fueron trabajados para aterrizar a un total de 40 riesgos y 27 oportunidades sobre el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia y que se encuentran incluidos en este reporte. De ese número, el equipo líder del taller llegó a limitar a 16 riesgos y 13 oportunidades que fueron consideradas prioritarias para el país. Cada uno de estos riesgos y oportunidades fue analizado en relación con la situación de Colombia y fue adaptado para reflejar el riesgo específico que se aplica localmente.

El ejercicio también resultó en la identificación de acciones para mitigar los riesgos y activar las oportunidades identificadas como prioritarias, esto con el fin de generar vías que anticipen su ocurrencia e impacto. El propósito de las acciones aquí expuestas es que estas sirvan como instrumento para la elaboración de la hoja de Ruta de los SAF en el país, y que al mismo tiempo contribuyan a la armonización del marco regulatorio SAF colombiano. Las acciones identificadas se encuentran organizadas por tema y asignadas a los riesgos y oportunidades prioritarios correspondientes.

Los detalles de la metodología y limitantes del ejercicio se encuentran consignados en los Anexos 1 y 2, adjuntos al final de este reporte.

A. RIESGOS Y OPORTUNIDADES DE MATERIAS PRIMAS Y CADENA DE SUMINISTRO

OPORTUNIDADES EN TÉRMINOS DE MATERIAS PRIMAS Y CADENA DE SUMINISTRO



MP-O1*	<p><u>Usar diferentes tecnologías de SAF aprovechando la amplia gama de materias primas colombianas:</u></p> <p>Gracias a la diversidad de cultivos, liderados por la palma de aceite y caña de azúcar, y biomásas presentes en Colombia, existe la oportunidad de aprovechar la amplia gama de materias primas para desarrollar el SAF local mediante diferentes tecnologías, lo que a su vez favorecería la competitividad, la eficiencia y la rentabilidad de los procesos de producción de SAF.</p>
MP-O2*	<p><u>Aprovechamiento de la frontera agrícola disponible para los SAF:</u></p> <p>A causa de la baja utilización de la frontera agrícola¹² en Colombia (menor al 20% actualmente¹³), existe la oportunidad de acelerar la producción agrícola bajo un esquema</p>

¹² La frontera agrícola se define como el límite del suelo rural que separa las áreas donde las actividades agropecuarias están permitidas, de las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley o el reglamento (Definición conjunta del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia).

¹³ Solo se está aprovechando 13.5% de las 39.2 millones de hectáreas con potencial (larepublica.co)

	<p>de economía circular que incluya la producción de materias primas para los SAF, lo cual mejoraría la calidad de vida de la sociedad rural colombiana.</p>
MP-O3*	<p><u>Acelerar certificación de SAF con materias primas del bioetanol:</u></p> <p>Debido a la baja huella de carbono y baja calificación ILUC (Cambio Indirecto del Uso del Suelo) del bioetanol en Colombia, existe la oportunidad de acelerar la certificación y producción de SAF a partir de las mismas materias primas usadas para el bioetanol (alcohol carburante), lo cual contribuiría a diversificar y fortalecer la matriz energética del sector de la aviación, y potencializar a Colombia como un mercado del SAF en Latinoamérica.</p>
MP-O4	<p><u>Uso de biomásas residuales para producción de SAF:</u></p> <p>Debido a que las tecnologías para producción de SAF permiten el uso de biomásas residuales abundantes y disponibles en Colombia, existe la oportunidad de aprovechar los subproductos/biomásas residuales como materias primas para la producción de SAF, lo cual disminuiría los impactos ambientales derivados de la gestión actual de estos subproductos y mejora la sostenibilidad de la agroindustria nacional.</p>
MP-O5	<p><u>Uso de poliductos existentes:</u></p> <p>Gracias a la capacidad de los poliductos para el transporte de diferentes combustibles, existe la oportunidad de transportar el SAF por los poliductos existentes en gran parte el país, lo cual reduciría la huella de carbono y los costos asociados a su transporte.</p>
MP-O6	<p><u>Hidrógeno verde a partir de biomasa residual:</u></p> <p>Gracias a la disponibilidad de tecnologías que permiten la producción de hidrógeno verde, incluyendo a partir de materias primas abundantes en Colombia como la biomasa residual, existe la oportunidad de tener un hidrógeno verde certificable por CORSIA, lo cual mejoraría la comercialización y abriría nuevos mercados para los SAF colombianos.</p>

*Oportunidades consideradas prioritarias.

OPORTUNIDADES – ACCIONES EN TÉRMINOS DE MATERIAS PRIMAS Y CADENA DE SUMINISTRO

OPORTUNIDAD	ACCIÓN DE ACTIVACIÓN
<p>Usar diferentes tecnologías de SAF aprovechando la amplia gama de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer políticas públicas que incentiven la agricultura sostenible y la industrialización nacional de tal manera que alineado con la Transición Energética Justa se desarrollen energías renovables con tecnología nacional. - La organización de pequeños agricultores mediante agrupaciones regionales que puedan proveer de manera sostenible diferentes materias primas de manera

<p>materias primas colombianas</p> <p>(MP-O1)</p>	<p>organizada, como por ejemplo, comunidades energéticas en el marco de las estrategias nacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar inventarios claros de potenciales técnicos de disponibilidad regional de materias prima, los cuales especifiquen características, cantidad y calidad, así como estacionalidad, y logística requerida para regularidad en la entrega, de tal manera que se puedan dimensionar las capacidades instaladas tanto de las plantas de pretratamiento de materias primas como de plantas de producción de SAF. - Fomentar la investigación y desarrollo de tecnologías nacionales para la producción de SAF, especialmente de las que a nivel internacional no se encuentran en altos grados de maduración, pero que en Colombia se cuenta con el potencial necesario para su desarrollo, así aportando a la industrialización del país. - Desarrollar pilotos demostrativos con diferentes rutas¹⁴ como HEFA¹⁵ (Hydrotreated Esters and Fatty Acids), AtJ¹⁶ (Alcohol-to-Jet), FT¹⁷ (Fischer-Tropsch) que permitan escalar el potencial real de Colombia y su viabilidad para la producción de SAF por diversas tecnologías adaptadas a las condiciones locales, probando las características de la biomasa de cada región, calidad, logística, capacidad, estacionalidad de la cosecha, modelo comercial, sostenibilidad, etc. - Promover el uso de incentivos tributarios existentes al asegurarse que estos incluyen la cadena de suministro para la producción de los SAF, particularmente gestionar con el gobierno nacional para incluir usos térmicos y biocombustibles en los beneficios de la Ley 1715 de 2014 y sus modificaciones, el impuesto al carbono, los incentivos a la ciencia y tecnología, el financiamiento de FENOG (Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía), e incentivos ambientales. - Trabajar conjuntamente entre el gobierno y los gremios palmeros en la validación de un valor ILUC favorable para la aprobación de la palma de aceite colombiana como materia prima elegible para la producción de SAF ante certificación CORSIA.
<p>Aprovechamiento de la frontera agrícola</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar políticas que permitan un crecimiento sostenible de la agricultura, incluyendo políticas que permitan e impulsen el aprovechamiento de biomásas residuales agrícolas, la ampliación de monocultivos de manera sostenible, o el uso

¹⁴ The basics of SAF Technology | The HEFA process | SkyNRG

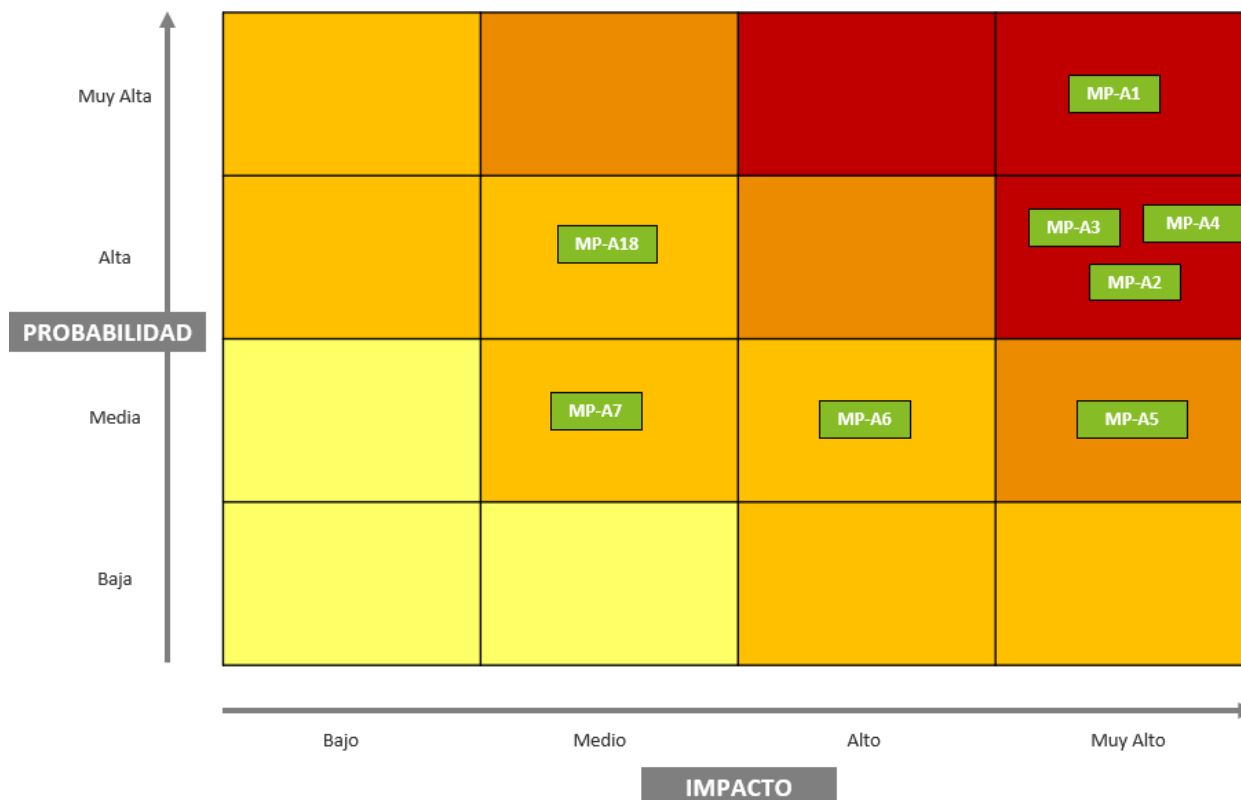
¹⁵ El proceso HEFA refina aceites vegetales, aceites usados o grasas para convertirlos en SAF mediante un proceso que utiliza hidrógeno (hidrogenación). En el primer paso del proceso HEFA, el oxígeno se elimina mediante hidrogenación. A continuación, las moléculas parafínicas rectas se craquean y se isomerizan hasta obtener la longitud de la cadena de combustible para aviación.

¹⁶ El proceso ATJ convierte alcoholes en SAF eliminando el oxígeno y uniendo las moléculas para obtener la longitud de cadena de carbono deseada (es decir, oligomerización). Actualmente, existen dos materias primas aprobadas para su uso en la tecnología AtJ: etanol e isobutanol.

¹⁷ El proceso FT toma cualquier material que contenga carbono y lo divide en secciones individuales en forma de gas (gas de síntesis). Luego, la síntesis FT combina estos componentes básicos en SAF y otros combustibles.

<p>disponible para los SAF</p> <p>(MP-O2)</p>	<p>de los subproductos de la gasificación como biofertilizantes para la agricultura, con un enfoque de economía circular.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Invertir en innovación que permita aumentar la eficiencia de los cultivos y la valorización de subproductos. - Establecer claridad sobre los precios y tamaños de los mercados de las materias primas, a través de estudios y estimaciones formales incluyendo otros usos potenciales y maneras de hacer competitivo el mercado de los SAF. - Rentabilizar los encadenamientos productivos, es decir todos los eslabones de la cadena de valor y actores involucrados en los SAF, para promover el desarrollo rural y agro-energético de Colombia, con un enfoque de economía circular que permita cerrar los encadenamientos.
<p>Acelerar certificación de SAF con materias primas del bioetanol</p> <p>(MP-O3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar un modelo comercial y de factibilidad que sea la base para construir una política comercial clara que regule el uso de bioetanol para el SAF, sin afectar las metas de mezcla del biocombustible actual y proyectada en el marco de la Transición Energética Justa. - Desarrollo de pilotos de producción de SAF con la ruta Alcohol-to-Jet, para determinar los rendimientos y proyecciones financieras propias de Colombia. - Extender los cultivos de las materias primas ya utilizadas para la producción de bioetanol de baja huella de carbono y baja calificación de ILUC, acorde con la disponibilidad de la frontera agrícola nacional y sin afectar la seguridad alimentaria. - Fomentar el uso de subproductos del sector sucro-energético para la producción de etanol de segunda generación bajo un esquema de economía circular que permita ampliar la producción sostenible de los SAF.
<p>Uso de biomásas residuales para producción de SAF</p> <p>(MP-O4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alinear con políticas públicas como economía circular, basura cero, reindustrialización, comunidades energéticas, Transición Energética Justa, entre otras para garantizar el éxito de las iniciativas que busquen facilitar la utilización de subproductos / biomásas residuales generados en los procesos de obtención de la materia prima para SAF de segunda generación certificable por CORSIA. - Realizar un inventario de subproductos/biomásas residuales en regiones de interés que permita identificar las cantidades disponibles, calidad, ubicación, estacionalidad, y sistemas necesarios para su recolección sostenible. - Desarrollar un sistema de recolección de subproductos/biomásas residuales y modelo de negocio en un esquema gana-gana para todos los actores de la cadena de valor, en colaboración con el sector público y privado.

RIESGOS EN TERMINOS DE MATERIAS PRIMAS & CADENA DE SUMINISTRO



MP-A1*	<p><u>Elevada huella de carbono del SAF:</u></p> <p>A causa de las altas emisiones de carbono asociadas al transporte terrestre de materias primas, la dificultad vial en Colombia, las posibles malas prácticas de cultivos y la complejidad de la cadena logística por la baja densidad de algunas materias primas, existe el riesgo de aumentar la huella de carbono en la calificación del ciclo de vida del SAF y de no obtener la certificación por CORSIA, lo cual resultaría en la disminución de la competitividad de la materia prima.</p>
MP-A2*	<p><u>Déficit de hidrógeno verde para producción de SAF:</u></p> <p>A causa del alto costo de producción, de los otros usos proyectados en la hoja de ruta del hidrógeno en el país, de la falta de investigación, de los tiempos de entrada de los proyectos, y de la ubicación de la producción de hidrógeno en relación con las plantas de producción de SAF, existe un riesgo de que haya déficit de hidrógeno verde o azul para la producción del SAF certificable por CORSIA, lo cual limitaría los volúmenes de SAF producidos.</p>
MP-A3*	<p><u>Pretratamientos costosos para la materia prima:</u></p> <p>A causa de la dispersión** y variabilidad de las materias primas, existe el riesgo de requerir una logística y pretratamientos complejos y costosos para las materias primas, lo cual aumentaría los precios de los SAF producidos.</p>

	(**geográfica, ubicación, climática, social, cultural, vial)
MP-A4*	<p><u>Falta de suministro de materias primas:</u></p> <p>A causa de la complejidad en la logística, los efectos del cambio climático y la fidelización de los proveedores de materias primas; de los otros usos de la biomasa residual; de la falta de control del estado sobre la recolección y acopio de aceites de cocina usados; la falta de tecnología de recolección; entre otros; existe el riesgo de no contar con el suministro necesario de materias primas para la producción de SAF, lo cual limitara los volúmenes de producción y el posible incumplimiento de compromisos, y la pérdida de inversiones.</p>
MP-A5	<p><u>Falta de atención a la diversificación de materias primas más allá de la palma de aceite:</u></p> <p>A causa del desarrollo y liderazgo de la producción de aceite de palma y madurez de la tecnología HEFA a nivel mundial, existe el riesgo que Colombia se limite preferencialmente al aceite de palma como materia prima para SAF, lo cual desaceleraría el desarrollo de nuevas tecnologías y uso de otras biomásas para SAF disponibles ampliamente en Colombia reduciendo la diversificación, la competitividad y oportunidades de comercialización de los SAF colombianos producidos a partir de diferentes materias primas a nivel internacional.</p>
MP-A6	<p><u>Dificultad para usar aceite de palma para el SAF:</u></p> <p>A causa de la mala reputación del aceite de palma a nivel mundial, y de la falta de captura de metano generado en las lagunas de oxidación de la palma que afecta al análisis de ciclo de vida del SAF, existe el riesgo que el uso del aceite de palma dificulte la producción nacional y comercialización del SAF a nivel internacional, lo cual podría afectar la competitividad de una parte del SAF colombiano.</p>
MP-A7	<p><u>Escasez de información sobre disponibilidad de materias primas:</u></p> <p>A causa de la falta de divulgación y acceso a la información sobre la disponibilidad de las materias primas en el territorio nacional, incluida su distribución, existe el riesgo que no se conozca la disponibilidad real de materias primas en Colombia y sus regiones, lo cual implicaría no poder determinar la capacidad técnica de producción de los SAF.</p>
MP-A8	<p><u>Dificultad para producir materias primas de manera costo-eficiente:</u></p> <p>Debido a la mitificación existente sobre los monocultivos y la agroindustria tecnificada, existe un riesgo que no se pueda ampliar la producción de materias primas para los SAF de manera costo-eficiente, lo cual limitaría el crecimiento de la industria de los SAF y el desarrollo de nuevos negocios que favorezcan a las comunidades rurales.</p>

*Riesgos considerados prioritarios.

RIESGOS – ACCIONES EN TÉRMINOS DE MATERIAS PRIMAS & CADENA DE SUMINISTRO

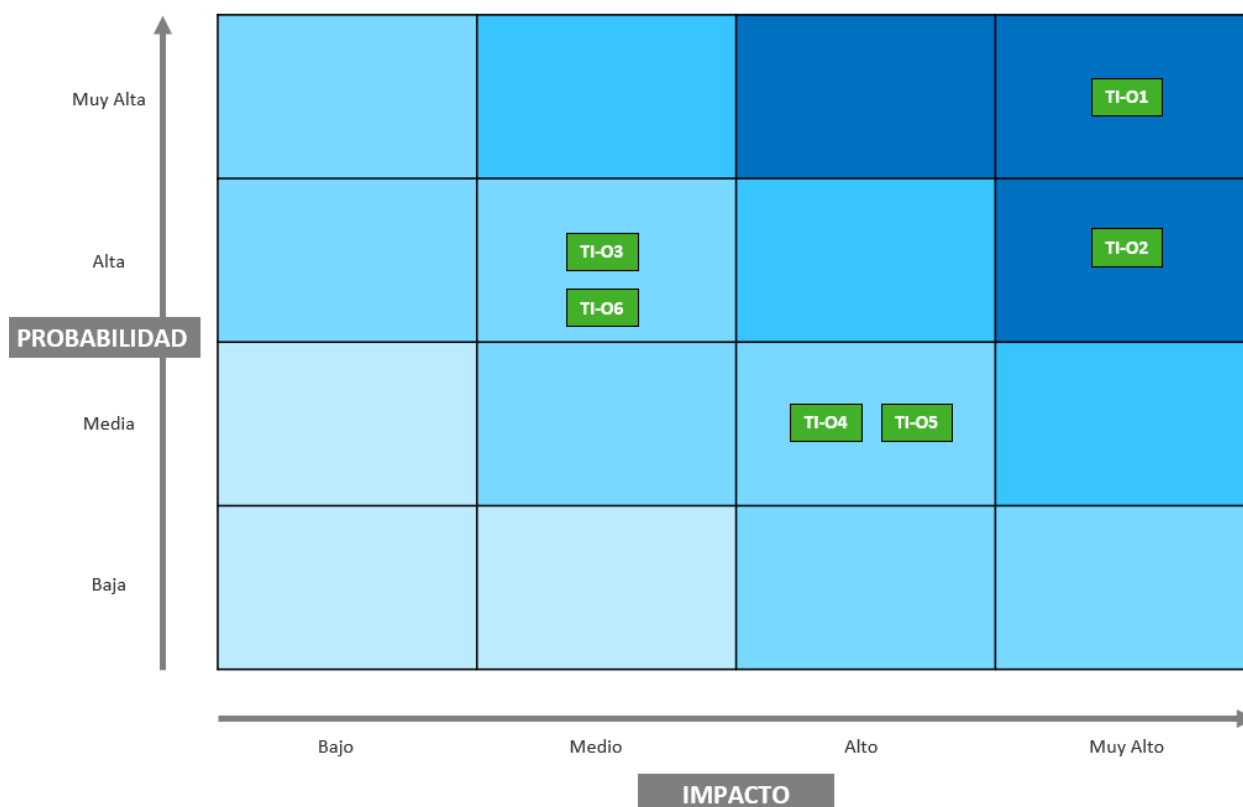
RIESGO	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
<p>Elevada huella de carbono del SAF</p> <p>(MP-A1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La organización de pequeños productores, por ejemplo, a través de la conformación de comunidades energéticas, a lo largo de la cadena de producción del SAF con el fin de gestionar adecuadamente las materias primas desde su recolección, acopio y densificación para facilitar el transporte. - Realizar estudios regionales de inventarios de materias primas y la realización de pilotos con análisis técnicos ambientales y económicos que permitan entender como acopiar materias primas de forma eficiente y que potencialicen las sinergias logísticas. Esto permitirá reducir los costos de las materias primas desde el origen, y contribuirá a determinar la mejor ubicación de las plantas de producción, a su vez reduciendo costos y emisiones. - Aprovechar la disponibilidad de poliductos para reducir emisiones por transporte terrestre y ubicar estratégicamente a las plantas de producción de los SAF. - Invertir en el mejoramiento de las vías terciarias que están mayoritariamente en mal estado y que tengan una incidencia directa con el desarrollo de los SAF en el país. - Implementar una política integral que promueva y valore activamente la producción de materias primas sostenibles. Esta política podría incluir incentivos fiscales o económicos para los productores que adopten prácticas sostenibles, así como la implementación de regulaciones que establezcan estándares claros de sostenibilidad para la producción de materias primas. - Establecer programas de capacitación y asistencia técnica para los agricultores con el fin de fomentar la adopción de prácticas agro-industriales más sostenibles.
<p>Déficit de hidrógeno verde para producción de SAF</p> <p>(MP-A2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar con la hoja de ruta del hidrógeno en Colombia el potencial y los usos que se tienen proyectados, con el fin de determinar claramente la disponibilidad real de hidrógeno para la producción de SAF y la competencia que se puede desarrollar con otros usos. - Realizar estudios y cálculos de la reducción de huella de carbono para diferentes categorías de hidrógeno, alineados con los requerimientos de CORSIA. - Explorar una variedad de tecnologías para producir hidrógeno (biomasa, hidrógeno blanco, etc.) sin limitarse a un solo método (ej. hidrólisis). - Invertir en investigación para la producción de hidrógeno de bajo costo. - Optimizar las tecnologías de producción de SAF para reducir la demanda de hidrógeno de cada tecnología.

	<ul style="list-style-type: none"> - Acoplar oferta y demanda de energía eléctrica para aprovechar excedentes en la producción de hidrógeno en horas valle.
<p>Pretratamientos costosos para la materia prima (MP-A3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar a los proveedores de materias primas sobre los requerimientos para las materias primas destinadas a producción de SAF. - Desarrollar tecnologías de pretratamiento de bajo costo para la diversidad de materias primas disponibles verificando la escala de implementación costo-eficiente. - Desarrollar políticas comerciales como bonificaciones y penalidades en función del nivel de calidad. - Incluir en el modelo de negocio sostenible los costos asociados a la logística y pretratamiento para evitar inconvenientes en la implementación, garantizando el margen óptimo que permita la fidelización y promueva las inversiones de largo plazo. - Desarrollar incentivos y garantías de largo plazo que promuevan la seguridad a los inversionistas y confiabilidad en el modelo de negocio de tal manera que se fidelice y se establezca una relación comercial sostenible.
<p>Falta de suministro de materias primas (MP-A4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer políticas y estrategias que promuevan la fidelización con contratos de largo plazo para estabilizar costos tanto con proveedores de materias primas como con consumidores de SAF. - Realizar inventarios y proyecciones claras de las diferentes materias primas utilizables para SAF que puedan complementarse, tomando en cuenta los riesgos de las afectaciones del cambio climático al sector agrícola, una variable importante que se debe considerar para futuros escalamientos. - Incluir en los programas de adaptación nacional al cambio climático este riesgo que afecta la diversificación de la matriz energética nacional y el desarrollo agroindustrial de Colombia. - Implementar inventarios estratégicos de materias primas a lo largo de la cadena. - Impulsar la fidelización con políticas de resolución ágil de conflictos a lo largo de toda la cadena de producción y comercialización. - Implementar una política de reducción de IVA para el aceite de palma, lo cual tendría un efecto indirecto sobre la disponibilidad de materia prima, especialmente el aceite de cocina usado ya que esto disminuye la comercialización ilegal del aceite de cocina usado para limpiarlo y venderlo como aceite usado al perder competitividad.
<p>Falta de atención a la diversificación de materias primas más allá</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que la hoja de ruta, las políticas públicas y regulaciones de SAF son agnósticas en términos de materias primas y tecnologías, lo cual debe tomar en cuenta los incentivos e instrumentos financieros a la agro-industria, instrumentos

<p>de la palma de aceite</p> <p>(MP-A5)</p>	<p>que deben apoyar a todas las materias primas elegibles y tecnologías para SAF de manera equitativa, diversificada e inclusiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyar la certificación y el desarrollo de otras materias primas colombianas menos conocidas y con menos expansión que la palma aceitera. - Apoyar la innovación, maduración y transferencia de tecnologías para los SAF que utilizan otras materias primas en sus procesos. - Invertir en estudios de factibilidad para todas las materias primas y todos los procesos de producción de SAF, incluyendo tecnologías emergentes.
--	---

B. RIESGOS Y OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS E INDUSTRIALES

OPORTUNIDADES EN TÉRMINOS DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIA



<p>TI-O1*</p>	<p><u>Desarrollar una nueva industria y economía de SAF:</u></p> <p>Si Colombia logra generar las condiciones económicas, políticas, regulatorias, medioambientales, sociales y de inversión para el desarrollo de la cadena de valor de los SAF, existe la oportunidad que el país genere una nueva industria alrededor de la producción, comercialización, distribución y uso de los SAF, lo cual traería creación de empleos,</p>
----------------------	---

	desarrollo en la economía del país, avances académicos y tecnológicos, entre otros beneficios para Colombia.
TI-O2*	<p><u>Adopción rápida de la ruta HEFA:</u></p> <p>Debido a la experiencia ganada y a la infraestructura existente con la producción de biocombustibles convencionales, sumado al camino recorrido por Ecopetrol y la academia en la producción de biojet a través de HEFA, existe la oportunidad de adoptar rápidamente las rutas comerciales de producción de SAF (específicamente HEFA) en Colombia, lo cual le daría una ventaja a Colombia como país productor en América Latina.</p>
TI-O3	<p><u>Liderazgo en aseguramiento y control de calidad del combustible:</u></p> <p>Debido a que Colombia tiene una industria de biocombustibles robusta que aporta experiencia en control de calidad, existe la oportunidad de posicionarse como un líder en sistemas de aseguramiento y control de calidad del combustible y de evaluación de huella de carbono, lo cual contribuiría a la estandarización de parámetros a nivel regional y a la consolidación de Colombia como “hub” en términos de SAF.</p>
TI-O4	<p><u>Plantas piloto de tecnologías no convencionales y e-SAF¹⁸:</u></p> <p>Debido al potencial de Colombia para producir SAF con hidrógeno verde, combinado con la posición geoestratégica del país, existe la oportunidad de desarrollar plantas piloto de tecnologías no convencionales (más allá de HEFA y ATJ), incluyendo e-SAF, lo cual permitiría probar y desarrollar nuevas tecnologías de baja o nula huella de carbono.</p>
TI-O5	<p><u>Impulsar manufactura de tecnologías de SAF:</u></p> <p>Debido a la presencia de mano de obra técnica altamente calificada en ingeniería en Colombia, existe la oportunidad de impulsar la industria de manufactura de tecnologías de SAF a través de la entrada al país de empresas extranjeras en la materia, lo cual permitiría a la economía de Colombia beneficiarse de una industria prometedora.</p>
TI-O6	<p><u>Aprovechar laboratorios existentes para pruebas de SAF:</u></p> <p>Debido a que la Fuerza Aérea Colombiana y la academia poseen laboratorios de pruebas de motores de avión y experiencia certificada en mantenimiento de motores de aviones militares, existe la oportunidad de aprovechar la infraestructura y conocimiento existentes en el país para hacer pruebas de los SAF colombianos, lo cual ayudaría a la industria local en su proceso de certificación y comercialización de SAF.</p>

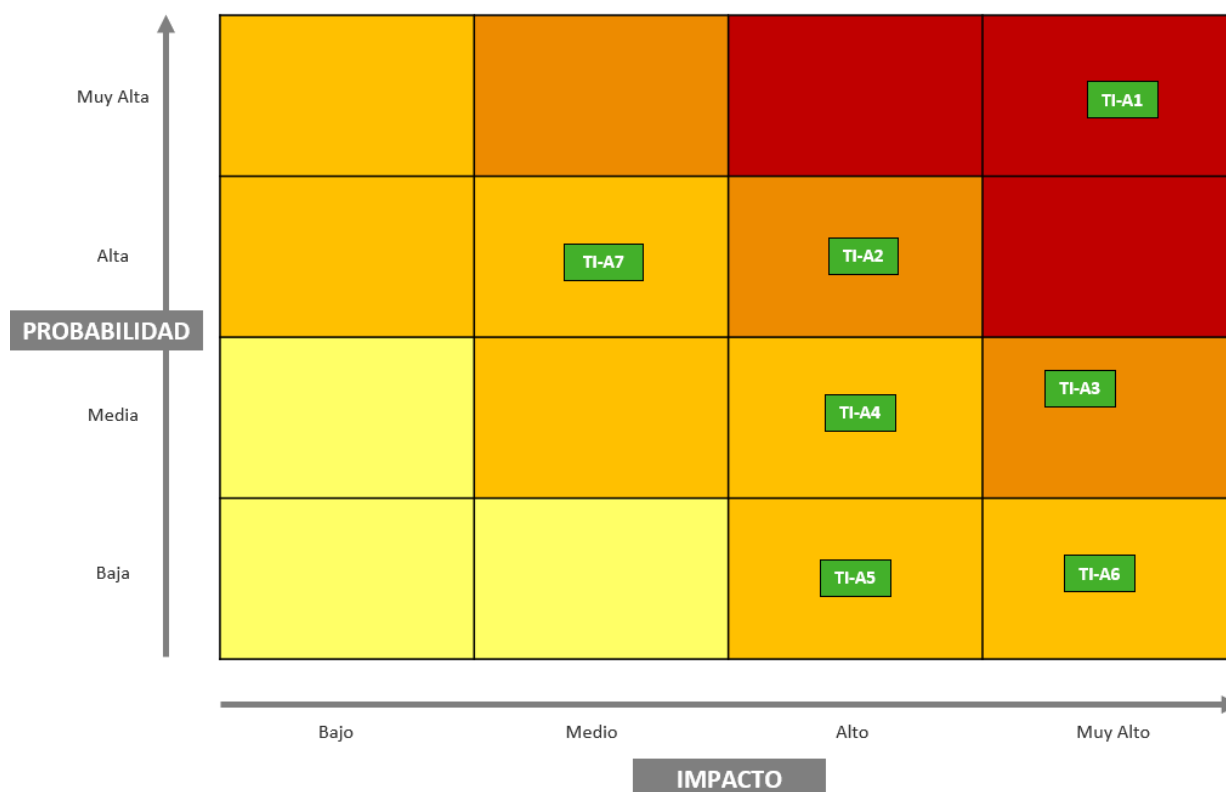
*Oportunidades consideradas prioritarias.

¹⁸ e-SAF también conocido como Power-to-Liquid es un combustible líquido sintético producido a través de la vía Fischer-Tropsch, la cual convierte electricidad de fuentes renovables, agua y CO₂ reciclado en SAF.

OPORTUNIDADES – ACCIONES EN TÉRMINOS DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIA

OPORTUNIDAD	ACCIÓN DE ACTIVACIÓN
<p>Desarrollar una nueva industria y economía de SAF (TI-O1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar una visión de estado y no de gobierno a largo plazo para el desarrollo de los SAF en Colombia al más alto nivel político y de la política pública, que así pueda fomentar y dar el nivel de ambición necesario para que todas las organizaciones del gobierno y el ecosistema SAF puedan implementar esa visión. - Establecer las condiciones regulatorias y legales necesarias para el desarrollo organizado y confiable de la cadena de valor de los SAF. - Crear una hoja de ruta para los SAF en Colombia que incluya metas a largo y mediano plazo, hitos, y un plan de acción para las entidades de gobierno involucradas y para los actores de la cadena de valor de los SAF.
<p>Adopción rápida de la ruta HEFA (TI-O2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer y operar plantas piloto de SAF en el país, esenciales para validar y optimizar tecnologías antes de su implementación a gran escala. Estas plantas piloto tienen que incluir una evaluación de la viabilidad técnica y económica, la identificación de riesgos, y la formación de personal especializado. - Implementar programas que incentiven la inversión extranjera, como la importación libre de aranceles para tecnologías para la producción de SAF, inicialmente por la ruta HEFA, la creación de zonas francas con incentivos tributarios y beneficios obtenidos del impuesto al carbono. - Propender por un mecanismo de señales de precios para los SAF, que apoye la competitividad, asegure la estabilidad del mercado y proporcione seguridad jurídica a los inversores, lo que generará confianza y fomentará un ambiente propicio para el crecimiento y la innovación en la industria de los SAF.

RIESGOS EN TÉRMINOS DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIA



TI-A1*	<p><u>Falta de tecnología para desarrollar la industria local:</u></p> <p>Debido a la falta de tecnología de SAF desarrollada en Colombia y a las posibles demoras en la importación de dichas tecnologías, existe el riesgo de retrasar el desarrollo de la industria colombiana de los SAF, lo cual potenciaría la importación de SAF de países vecinos.</p>
TI-A2*	<p><u>Dificultad para desarrollar y adaptar el ecosistema industrial e infraestructura:</u></p> <p>Debido a la volatilidad económica del mercado colombiano y la falta actual de regulación del gobierno en materia de SAF, existe el riesgo de tener dificultades en el desarrollo y adaptación del ecosistema industrial para la producción de SAF, particularmente de su infraestructura, lo cual tendría consecuencias negativas sobre los volúmenes de SAF producidos, y sobre la descarbonización del sector de la aviación en Colombia.</p>
TI-A3*	<p><u>Inadecuación de las tecnologías de SAF a las materias primas colombianas:</u></p> <p>Debido a las propiedades físico-químicas de las materias primas disponibles en Colombia y a la posible importación de tecnologías extranjeras no adecuadas, existe el riesgo que la tecnología seleccionada no sea la óptima para las materias primas colombianas, lo cual causaría dificultades en la obtención de la certificación del SAF y retrasaría el desarrollo de la industria colombiana de los SAF.</p>

TI-A4	<p><u>Poca participación de biorrefinerías colombianas en producción de SAF:</u></p> <p>Debido a que algunas tecnologías de producción requieren una inversión muy alta, existe el riesgo de que haya participación limitada de biorrefinerías del país en la producción de SAF, lo cual limitaría el desarrollo local del sector.</p>
TI-A5	<p><u>Adopción de tecnologías no maduras:</u></p> <p>Debido a la falta de conocimiento, a las presiones externas del mercado para obtener SAF rápidamente y a posibles exigencias del gobierno para alcanzar metas de producción, existe el riesgo que los industriales del SAF adopten tecnologías poco maduras, insuficientemente probadas y/o comercializadas, lo cual podría generar pérdida de inversión, demora en la producción, y daño a la imagen del SAF en Colombia.</p>
TI-A6	<p><u>Incremento de costos de tecnologías de los SAF:</u></p> <p>Debido a una posible crisis logística mundial, entre otras causas, existe el riesgo de un incremento del costo de las tecnologías de producción de SAF, lo cual retrasaría y/o disminuiría las inversiones en el sector.</p>
TI-A7	<p><u>Falta de capital humano calificado en tecnologías de SAF:</u></p> <p>Debido a las bajas capacidades de conocimiento especializado en la cadena de valor de los SAF en Colombia, incluida la academia, existe el riesgo de no contar con el capital humano calificado para dar el salto tecnológico en la industria en el mediano plazo, lo cual obligaría a una importación de conocimiento del extranjero.</p>

*Riesgos considerados prioritarios.

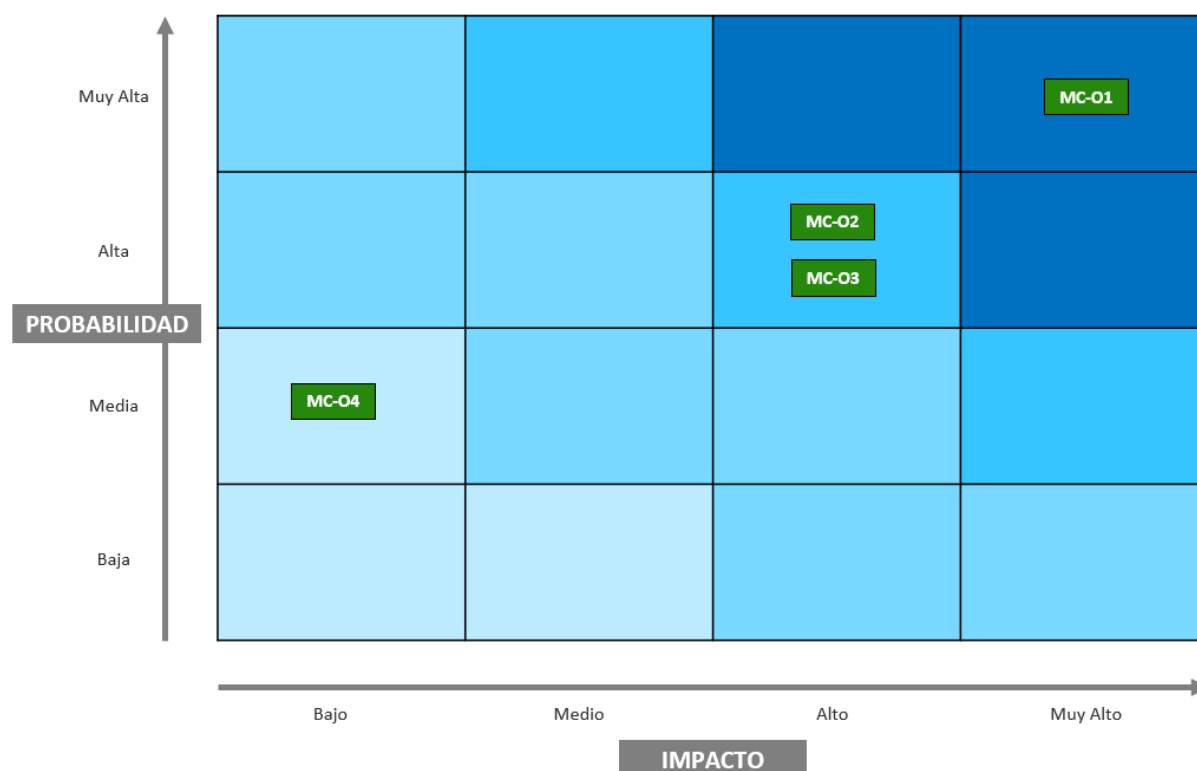
RIESGOS – ACCIONES EN TÉRMINOS DE TECNOLOGÍA E INDUSTRIA

RIESGO	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
<p>Falta de tecnología para desarrollar la industria local (TI-A1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar la transferencia de tecnologías de SAF hacia Colombia, a través de alianzas con países y empresas propietarias de estas tecnologías, y de acuerdos de transferencia de tecnologías en el marco de instituciones internacionales. - Establecer un marco regulatorio que fomente la inversión en tecnologías comerciales y en desarrollo, tanto en el ámbito académico como industrial. - Incentivar el desarrollo de plantas piloto, incluyendo a través la facilitación en adquisición de activos y bienes de capital. - Incrementar la inversión en investigación y desarrollo en torno al SAF, particularmente en relación con el desarrollo de plantas piloto.

<p>Dificultad para desarrollar y adaptar el ecosistema industrial e infraestructura (TI-A2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer mecanismos de financiamiento para mitigar el riesgo de inversión, tales como préstamos o líneas de crédito, respaldados por el gobierno y acuerdos de compra que aseguren la estabilidad económica en el desarrollo y en la adaptación del ecosistema industrial para producción de SAF. - Identificar las infraestructuras y capacidades industriales existentes en el país y su disponibilidad para ser usadas en la cadena de valor de los SAF, y así establecer un mapeo de las necesidades de desarrollo y adaptación de la industria y de la infraestructura.
<p>Inadecuación de las tecnologías de SAF a las materias primas colombianas (TI-A3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que la implementación en Colombia de tecnología de SAF este enfocada en la composición y propiedades tanto de las materias primas como de los SAF producidos. - Promover y fortalecer el desarrollo de proyectos y laboratorios enfocados en caracterizar materias primas colombianas tomando como base la norma ASTM 1655 y ASTM 7566, para asegurar la certificación y estándares internacionales para combustible de aviación.

C. RIESGOS Y OPORTUNIDADES DE MERCADO

OPORTUNIDADES EN TÉRMINOS DE MERCADO



MC-O1*	<p><u>Experiencia en desarrollo de mercado de biocombustibles:</u></p> <p>Debido a la experiencia exitosa de Colombia en biocombustibles, existe la oportunidad de desarrollar con rapidez y eficacia el mercado de SAF, lo cual le permitiría tomar una posición de líder de este mercado en la región.</p>
MC-O2*	<p><u>Desarrollo de cadena de prestación de servicios del SAF:</u></p> <p>Si Colombia desarrolla una cadena de valor de SAF amplia, sólida y sostenible, existe la oportunidad de desarrollar una cadena de prestación de servicios del SAF relacionada a la producción, logística y comercialización, lo cual crearía nuevos mercados que impulsen el desarrollo económico y la innovación.</p>
MC-O3	<p><u>Colombia como Hub especializado en el SAF en la región:</u></p> <p>Gracias a la posición geoestratégica de Colombia en América Latina, existe la oportunidad de establecer un Hub especializado y convertirse en uno de los líderes regionales del mercado de SAF**, lo cual fomentaría la producción de los SAF apuntándole a un mercado regional, y mejora de la competitividad</p> <p>** Tecnología, diversidad de materias primas, logística, oportunidades de inversión, regulación y política pública.</p>
MC-O4	<p><u>Impulsar demanda de SAF frente a precios del petróleo:</u></p> <p>Si aumentan los precios del petróleo y se mantienen o reducen los precios de los SAF, existe la oportunidad de impulsar la demanda de SAF y fomentar su crecimiento en el mercado, lo cual aceleraría y disminuiría el costo de la transición energética del sector aéreo.</p>

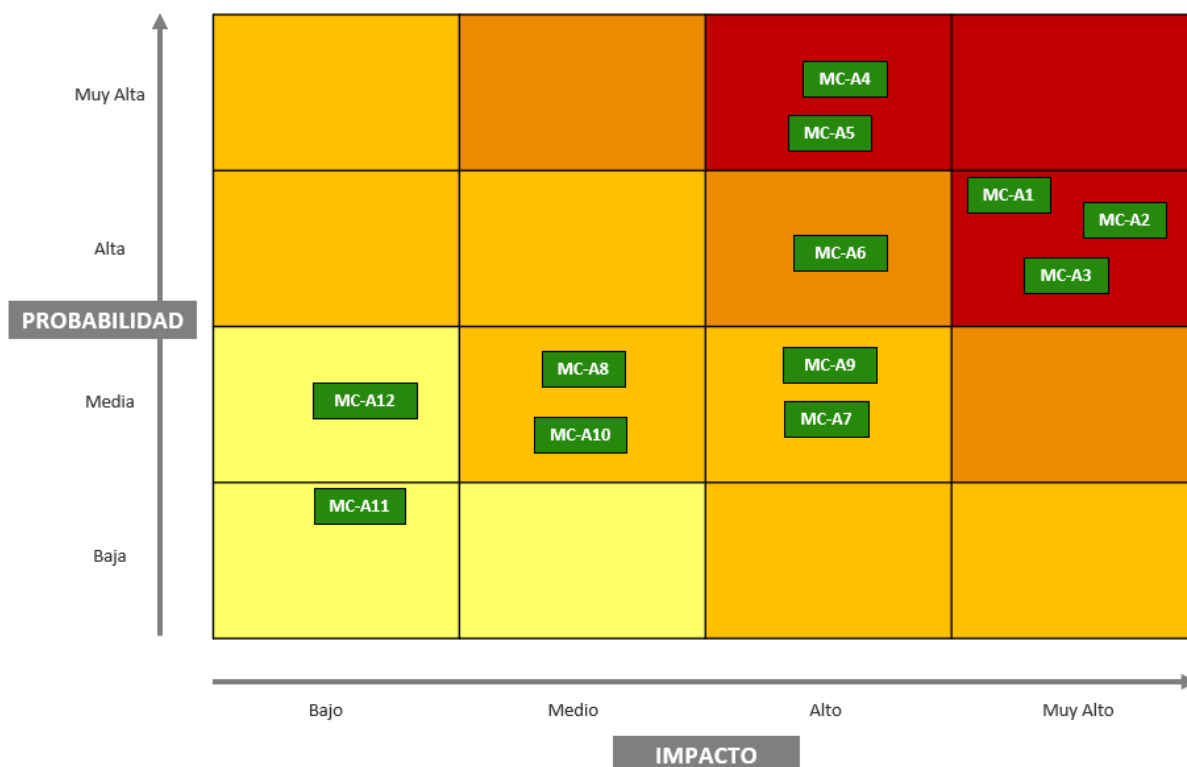
*Oportunidades consideradas prioritarias.

OPORTUNIDADES – ACCIONES EN TÉRMINOS DE MERCADO

OPORTUNIDAD	ACCIÓN DE ACTIVACIÓN
<p>Experiencia en desarrollo de mercado de biocombustibles</p> <p>(MC-O1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Replicar las principales acciones que aseguraron el éxito de los biocombustibles en Colombia, y las lecciones aprendidas de esta experiencia, tomando en cuenta aspectos de desarrollo de mercado, certificaciones ambientales, regulación, implementación de una cadena de valor costo-eficiente, manejo del suministro de materias primas, entre otros aspectos.
<p>Desarrollo de cadena de prestación de servicios del SAF</p> <p>(MC-O2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar una estrategia de cadena de valor y de industrialización para los SAF que incluya a los proveedores de servicios. - Incluir a los proveedores de servicios dentro de los incentivos y mecanismos de apoyo al ecosistema SAF.

<p>Colombia como Hub especializado en el SAF en la región (MC-O3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poner en marcha el desarrollo del documento CONPES de Industrialización (Documento 4129 del 21 de diciembre de 2023). - Apoyar el pronto desarrollo del sistema de “Book&Claim” en la región, y su correspondiente regulación, para promover el mercado de SAF producido en Colombia. - Desarrollar la atillanura como una de las zonas de mayor potencial para desarrollo de materias primas para SAF. - Continuar y promover una mayor investigación sobre otras materias primas que puedan ser utilizables para la producción de SAF en Colombia, particularmente fortalecer la investigación en las materias primas que pudieran permitir cumplir con la reducción de emisiones necesarias. - Desarrollar la regulación de las comunidades energéticas, sobre todo en relación con los SAF. - Desarrollar alianzas estratégicas con aerolíneas de la región.
--	---

RIESGO EN TERMINOS DE MERCADO



MC-A1*	<p><u>Retraso en participación de Colombia en mercado SAF regional:</u></p> <p>A causa de falta de políticas de Estado, falta de inversión, demora en la llegada de tecnologías, falta de certificación de materias primas, y falta de coordinación entre los diferentes actores, existe el riesgo que haya un retraso en el desarrollo de la industria y en la introducción de los SAF en el mercado nacional generando una demora en la participación de Colombia en el mercado regional, lo cual conlleva a que se produzca una disminución en la competitividad, la pérdida de oportunidades de mercado y la posibilidad de daños en la reputación de toda la cadena de valor de los SAF.</p>
MC-A2*	<p><u>Pequeño o inexistente mercado de SAF en Colombia:</u></p> <p>Debido a la baja demanda de SAF de parte de aerolíneas operando vuelos desde/hacia/en Colombia, existe el riesgo de que no se desarrolle un mercado nacional de SAF, lo cual desincentivaría la inversión en la producción y desarrollo de la industria SAF.</p>
MC-A3*	<p><u>Mercado de SAF no organizado:</u></p> <p>Debido a la falta de regulaciones en términos de precios, información, contratos, normatividad técnica, certificaciones, impuestos asociados, disponibilidad de materias primas, garantías, reglas de inversión, tecnologías disponibles, existe el riesgo de un desarrollo de los SAF en un mercado no organizado, lo cual dificultaría la creación de una cadena de suministro estable y confiable generando incertidumbre para los potenciales inversionistas y usuarios finales.</p>
MC-A4	<p><u>Aumento del costo del combustible por alto costo de los SAF:</u></p> <p>A causa de la falta de oferta y competencia suficiente en los SAF en Colombia, existe el riesgo que el alto precio de los SAF aumente el costo de combustible para las aerolíneas colombianas, lo cual aumentaría el precio de los tiquetes de avión afectando la demanda del mercado nacional de servicios de aviación.</p>
MC-A5	<p><u>Precio del SAF elevado por reducción de materias primas elegibles:</u></p> <p>A causa de limitaciones regulatorias al acceso y obstáculos para obtener certificación de algunas materias primas (ej. palma de aceite y biocombustibles de 1ª generación), existe el riesgo de un aumento del precio internacional del SAF relacionado con la reducción de las materias primas certificables, lo cual afectaría particularmente a países como Colombia donde una de las principales materias primas para SAF es el aceite de palma y la caña de azúcar.</p>
MC-A6	<p><u>Disminución de competitividad de las aerolíneas colombianas:</u></p> <p>A causa de la sensibilidad al costo del combustible de aviación por parte de los operadores aéreos, adicional a un SAF demasiado costoso, existe el riesgo de comprometer la competitividad de las aerolíneas colombianas, lo cual impactaría al usuario final, la sostenibilidad económica de las aerolíneas, y el turismo.</p>

MC-A7	<p><u>Baja competitividad SAF vs Jet Fuel convencional:</u></p> <p>Debido a una posible disminución de los precios del petróleo, existe el riesgo que los SAF, por sus altos precios, no sean suficientemente competitivos frente al combustible convencional, lo cual desincentivaría la inversión y el desarrollo de los SAF.</p>
MC-A8	<p><u>Competencia excesiva por las materias primas:</u></p> <p>Debido al desarrollo del mercado de combustibles marítimos limpios y al posible incremento en la demanda convencional de biocombustibles, existe el riesgo de generar competencia excesiva por las materias primas necesarias para la producción de biocombustibles, lo cual podría aumentar los precios de las mismas utilizadas en la producción de SAF.</p>
MC-A9	<p><u>Sobrevaloración de la mezcla Jet Fuel-SAF colombiano:</u></p> <p>A causa de la utilización del Jet A1 en Colombia y su mayor costo frente al Jet A utilizado como estándar a nivel internacional, existe el riesgo que haya una sobrevaloración del producto base (Jet Fuel), lo cual afectaría el precio de la mezcla Jet-SAF en el país, su competitividad, y su atractividad a la inversión.</p>
MC-A10	<p><u>Desestabilizar aerolíneas por mandato de mezcla de SAF:</u></p> <p>Debido a los posibles mandatos de mezcla de SAF que se podrían imponer en Colombia, existe el riesgo de desestabilizar las finanzas de las aerolíneas colombianas, lo cual resultaría en una baja de la demanda local de combustibles de aviación y en un aumento del precio del tiquete de avión.</p>
MC-A11	<p><u>Baja demanda de vuelos internacionales:</u></p> <p>Debido a la alta sensibilidad al costo del combustible de parte de las aerolíneas, y a los altos precios de los SAF, existe el riesgo que la demanda de vuelos a nivel internacional se vea disminuida, lo cual afectaría al mercado de las aerolíneas colombianas operando rutas internacionales y al turismo extranjero en Colombia.</p>
MC-A12	<p><u>Bajo valor del SAF colombiano exportado:</u></p> <p>Debido a las emisiones de carbono asociadas a las dificultades logísticas de la exportación desde Colombia, existe el riesgo de pérdida de valor del SAF colombiano exportado, lo cual generaría una baja de competitividad y afectaría negativamente la inversión extranjera. (Ubicaciones estratégicas).</p>

*Riesgos considerados prioritarios.

RIESGOS – ACCIONES EN TÉRMINOS DE MERCADO

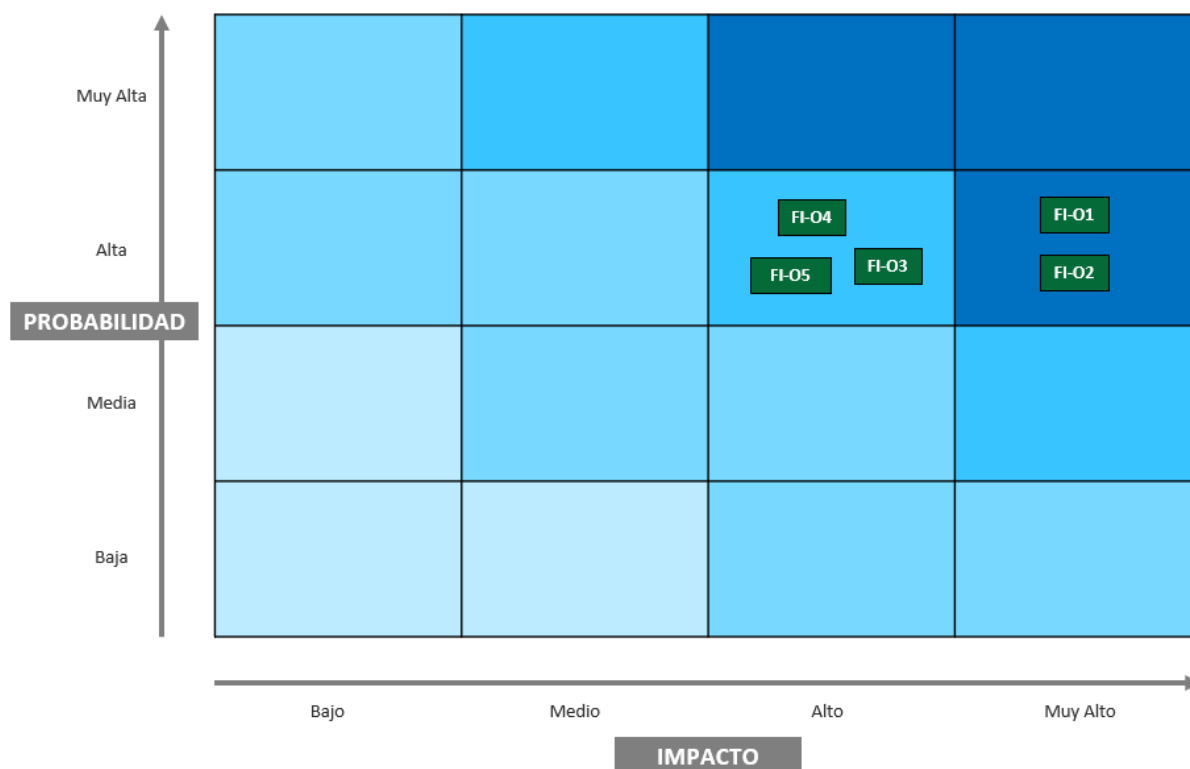
RIESGO	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
Retraso en participación de Colombia en mercado SAF regional (MC-A1)	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo e implementación de manera prioritaria y urgente de la hoja de ruta de SAF en Colombia, la cual debe incluir metas claras y alcanzables, normas, requisitos, estándares, y los requisitos para los procesos de certificación. - Comprometerse, por parte de los productores nacionales de combustibles, a realizar esfuerzos significativos de inversión en SAF que ayuden a lanzar una base sólida de producción nacional. - Establecer acuerdos entre productores de SAF y consumidores de SAF (i.e. aerolíneas). - Garantizar el desarrollo de pilotos y tecnología que permitan mejorar la competitividad y la confiabilidad del uso de los SAF en Colombia. - Trabajar en conjunto con la industria aérea para desarrollar estrategias que permitan la regionalización o globalización del mercado, como por ejemplo el Book & Claim¹⁹. - Asegurar de manera rápida el desarrollo de la regulación para el procesamiento de SAF, particularmente la norma de calidad.
Pequeño o inexistente mercado de SAF en Colombia (MC-A2)	<ul style="list-style-type: none"> - Suscribir compromisos de compra tempranos por parte de los operadores aéreos. - Incluir desde el principio a aerolíneas extranjeras en el proceso de desarrollo del mercado de SAF, para asegurar un interés en los SAF colombianos. - Apoyar el desarrollo del sistema Book & Claim a nivel internacional o al menos regional.
Mercado de SAF no organizado (MC-A3)	<ul style="list-style-type: none"> - Comprometerse al desarrollo oportuno de la política pública de SAF por parte del Ministerio de Transporte, Ministerio de Minas y Energía, y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. - Establecer las regulaciones necesarias al desarrollo de un mercado de SAF, específicamente: regulación de precio, condiciones de oferta y demanda; regulación en la producción y comercialización; regulación arancelaria; regulación

¹⁹ Parte de lo que hace que el SAF sea sostenible es garantizar la sostenibilidad en su cadena de suministro. Transportar el SAF a un aeropuerto o vuelo específico no siempre es posible y podría generar mayores emisiones de GEI. El sistema Book & Claim proporciona una solución para estas situaciones. Esto significa que el SAF no se transporta físicamente ni se ingresa en el avión específico de la persona que cubre la prima de combustible, en lugar de ello, ingresa al sistema de combustible de un aeropuerto cercano a las instalaciones de producción del SAF. Se rastrea y verifica el volumen de SAF que se produce e ingresa al sistema, después de lo cual se calculan y asignan los factores de emisiones de carbono correspondientes a la persona/organización que cubre la prima (Book & Claim Explained: What is Book and Claim? – SkyNRG).

	<p>ambiental (licencias y permisos para las plantas de producción); regulación de los coproductos; y reforma legal para que los beneficios de los proyectos de energías renovables sean aplicables a los SAF (ajustes a las leyes 1715 de 2014 y 2099 del 2021).</p>
<p>Aumento del costo del combustible por alto costo de los SAF (MC-A4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir o eliminar los subsidios existentes a los combustibles terrestres y en especial al diésel, los cuales afectan de forma importante la competitividad de la industria aérea. - Establecer incentivos para los SAF como serían la exención del pago de IVA (Impuesto al valor agregado) por parte de los SAF. - Asegurar que los SAF estén exentos de impuesto al carbono, y de otros impuestos de los cuales están exentos los biocombustibles de primera generación (como el impuesto nacional a los combustibles o la sobretasa).
<p>Precio del SAF elevado por reducción de materias primas eligibles (MC-A5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar una cooperación multilateral de parte del Estado colombiano con los otros países, particularmente europeos y norteamericanos, que ayuden a establecer regulaciones que tomen en cuenta las realidades y esfuerzos de sostenibilidad de países productores de biocombustibles. - Desarrollar los reglamentos técnicos de los SAF con base en la producción de materias primas y elementos productivos, particularmente las certificaciones de sostenibilidad. - Incluir otras materias primas (más allá de la palma de aceite y la caña de azúcar) en los planes de desarrollo de materias primas para SAF en Colombia.
<p>Disminución de competitividad de las aerolíneas colombianas (MC-A6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comprometerse, de parte de las aerolíneas, a la reducción de emisiones a través de optimización y tecnología. - Evitar una regulación que obligue a un cierto nivel de mezcla de SAF en el combustible de aviación. - Asegurar dentro de la regulación un mecanismo o señal de ajuste para los precios de los SAF.

D. RIESGOS Y OPORTUNIDADES FINANCIEROS Y DE INVERSIÓN

OPORTUNIDADES EN TÉRMINOS DE FINANCIAMIENTO E INVERSIÓN



FI-01*	<p><u>Líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional:</u></p> <p>Debido a la importancia de los SAF como instrumento de descarbonización a nivel mundial y a los diferentes mecanismos de financiamiento disponibles por parte de la banca multilateral, existe la oportunidad de que el ecosistema SAF en Colombia se beneficie de líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional, lo cual ayudaría a corto, mediano y largo plazo en la financiación de proyectos SAF.</p>
FI-02*	<p><u>Definición y creación de incentivos de gobierno:</u></p> <p>Debido a la visión de profundización de la transición energética por parte del Gobierno colombiano y a la necesidad de cumplir las metas y compromisos de cambio climático del país, existe la oportunidad de que se definan y se creen incentivos orientados a favorecer el desarrollo de proyectos de producción de SAF que incluyan mecanismos de créditos, garantías, beneficios financieros, arancelarios y/o tributarios, lo cual fomentaría la inversión privada y el desarrollo del ecosistema SAF.</p>
FI-03*	<p><u>Atracción de inversión extranjera:</u></p> <p>Debido a la posibilidad de que el gobierno colombiano desarrolle condiciones favorables para la industria del SAF, a la riqueza del territorio nacional en biomásas sostenibles, y al</p>

	importante interés en nuevos proyectos en energías renovables de parte de inversionistas, existe la oportunidad que Colombia atraiga inversión extranjera interesada en el desarrollo de proyectos SAF , lo cual apoyaría el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia y ayudaría al país en el cumplimiento de sus objetivos climáticos a nivel internacional.
FI-04	<p><u>Disminución de Capex y Opex requeridos para los SAF:</u></p> <p>Debido al mercado competitivo de rutas y tecnologías de producción de los SAF cada vez más maduras y diversificadas, y a las posibilidades de desarrollo de materias primas sostenibles que irá disminuyendo su costo, existe la oportunidad que disminuyan los altos costos de Capex y Opex requeridos para la producción de los SAF, lo cual favorecería el desarrollo de inversiones privadas y público-privadas para la producción de SAF en Colombia.</p>
FI-05	<p><u>Inversión del sector de la aviación, materias primas y combustibles:</u></p> <p>Debido a la creciente demanda y baja oferta actuales de SAF, combinado con la competencia entre actores de la aviación en asegurar los volúmenes de SAF que requieren para cumplir sus metas, existe la oportunidad de atraer financiamiento e inversión sectorial de actores de la aviación, de las materias primas, y de los combustibles y biocombustibles, lo cual favorecería la construcción y operación futura de plantas de producción de SAF, financiando así la disponibilidad comercial de los SAF en Colombia.</p>

*Oportunidades consideradas prioritarias.

OPORTUNIDADES – ACCIONES EN TÉRMINOS DE FINANCIAMIENTO & INVERSIÓN

OPORTUNIDAD	ACCIÓN DE ACTIVACIÓN
<p>Líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional</p> <p>(FI-01)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Documentar experiencias exitosas y no exitosas en otros países sobre líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional en proyectos relacionados con la producción de SAF. - Documentar las experiencias disponibles sobre líneas de crédito y financiamiento en el país sobre biodiésel y bioetanol (alcohol carburante) que puedan ser útiles para la ejecución de proyectos relacionados con la producción de SAF. - Identificar claramente las condiciones existentes de las líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional para la ejecución de proyectos relacionados con la producción de SAF en Colombia. - Elaborar y expedir por parte del Gobierno la regulación necesaria para dinamizar la industria de SAF en el país en la que se incluyan los incentivos a la cadena de valor de este tipo de biocombustibles, y que al mismo tiempo permitan seguridad jurídica y den confianza para la adquisición de mecanismos de financiamiento disponibles por parte de la banca multilateral.

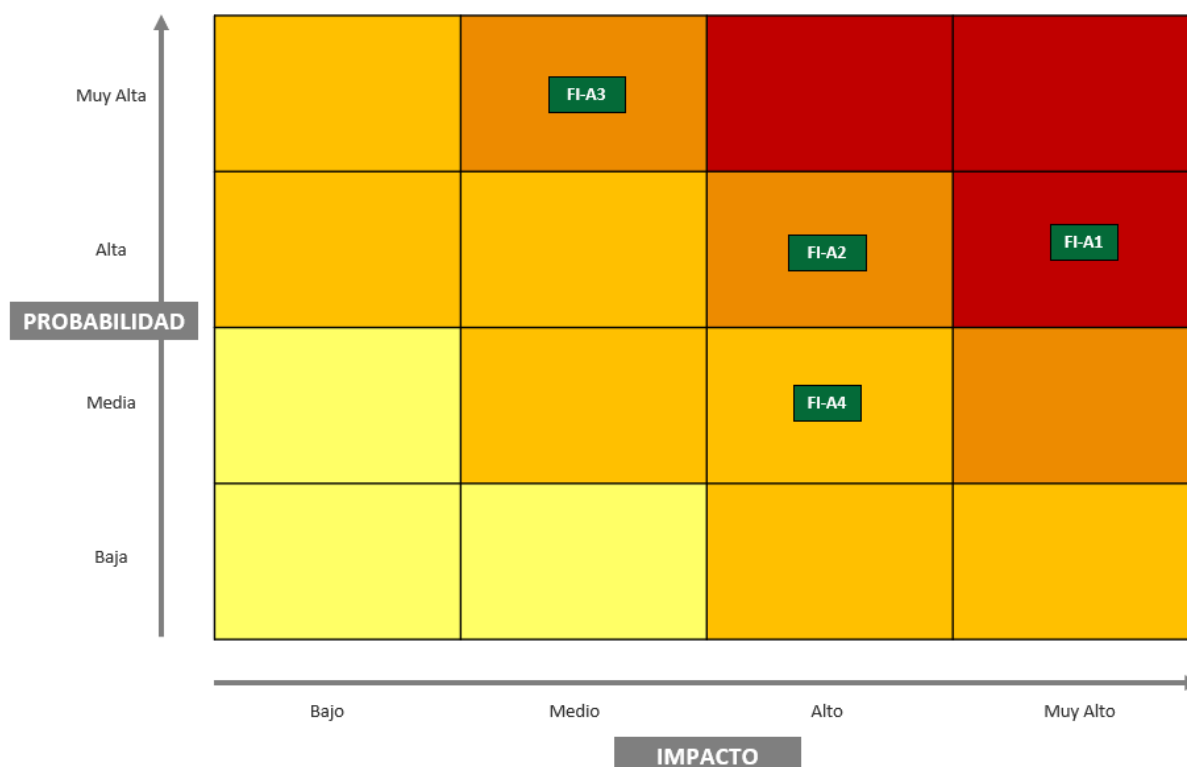
<p>Definición y creación de incentivos de gobierno</p> <p>(FI-O2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar el entendimiento a todos los niveles sobre la relación positiva entre desarrollo de SAF, transición energética y cumplimiento de metas climáticas. - Definir y comprometer las entidades de Gobierno que son responsables de las regulaciones o normativas que rigen a los diferentes instrumentos de financiamiento con el fin de acceder a los incentivos necesarios y liberar recursos para la producción de SAF y para fomentar la industria de SAF en toda su cadena, y que al mismo tiempo permitan seguridad jurídica y den confianza a los sectores participantes. - Elaborar y expedir por parte del Gobierno la regulación necesaria de carácter técnico-económico para dinamizar la industria de SAF en el país tomando como referencia: <ul style="list-style-type: none"> i) Los actuales documentos regulatorios y normativos nacionales sobre bioenergéticos que se pueden modificar. ii) Estudios técnico-económicos existentes, en ejecución o aquellos que se puedan llevar a cabo a nivel nacional en el Ecosistema SAF. iii) Las experiencias exitosas técnico-económicas internacionales y nacionales con los SAF.
<p>Atracción de inversión extranjera</p> <p>(FI-O3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar estabilidad jurídica en Colombia para dar confianza al inversionista. - Desarrollar mecanismos para fomentar el desarrollo de acuerdos comerciales de compra de SAF para ayudar a asegurar el mercado. - Establecer y asegurar en el tiempo un marco regulatorio claro y estable para la producción y comercialización de SAF. - Desarrollar estudios técnico-económicos con participación de diferentes actores sectoriales del Ecosistema SAF sobre producción de estos biocombustibles, que incluyan materias primas sostenibles de origen local que complementen aquellos que estén disponibles o en ejecución a nivel nacional. - Establecer condiciones estables y confiables para la inversión extranjera, incluyendo en términos legales, regulatorios y comerciales. - Desarrollar incentivos económicos para atraer a la inversión extranjera. - Invertir en garantizar una alta calidad y sostenibilidad de la materia prima colombiana. - Incluir en la cadena de valor de los SAF inversiones sobre el talento y capital humano capacitado en profesiones relacionadas y/o afines con toda la cadena de valor de los SAF.

**Disminución de
Capex y Opex
requeridos para
los SAF**

(FI-O4)

- **Priorizar e identificar las tecnologías y rutas de producción de biocombustibles de aviación con mayores posibilidades costo-beneficio** para el país en el corto, mediano y largo plazo con un enfoque actualizado de sostenibilidad, incluyendo la **inversión de manera temprana en el desarrollo y transferencia de tecnologías.**
- **Priorizar y potenciar las fuentes de las materias primas** (hidrógeno, aceites y biomásas) en términos de menores costos, sostenibilidad, disponibilidad y volúmenes de producción suficientes para sustentar la demanda de los SAF en el país.
- Establecer **planes de optimización y reducción de costos** en todos los puntos de la cadena de valor de los SAF (no solo la producción).
- Identificar mediante **estudios de prefactibilidad/ factibilidad y análisis de sensibilidad, la magnitud de las variables que impactan los costos de producción y precio** de los SAF en el contexto específico colombiano (por ejemplo, mediante casos de estudio regionales) entre las que se encuentran: materias primas (por ejemplo H2, biomásas, aceites), costos de capital de la tecnología, costos operativos, costos de certificaciones de sostenibilidad, y de esta manera **identificar posibles rangos de los incentivos necesarios progresivos.**
- **Conformar una mesa de las entidades de gobierno** que tienen dentro de sus funciones misionales estructurar y expedir regulaciones y normativas para este tipo de biocombustibles.
- Estructurar y expedir **regulaciones y normativas que incluyan los incentivos necesarios por parte del Gobierno Nacional en toda la cadena de valor de los SAF**, tomando como referencia: i) los estudios técnico-económicos que pueda llevar a cabo el ecosistema SAF nacional, ii) las experiencias internacionales y nacionales de carácter técnico-económica con biocombustibles de aviación sostenibles; iii) la experiencia del país con la regulación relacionada con biocombustibles y energías renovables de manera específica en temas técnico-económicos (por ejemplo, biodiésel, bioetanol, Fuentes No Convencionales de Energía Renovable -FNCER, etc.).

RIESGOS EN TERMINOS DE FINANCIAMIENTO & INVERSIÓN



FI-A1*	<p><u>Deficiente inversión en proyectos de SAF:</u></p> <p>Como resultado de los actuales altos costos de producción de los SAF a nivel internacional, la incertidumbre regulatoria nacional, la inexistencia de incentivos en el país, y el bajo dinamismo del mercado local, existe el riesgo de que no se realicen las inversiones suficientes para la creación de un ecosistema SAF sostenible en Colombia, lo cual retrasaría la realización de proyectos de producción de SAF y causaría que no se logren las metas de gobierno y sectoriales relacionadas con el aprovechamiento de los SAF.</p>
FI-A2*	<p><u>Dificultad en obtención de créditos por falta de seguridad jurídica:</u></p> <p>A causa de la posible ausencia de ambición, metas y hoja de ruta clara y rigurosa, falta de regulación y lineamientos en términos de SAF que den seguridad jurídica al inversor, existe el riesgo que los actores industriales colombianos tengan dificultad en obtener los créditos necesarios de parte de instituciones bancarias, lo cual retrasaría o impediría el desarrollo de proyectos de producción de SAF en el país.</p>
FI-A3*	<p><u>Pérdida de atractividad para el financiamiento de parte de instituciones extranjeras:</u></p> <p>A causa de las altas exigencias de sostenibilidad de las materias primas para SAF, la ausencia de proyectos robustos, la desarticulación de las instituciones y actores de la cadena de valor, existe el riesgo que se pierdan oportunidades de financiamiento provenientes de la banca</p>

	multilateral y de instituciones extranjeras , lo cual retrasaría el desarrollo de este mercado en Colombia.
FI-A4	<p><u>Altos costos de certificaciones:</u></p> <p>A causa de las múltiples certificaciones y numerosos requerimientos de sostenibilidad, de materias primas y de productos finales, necesarias para comercializar los SAF, existe el riesgo que los procesos de certificación representen un alto costo y haya falta de mecanismos de financiación, lo cual ocasionaría el retraso o incumplimiento de algunas certificaciones, así frenando la comercialización de una variedad de SAF.</p>

*Riesgos considerados prioritarios.

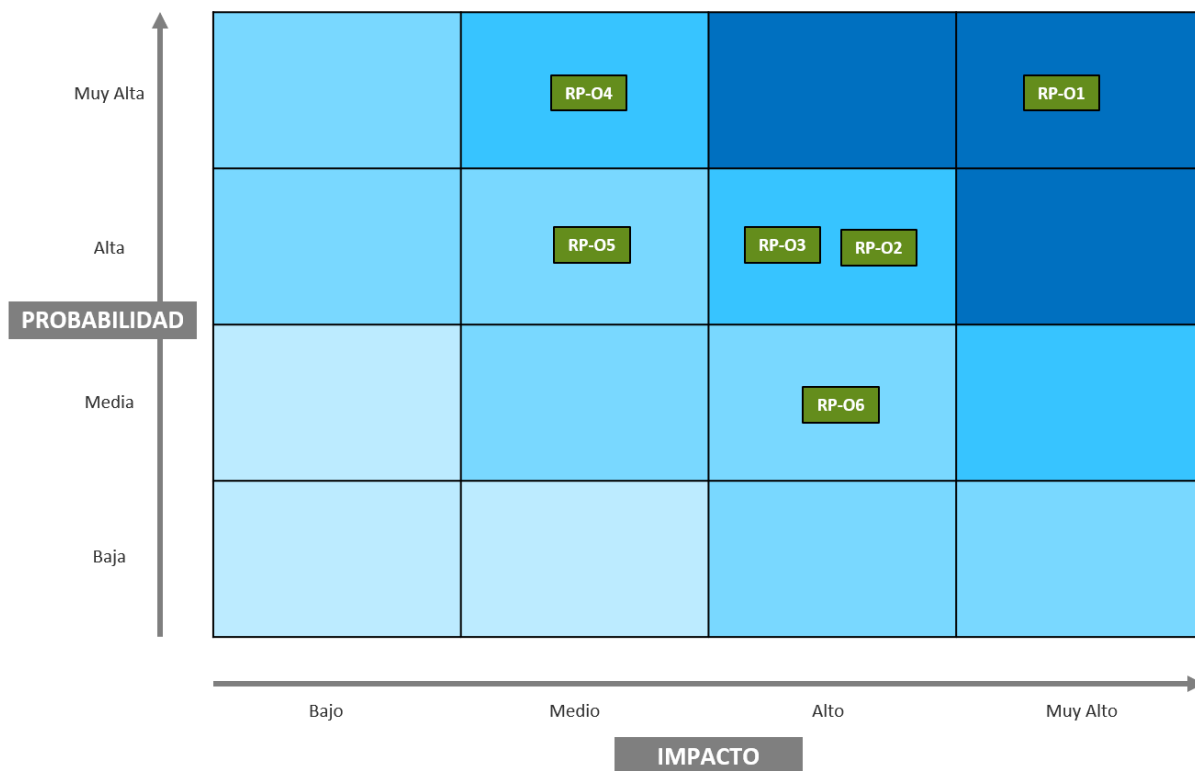
RIESGOS – ACCIONES EN TÉRMINOS DE FINANCIAMIENTO E INVERSIÓN

RIESGO	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
<p>Deficiente inversión en proyectos de SAF</p> <p>(FI-A1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar y expedir por parte del Gobierno la regulación y normativa necesaria para dinamizar la industria de SAF en el país, en la que se incluyan los incentivos a la cadena de valor de los SAF, esto con el fin de permitir una seguridad jurídica, dar confianza a las inversiones privadas y publico-privadas, y ayudar a materializar mecanismos de financiación para los SAF. - Proponer y crear mecanismos para fomentar el desarrollo de acuerdos comerciales de compra de los SAF. - Establecer un plan de desarrollo de la industria local de SAF con los apoyos necesarios de parte del Estado, incluyendo instrumentos de apoyo como zonas francas, beneficios e incentivos. - Dar prioridad al establecimiento de instrumentos de apoyo a la inversión privada que aporten una ayuda substantial y de largo plazo (incentivos financieros y fiscales, beneficios, zonas francas, señales efectivas de precios, etc.), y que estén basados en estudios de terreno en Colombia, en el contexto específico del país, y fundamentados a partir de la industria real. - Desarrollar uno o varios clústeres público-privados en Colombia que permitan la investigación e implementación de soluciones para las barreras a los SAF en Colombia (como son las barreras logísticas, tecnológicas, de materias primas, etc.).
<p>Dificultad en obtención de créditos por falta de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un mecanismo que permita el dialogo constante con los actores industriales y con inversores con el fin de escuchar las necesidades y dificultades de estos para la obtención de créditos y financiamiento.

seguridad jurídica (FI-A2)	<ul style="list-style-type: none"> - Poner en marcha un plan de reducción del riesgo a la inversión, el cual debería de ser desarrollado junto con los potenciales inversores y los actores de la cadena. - Desarrollar estudios sobre proyectos económicos, técnicos, y de certificación en Colombia que ayuden a dar solidez al proyecto de producción de SAF en Colombia.
Pérdida de atractividad para los financiamientos de parte de instituciones extranjeras (FI-A3)	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer convenios público-privados que ayuden a actores industriales privados a dar la seguridad y garantías necesarias a los inversores de instituciones bancarias privadas y públicas. - Evaluar las experiencias positivas y negativas sobre mecanismos de financiamiento y consideraciones de las inversiones en términos de: experiencias nacionales con otros bioenergéticos (ej. FNCER, biodiésel y bioetanol), y experiencias internacionales similares con los SAF y otros biocombustibles. - Desarrollar estudios de mercado que permitan aclarar las perspectivas de desarrollo de este mismo a nivel nacional y regional. - Organizar la promoción del potencial de Colombia como destino para la producción de SAF (y no únicamente para la producción de materias primas para SAF), incluyendo a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Minas y Energía, y participación en instituciones internacionales.
Altos costos de certificaciones (FI-A4)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y documentar experiencias internacionales sobre las certificaciones y respectivos costos que deben cumplir los SAF, que pueda ser útil para todo el ecosistema SAF en Colombia. - Realizar estudio prospectivo para el contexto colombiano sobre diferentes escenarios de costos de las certificaciones de CORSIA que deben cumplir los SAF. - Realizar capacitaciones periódicas a toda la cadena de valor de los SAF en Colombia sobre las certificaciones y respectivos requerimientos y costos de los criterios de sostenibilidad exigidos a los SAF.

E. RIESGOS Y OPORTUNIDADES REGULATORIOS Y POLÍTICOS

OPORTUNIDADES EN TERMINOS DE REGULACION Y POLITICA



RP-O1*	<p><u>Potencializar la ambición del gobierno por la transición energética:</u></p> <p>Debido al amplio interés del gobierno actual en Colombia por los temas medioambientales y de cambio climático, existe la oportunidad de dar impulso a la ambición de profundizar la transición energética para acelerar el desarrollo de los SAF, lo cual permitiría obtener avances significativos, coordinación de actores de gobierno, definición de reglas a corto plazo y aporte en incentivos.</p>
RP-O2*	<p><u>Extensión de zonas francas a producción de SAF:</u></p> <p>Como resultado de la reglamentación vigente para zonas francas en Colombia, existe la oportunidad de extender esos beneficios a la producción de SAF, lo cual permitiría la aplicación de incentivos para la producción en menor tiempo.</p>
RP-O3*	<p><u>Experiencias anteriores en reglamentación de biocombustibles:</u></p> <p>Como resultado de la experiencia colombiana en la reglamentación de la producción, comercialización y uso de biocombustibles, existe la oportunidad de fundamentar el proceso de reglamentación de SAF en la experiencia previa en biocombustibles, lo cual reduciría el tiempo y curva de aprendizaje para la regulación.</p>

RP-04	<p><u>Guiarse de experiencias internacionales en regulación SAF:</u></p> <p>Gracias al camino recorrido por varios países en términos de regulación SAF, existe la oportunidad para Colombia de guiarse y capitalizar con las experiencias internacionales para construir una regulación SAF, lo cual ayudaría a acelerar el proceso regulatorio a partir de una base funcional, siempre teniendo en cuenta las realidades particulares colombianas.</p>
RP-05	<p><u>Consolidación de la futura regulación técnica de SAF a partir de Norma NTC 6546:</u></p> <p>Debido a la existencia de la norma ICONTEC NTC 6546 que cubre las propiedades requeridas de los combustibles de aviación tipo turbina y las mezclas con combustibles sintéticos en Colombia, existe la oportunidad de consolidar la futura regulación técnica SAF a partir de la normatividad existente de combustibles sintéticos, lo cual fortalecería el desarrollo de un marco regulatorio de SAF en Colombia.</p>
RP-06	<p><u>Cooperación y armonización de la regulación en América Latina:</u></p> <p>Debido al alto interés en países de América Latina en cuanto a SAF, la abundancia de materias primas, y la multiplicación de estudios acerca de los SAF en la región, existe la oportunidad de generar alianzas y aprendizajes regionales que respalden la armonización de la regulación de SAF, lo cual ayudaría a crear un mercado más homogéneo a nivel regional y mayor competitividad en una escala mundial.</p>

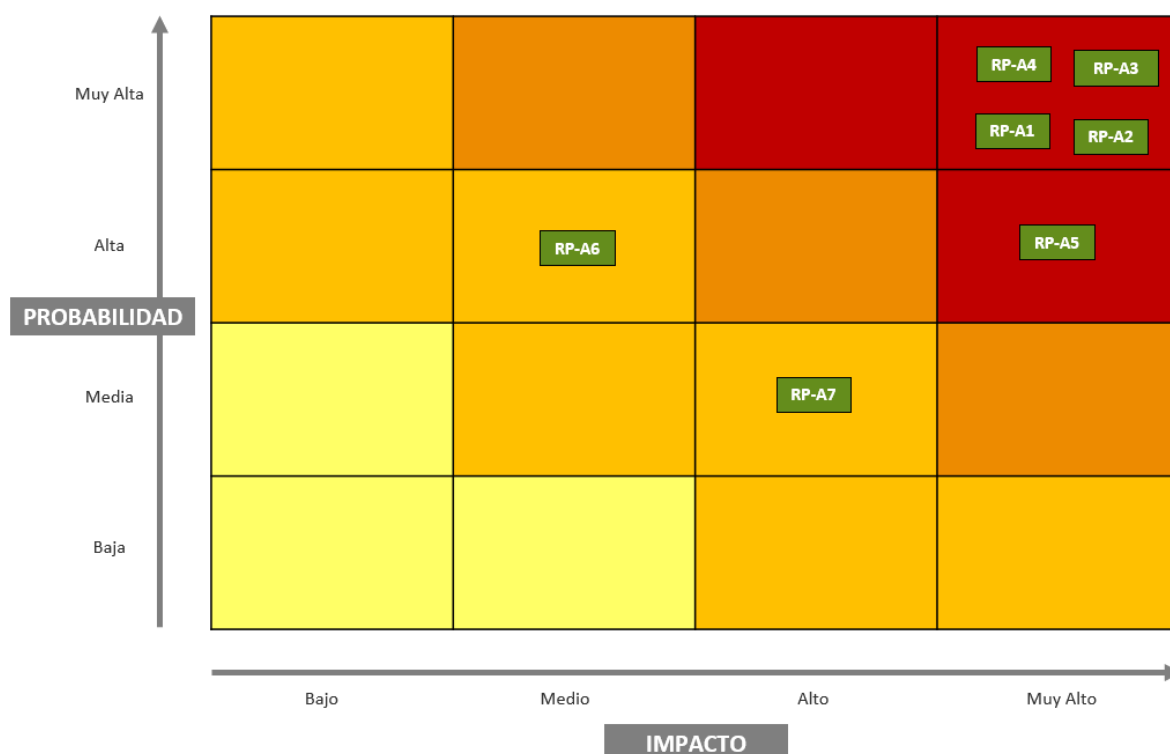
*Oportunidades consideradas prioritarias.

OPORTUNIDADES – ACCIONES EN TÉRMINOS DE REGULACIÓN Y POLÍTICA

OPORTUNIDAD	ACCIÓN DE ACTIVACIÓN
<p>Potencializar la ambición del gobierno por la transición energética</p> <p>(RP-O1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar una sensibilización y conocimiento del tema SAF y sus oportunidades dentro de las diferentes instituciones públicas y ministerios relevantes, estableciendo igualmente escenarios de coordinación del más alto nivel. - Establecer un campeón y líder del SAF dentro del gobierno a nivel ejecutivo (ministerial). - Usar los mecanismos existentes para la transición energética (eg. biocombustibles) de la Ley 1715 de 2014, lo cual puede estimular la inversión en este sector y fomentar la participación de diversos actores en la cadena de suministro.

<p>Extensión de zonas francas a producción de SAF (RP-O2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la posibilidad dentro de la reglamentación existente para productores de SAF de aprovechar las zonas francas y la reducción de CAPEX que implica producir dentro de estas zonas.
<p>Experiencias anteriores en reglamentación de biocombustibles (RP-O3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar una identificación y transferencia de los elementos relevantes del reglamento técnico y normas de los biocombustibles durante la construcción de la reglamentación SAF.
<p>Guiarse de experiencias internacionales en regulación SAF (RP-O4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Invitar a expertos internacionales a aportar sus competencias en las diferentes etapas de creación de la industria SAF en Colombia, incluyendo en el desarrollo de la hoja de ruta SAF, de las reglamentaciones, de los mecanismos de incentivos, etc., lo cual supone igualmente la correlativa formación del personal en Colombia.

RIESGOS EN TERMINOS DE REGULACION Y POLITICA



RP-A1*	<p><u>Desarticulación interinstitucional:</u></p> <p>A causa del diseño institucional colombiano complejo y burocrático, existe el riesgo de tener una desarticulación en los procesos de reglamentación entre los múltiples actores institucionales necesarios a los SAF, lo cual podría generar contradicción o ausencia en la regulación.</p>
RP-A2*	<p><u>Ausencia de claridad y consistencia en la regulación sobre SAF:</u></p> <p>A causa de la indefinición y falta de celeridad en el diseño e implementación de las políticas públicas que definan los lineamientos para la descarbonización de la aviación en Colombia, existe el riesgo de una ausencia de claridad, consistencia y falta de adaptación al contexto colombiano en la regulación sobre SAF, lo cual no permitiría el desarrollo eficiente del ecosistema SAF en Colombia.</p>
RP-A3*	<p><u>Ausencia de política de Estado sobre SAF:</u></p> <p>A causa de falta de liderazgo político continuo y con medidas legislativas/regulatorias con vocación de permanencia, existe el riesgo que Colombia no cuente con una política de Estado sobre SAF, lo cual impediría el desarrollo sostenible del mercado y pondría en peligro el cumplimiento de metas y compromisos de descarbonización nacionales e internacionales.</p>
RP-A4*	<p><u>Incentivos inexistentes, ineficaces y/o inestables:</u></p> <p>A causa de falta de coordinación gubernamental, conocimiento técnico, estudios de impacto normativo y fiscal, al igual que una influencia política inapropiada dentro del Estado colombiano, existe el riesgo de incentivos ineficaces, inestables, o inexistentes dirigidos a la producción, comercialización y uso de SAF, lo cual podría generar demora o ausencia en la inversión y pérdida de competitividad.</p>
RP-A5	<p><u>Regulación sin profundidad técnica sobre el SAF:</u></p> <p>Como resultado de la ausencia de capital humano capacitado técnicamente en SAF y en regulación internacional (ej. CORSIA) en las entidades del gobierno colombiano, existe el riesgo de desarrollar una regulación sin profundidad técnica sobre el SAF, lo cual resultaría en la creación de un mercado no sostenible y poco desarrollado.</p>
RP-A6	<p><u>Inadaptación de normas internacionales al contexto colombiano:</u></p> <p>Como resultado de la aplicación de normas internacionales que no toman en cuenta las características de Colombia, existe el riesgo de expedir una regulación local no adaptada al contexto colombiano, lo cual generaría una distorsión al ecosistema SAF en el país (incremento de precios del transporte aéreo, pérdida de competitividad, etc.).</p>
RP-A7	<p><u>Desarticulación internacional en las exigencias y reglamentaciones:</u></p>

Como resultado de la diversidad en las políticas internacionales sobre SAF, **existe el riesgo de generar contradicciones y/o incertidumbre en las regulaciones locales colombianas**, lo cual haría imposible o muy complicado el cumplimiento de estándares internacionales.

*Riesgos considerados prioritarios.

RIESGOS – ACCIONES EN TÉRMINOS DE REGULACIÓN & POLÍTICA

RIESGO	ACCIÓN DE MITIGACIÓN
Desarticulación interinstitucional (RP-A1)	<ul style="list-style-type: none"> - Definir una entidad líder del proceso de articulación entre instituciones gubernamentales a nivel ministerial. - Formalizar una instancia de coordinación interinstitucional de alto nivel político con funciones determinadas, en la cual se establezcan indicadores de cumplimiento trazables. - Establecer mesas técnicas entre entidades de gobierno (ej. Comisión Interinstitucional) con el fin de construir de una hoja de ruta SAF, donde se incluya la expedición de un Proyecto de Ley SAF.
Ausencia de claridad y consistencia en la regulación sobre SAF (RP-A2)	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar una construcción colectiva y articulada de la política pública sobre SAF (incluyendo al Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Transporte y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público). - Obtener asesoramiento de parte de organizaciones internacionales con experiencia en el desarrollo de políticas SAF. - Desarrollar una hoja de ruta SAF en Colombia que incluya una visión para SAF alineada con las ambiciones de descarbonización del país, y que permita también una alineación de las metas, normas, requisitos, estándares y certificaciones. - Empezar por adoptar una norma de calidad y una regulación técnica para los SAF en Colombia. - Evaluar la expedición de una regulación en materia de precios, que se base en la libertad vigilada, así como las condiciones de oferta y demanda del producto para su utilización dentro del ecosistema SAF del país, que incluya reglas tanto para la producción como para la comercialización del producto. - Expedir la regulación arancelaria del producto, la regulación ambiental (licencias y permisos para las plantas de producción), la regulación de los coproductos, los reglamentos técnicos base para la producción de materias primas y demás elementos productivos, que incluya lo relacionado con las certificaciones de sostenibilidad.

<p>Ausencia de política de Estado sobre SAF (RP-A3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la posible adición de Colombia al mecanismo CORSIA y al programa ACT-SAF de OACI con elementos factuales que permitan determinar los beneficios junto con los costos para el país. - Incluir dentro de la política energética de largo plazo de Colombia el tema de la descarbonización de la aviación.
<p>Incentivos inexistentes, ineficaces y/o inestables (RP-A4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar modelos probados en Colombia en términos de incentivos y apoyos al desarrollo de la industria. - Asegurar un conocimiento completo de las potenciales inversiones privadas e inversiones públicas. - Adoptar la modificación legal que permita que el ecosistema SAF en Colombia pueda acogerse a los beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014 y de la Ley 2099 del 2021, relacionadas con el desarrollo de las energías renovables y la profundización de la transición energética en Colombia. - Definir excepciones de requisitos legales para proyectos SAF. - Establecer programas de mezcla SAF-Jet Fuel voluntarios (sin obligatoriedad de mezcla), a diferencia de lo que se hizo con el desarrollo de los programas de biocombustibles en el país, y asegurar que las mezclas sean realizadas por el productor de SAF, el distribuidor mayorista de combustibles o el refinador de combustibles.
<p>Regulación sin profundidad técnica sobre el SAF (RP-A5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar e implementar un plan de presentación y capacitación técnica sobre los SAF que permita cerrar brechas de conocimiento y que sea liderada por el Ministerio de Educación, lo cual puede incluir el desarrollo de guías. - Desarrollo de un programa masivo de nivelación sobre los SAF en el sector público. - Definir interlocutores de manera permanente para cubrir el tema de los SAF en las instituciones públicas relevantes. - Desarrollar programas de capacitación dentro de las instituciones públicas. - Fortalecer los programas de capacitación sobre SAF del sector privado de todos los agentes de la cadena. - Realizar estudios que identifiquen las brechas actuales y formas de cerrarlas, lo cual puede incluir la contratación de expertos para realizar metodologías e identificar necesidades de los sectores. - Incluir en el Proyecto de Ley al Ministerio de Educación, y a los temas de formación en capital humano. - Asegurar una cooperación internacional sobre temas de creación de regulación técnica de SAF.

7. PRINCIPALES OPORTUNIDADES

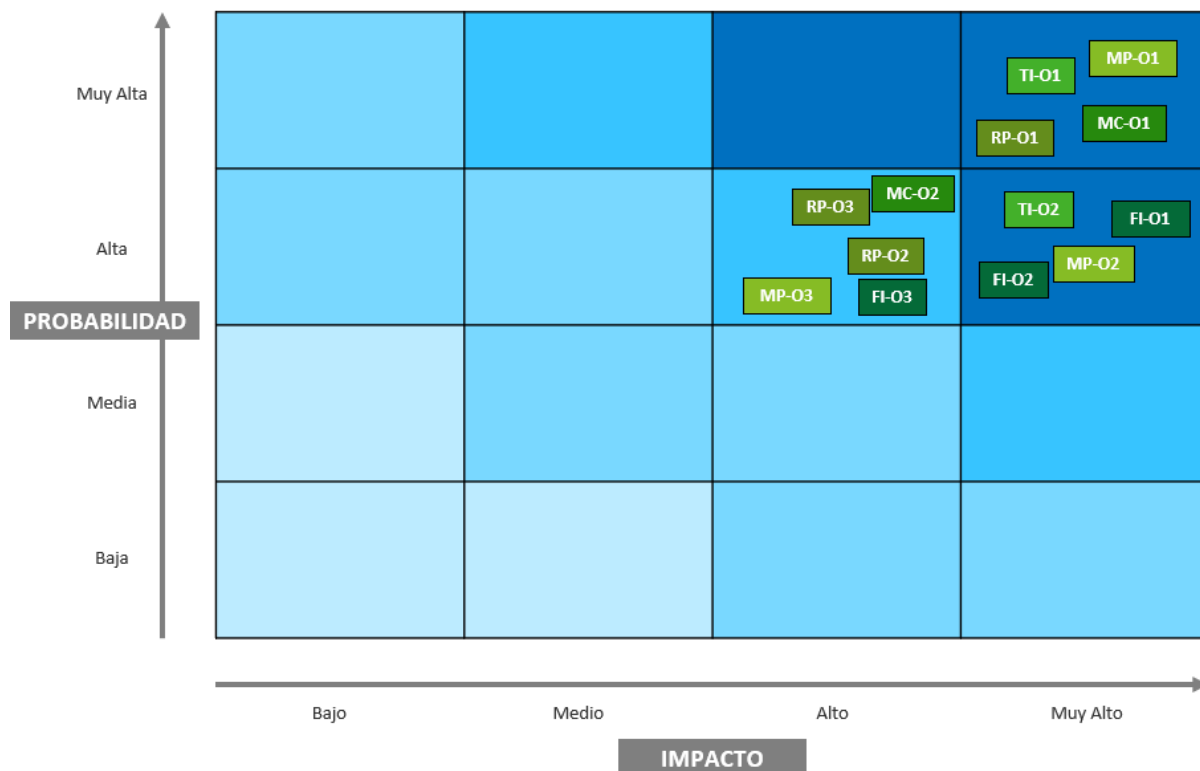
En seguida se resume de manera sintética las principales oportunidades identificadas para el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia en los cinco clústeres:

- **Crear una nueva industria en Colombia** en torno a la producción y comercialización de los SAF fortaleciendo así la economía local a lo largo de la cadena de valor. Esta nueva industria puede **ponerse en marcha de manera relativamente rápida adoptando prioritariamente rutas tecnológica y comercialmente maduras tales como HEFA**. Las empresas colombianas tienen la experiencia, infraestructura y materias primas necesarias para la implementación de estas rutas. La nueva industria de SAF en Colombia también será la oportunidad de **atraer inversión extranjera, activar la transferencia de tecnologías avanzadas y aprovechar las posibilidades de financiamiento disponibles a nivel internacional**, particularmente si las condiciones legales, regulatorias y normativas del país lo favorecen.
- **Potencializar la ambición del gobierno colombiano por la profundización de la transición energética** para acelerar el desarrollo de la industria SAF, lo cual permitiría establecer las políticas y el marco legal, regulatorio y normativo favorable al mismo tiempo que se **movilizan recursos públicos, se implementan incentivos y se extienden las zonas francas** para impulsar el lanzamiento de la industria. Esta visión gubernamental positiva por la transición energética y la posibilidad de desarrollar el mercado SAF en el país, pueden ser también catalizadores para que Colombia alcance las metas nacionales de descarbonización de su economía.
- **Aprovechar la amplia gama de materias primas existentes en Colombia** para producir SAF mediante las diferentes tecnologías incluyendo HEFA, AtJ, GFT y PtL²⁰, junto con la posibilidad de acelerar la producción de biomásas al **extender la utilización de la frontera agrícola**. Esta oportunidad se puede combinar al hecho de que **Colombia tiene una posición geoestratégica única**, proporcionando una ventaja para **establecerse como un “hub” de SAF en la región**.
- **Aprovechar la experiencia exitosa de desarrollo de los biocombustibles** en el país, otorgando la credibilidad y la maestría necesarias para que Colombia desarrolle con rapidez y eficacia el mercado del SAF. Esta experiencia será particularmente útil en términos de construir la **regulación e incentivos para el ecosistema SAF basados en las lecciones aprendidas en biocombustibles**, y para **acelerar la certificación de las materias primas** usadas para el bioetanol.

La visión completa de las oportunidades prioritarias identificadas para el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia está en las dos siguientes figuras.



²⁰ HEFA (Hydrotreated esters and fatty acids), AtJ (Alcohol-to-Jet), GFT (Gasification/Fischer-Tropsch) y PtL (Power-to-Liquid).



MP-O1	Usar diferentes tecnologías de SAF aprovechando la amplia gama de materias primas colombianas
MP-O2	Aprovechamiento de la frontera agrícola disponible para los SAF
MP-O3	Acelerar certificación de SAF con materias primas del bioetanol
TI-O1	Desarrollar una nueva industria y economía de SAF
TI-O2	Adopción rápida de la ruta HEFA
MC-O1	Experiencia en desarrollo de mercado de biocombustibles
MC-O2	Desarrollo de cadena de prestación de servicios del SAF
FI-O1	Líneas de crédito y financiamiento disponibles a nivel internacional
FI-O2	Definición y creación de incentivos de gobierno
FI-O3	Atracción de inversión extranjera
RP-O1	Potencializar la ambición del gobierno por la transición energética
RP-O2	Extensión de zonas francas a producción de SAF
RP-O3	Experiencias anteriores en reglamentación de biocombustibles

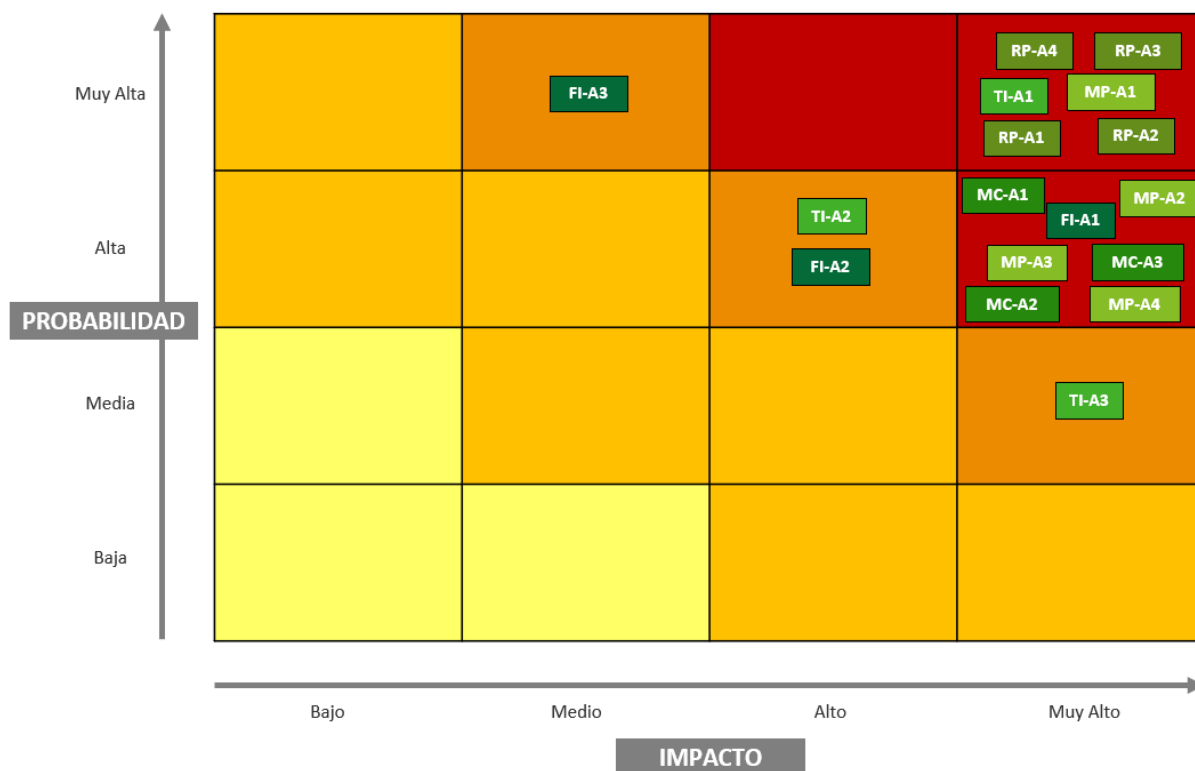
8. PRINCIPALES RIESGOS

Del mismo modo, se resume en seguida los principales riesgos identificados para el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia en los cinco clústeres:

- Una **ausencia de política pública coordinada con visión del Estado** y no del Gobierno en torno a los SAF, es decir un liderazgo al más alto nivel político que constituya una visión sólida para el apoyo y fomento al desarrollo sostenible de la producción y mercado de los SAF a largo plazo.
- **Falta de claridad, consistencia y celeridad en la política pública y regulación** en materia de SAF, incluyendo **incentivos fiscales inadecuados e ineficaces**, al mismo tiempo que exista una **desarticulación interinstitucional dentro del gobierno** provocando una regulación débil o incluso inexistente.
- **Creación de un mercado de SAF desorganizado** en el país en términos de información, regulación, certificación, tecnologías, inversión, entre otros, lo cual iría de la mano con un retraso en el desarrollo de la industria y con la **demora en la participación de Colombia en el mercado regional** y global de SAF. A lo cual se agrega el riesgo de baja demanda de SAF de parte del mercado local.
- **Potenciales deficiencias en las materias primas y tecnologías**, principalmente una **huella de carbono elevada de los SAF producidos localmente**, una posible **falta de suministro de materias primas** en cantidad y calidad suficiente, y **pretratamientos costosos necesarios para materias primas**, y una potencial **escasez de hidrógeno verde** para la producción de SAF que sea certificable por CORSIA. A esto se suma una **falta de innovación tecnológica** en Colombia, y potencial inadecuación de las tecnologías existentes a las características de las materias primas colombianas.
- **Baja movilización de capital privado e inversión extranjera**, y la **dificultad o pérdida de oportunidades de financiamiento** de parte de actores como la banca multilateral o instituciones internacionales, particularmente por falta de seguridad jurídica.

La visión completa de los riesgos prioritarios identificadas para el desarrollo del ecosistema SAF en Colombia está en las dos siguientes figuras.





MP-A1	Elevada huella de carbono del SAF
MP-A2	Déficit de hidrógeno verde para producción de SAF
MP-A3	Pretratamientos costosos para la materia prima
MP-A4	Falta de suministro de materias primas
TI-A1	Falta de tecnología para desarrollar la industria local
TI-A2	Dificultad para desarrollar y adaptar el ecosistema industrial e infraestructura
TI-A3	Inadecuación de las tecnologías de SAF a las materias primas colombianas
MC-A1	Retraso en participación de Colombia en mercado SAF regional
MC-A2	Pequeño o inexistente mercado de SAF en Colombia
MC-A3	Mercado de SAF no organizado
FI-A1	Deficiente inversión en proyectos de SAF
FI-A2	Dificultad en obtención de créditos por falta de seguridad jurídica
FI-A3	Pérdida de atractividad para los financiamientos de parte de instituciones extranjeras
RP-A1	Desarticulación interinstitucional
RP-A2	Ausencia de claridad y consistencia en la regulación sobre SAF
RP-A3	Ausencia de política de Estado sobre SAF
RP-A4	Incentivos inexistentes, ineficaces y/o inestables

9. CONCLUSIONES

Frente a la perspectiva del desarrollo de la industria de SAF en Colombia, se destaca que los principales riesgos y oportunidades están en el clúster regulatorio y político, a lo cual se adicionan aquellos en torno a las materias primas, su sostenibilidad y disponibilidad, seguidos por los relacionados al área de creación y organización eficaz y pronta del mercado de SAF, no solo a nivel nacional pero también regional. Lo principal de estos desafíos y oportunidades están ya presentes en las mentes de los actores de la cadena de valor de los SAF.

En este sentido, es importante concentrarse en las próximas etapas del proyecto SAF para Colombia y resaltar las principales recomendaciones que apuntan a anticipar la gestión y mitigación de riesgos relacionados con SAF. El propósito de las acciones aquí expuestas es de servir como instrumento para la elaboración de los planes de desarrollo de los SAF en el país y que estos contribuyan a la preparación de la hoja de Ruta SAF y el marco regulatorio o proyecto que ley que sea presentado por el Gobierno Nacional.

Para apoyar las materias primas y cadena de suministro

- La **organización de pequeños productores**, a través de la **conformación de comunidades energéticas**, con el fin de gestionar adecuadamente las materias primas desde su recolección, acopio y densificación para facilitar el transporte.
- Implementar una **política integral que promueva y valore la producción de materias primas sostenibles**, incluyendo **incentivos fiscales o económicos para los productores que adopten prácticas sostenibles**, así como estándares claros de sostenibilidad.
- **Invertir en investigación para la producción de hidrógeno de bajo costo**, y alinear a la hoja de ruta SAF con la hoja de ruta del hidrógeno en Colombia.
- **Desarrollar tecnologías de pretratamiento de materias primas de bajo costo** verificando la escala de implementación costo-eficiente, al igual que el desarrollo de **políticas comerciales como bonificaciones y penalidades** en función del nivel de calidad de la materia prima.
- Establecer **políticas y estrategias que exijan la fidelización con contratos de largo plazo** para estabilizar costos tanto con proveedores de materias primas como con consumidores de SAF.
- Realizar **inventarios y proyecciones claras de las diferentes materias primas** utilizables para SAF que puedan complementarse, tomando en cuenta los riesgos de las afectaciones del cambio climático al sector agrícola.
- **Fomentar la investigación y desarrollo de tecnologías nacionales** para la producción de SAF, y **desarrollar pilotos demostrativos con diferentes rutas**, lo cual permitiría valorizar y asegurar la adecuación a las características de las materias primas colombianas.
- Invertir en **innovación que permita aumentar la eficiencia de los cultivos y la valorización de subproductos**.

Para desarrollar la tecnología e industria

- Garantizar el **desarrollo de plantas piloto en el país**, que permitan validar la viabilidad de proyectos y tecnologías SAF, y mejorar la competitividad y la confiabilidad del uso de los SAF en Colombia.
- Apoyar a la **transferencia de tecnologías de SAF hacia Colombia**, a través de **alianzas con países y empresas** propietarias de estas tecnologías, y de acuerdos de transferencia de tecnologías en el marco de instituciones internacionales.
- **Inversión en la academia y la investigación, desarrollo e innovación** que permitan lanzar el desarrollo de tecnologías colombianas o la adaptación tecnológica acelerada para SAF en el país.

- Apoyar la **maduración e importación de tecnologías para SAF que utilizan otras materias primas** en sus procesos, más allá de la palma de aceite y la caña de azúcar. **Identificar las infraestructuras y capacidades industriales existentes en el país y su disponibilidad** para ser usadas en la cadena de valor de los SAF, y así establecer un mapeo y soluciones para las necesidades de desarrollo y adaptación de la industria y de la infraestructura.

Para impulsar el mercado

- Desarrollar las **condiciones de oferta y demanda** de los SAF en la regulación, al igual que una **señal adecuada en materia de precios**, como por ejemplo mecanismos que apoyen a los productores de SAF a asegurar financiamiento e ingresos suficientes²¹. Esto eA debe de ser apoyado por acciones precisas que hayan sido identificadas como factores de éxito en el desarrollo de los biocombustibles en el país.
- Establecer **acuerdos entre productores de SAF y consumidores de SAF** (i.e. aerolíneas), incluyendo **compromisos de compra tempranos por parte de aerolíneas locales y extranjeras**, para asegurar un interés en el SAF colombiano.
- **Desarrollar estrategias que permitan la regionalización o globalización del mercado de SAF, como el sistema de “Book & Claim”** a nivel internacional o al menos regional.
- Establecer **incentivos para los SAF**, especialmente modelos de incentivos y apoyos probados en Colombia, como serían la **exención del pago de IVA, exención de impuesto al carbono**, y de otros impuestos de los cuales están exentos los biocombustibles de primera generación (como el **impuesto nacional a los combustibles o la sobretasa**). Al igual que **disminuir o eliminar los subsidios existentes a los combustibles terrestres** y en especial al diésel, los cuales afectan la competitividad de la industria aérea. Dichos **incentivos y beneficios pueden incluir a los proveedores de servicios**, lo cual apoyaría el desarrollo de la cadena de valor de los SAF.

Para fomentar el financiamiento e inversión

- **Establecer instrumentos de apoyo a la inversión privada** que aporten una ayuda **substantial y de largo plazo** (incentivos financieros y fiscales, beneficios, zonas francas, garantía de precios, etc.), incluyendo un **plan de reducción del riesgo a la inversión**, el cual debería de ser desarrollado junto con los potenciales inversores y los actores de la cadena.
- Organizar la **promoción del potencial de Colombia como destino para la producción de SAF** (y no únicamente para la producción de materias primas para SAF), a través del **Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Procolombia, iNNpulsa Colombia), Ministerio de Minas Y Energía, y participación de instituciones internacionales**.
- Establecer **convenios público-privados que ayuden a actores industriales privados a dar la seguridad y garantías necesarias a los inversores** de instituciones bancarias, tanto privadas como multilaterales, y que permitan la implementación de soluciones para las barreras a los SAF en Colombia (como son las barreras logísticas, tecnológicas, de materias primas, etc.).
- Desarrollar **estudios sobre proyectos económicos, técnicos, y de certificación** en Colombia que ayuden a **dar solidez al proyecto de producción de SAF** en Colombia.
- **Definir y comprometer las entidades de Gobierno que son responsables de las regulaciones o normativas que rigen a los diferentes instrumentos de financiamiento** con el fin de acceder a los incentivos necesarios y liberar recursos para la producción de SAF y para fomentar la industria de SAF en toda su cadena.

²¹ Como el mecanismo propuesto por el Departamento de Transporte del Reino Unido: Sustainable Aviation Fuels Revenue Certainty Mechanism (publishing.service.gov.uk)

Para que la regulación y política soporten al ecosistema SAF

- Definir **una entidad gubernamental líder del proceso de articulación** entre instituciones gubernamentales y formalizar **una instancia de coordinación interinstitucional de alto nivel político, tal como la Comisión Intersectorial**, con funciones determinadas, en la cual se proyecte **la visión del país para los SAF** y se establezcan indicadores de cumplimiento trazables.
- Incluir dentro de **la política energética de largo plazo de Colombia** el tema de la descarbonización de la aviación, y alinearse con compromisos internacionales a través de la adopción. en Colombia del **mecanismo CORSIA y del programa ACT-SAF de OACI**.
- Asegurar una **construcción colectiva y articulada de la política pública sobre SAF y la implementación de esta hoja de ruta** (incluyendo al Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público).
- Adoptar una **modificación legal** que permita que el ecosistema SAF en Colombia pueda acogerse a los **beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014 y de la Ley 2099 del 2021**, relacionadas con el desarrollo de las energías renovables y la profundización de la transición energética en Colombia.
- Adoptar una **norma de calidad y una regulación técnica para los SAF** en Colombia basados en estándares internacionales.
- Establecer **el marco normativo y regulatorio necesario para el desarrollo de un mercado de SAF**, particularmente: aprovechamiento de las zonas francas ya existentes, regulación de precio, condiciones de oferta y demanda, regulación en la producción y comercialización, regulación arancelaria, regulación de los coproductos, regulación ambiental (incluyendo licencias y permisos para las plantas de producción) y regulación fiscal. Este marco debe construirse después de una **identificación y transferencia de los elementos relevantes del reglamento técnico y normas de los biocombustibles**.

La posibilidad para Colombia de crear un ecosistema SAF no solo contribuirá a la reindustrialización de Colombia, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno Nacional (Ley 2294 de 2023), sino al mismo tiempo, ayudará a reducir el impacto sobre el cambio climático y alcanzar las metas NDC propuestas por el Estado Colombiano. Los SAF son una oportunidad única, no solo por ser un mercado nuevo en desarrollo a nivel mundial, sino porque involucra a muchos y diversos actores económicos lo cual contribuye a alcanzar soberanía energética, sostenibilidad agrícola y equidad social. Todo esto en la medida en que se desarrollen políticas, regulaciones e incentivos apropiados al mercado de acuerdo con los lineamientos internacionales y se aseguren garantías fiscales y económicas a los productores de materia prima, bio-refinerías, distribuidores, operadores aéreos, y ultimadamente a las aerolíneas y pasajeros como consumidores finales. Una cooperación entre actores públicos y privados, así como un líder a nivel ejecutivo dentro del alto gobierno serán los garantes de que este proyecto beneficie a Colombia como nación, ayuden a la preservación del medio ambiente y aporte a la conservación de la belleza natural y biodiversidad que hace de Colombia un país único y privilegiado en nuestro planeta.



ANEXO 1: METODOLOGÍA DEL TALLER

El taller de SAF tenía como objetivo identificar los principales riesgos y oportunidades relacionadas con el desarrollo de los SAF en Colombia, y las potenciales acciones que se podrían implementar para responder a estos riesgos y oportunidades. Para este fin, el ejercicio estuvo compuesto de tres etapas: la identificación de riesgos y oportunidades, evaluación y priorización de riesgos y oportunidades, y definición de acciones frente a los riesgos y oportunidades.

El taller contó con más de 80 participantes de casi 50 organizaciones diferentes cubriendo todas las áreas de la cadena de valor de la industria de los SAF, y cubrió una jornada completa de trabajo. El ejercicio se estructuró alrededor de 5 mesas de trabajo previamente mencionadas: Tecnología e Industria, Materias Primas y Cadena de Suministro, Regulación y Política, Financiamiento e Inversión, y Mercado. Un equipo de 6 expertos en diferentes áreas relacionados a los SAF y 5 ayudantes estudiantiles en último año de estudios en ingeniería, actuaron como facilitadores de las mesas de trabajo. Cada mesa de trabajo contó con un promedio de 15 participantes. De esta manera se permitió abordar de manera estructurada y colaborativa los riesgos y oportunidades relacionadas con el desarrollo de los SAF en Colombia.

Etapas 1: Identificación de riesgos y oportunidades.

En esta etapa los participantes compartieron los riesgos y oportunidades que consideraban relevantes para SAF en Colombia. Los riesgos y oportunidades fueron examinados y estructurados en causa-riesgo-consecuencia, para aterrizar en aproximadamente 15 oportunidades y 13 riesgos por mesa de trabajo.

Etapas 2: Evaluación y priorización de riesgos y oportunidades en matrices de probabilidad e impacto.

Los riesgos y oportunidades identificados fueron evaluados individualmente por los participantes en función de la probabilidad de ocurrencia y del impacto en caso de materializarse. Dos tablas de evaluación ayudaron a los participantes a evaluar a los riesgos y oportunidades de manera objetiva, intentando reducir sesgos. Las tablas de evaluación se encuentran en la figura siguiente. Una vez evaluados los riesgos y oportunidades fueron posicionados respectivamente en las matrices de oportunidades y de riesgos de cada mesa de trabajo.

Tabla de evaluación de la probabilidad

Probabilidad de ocurrencia	Criterio para definir la probabilidad
Muy Alta (4)	El riesgo/oportunidad se concretizará de aquí a 2030 , con probabilidad entre 51% y 100%.
Alta (3)	El riesgo/oportunidad se concretizará de aquí a 2030 , con probabilidad de menos de 50%.

Media (2)	El riesgo/oportunidad se concretizará de aquí a 2050 , con probabilidad entre 51% y 100%.
Baja (1)	El riesgo/oportunidad se concretizará de aquí a 2050 , con probabilidad de menos de 50%.

Tabla de evaluación del impacto de las oportunidades

Criterio de Impacto	Definición del criterio	Nivel de impacto	Nivel de impacto	Nivel de impacto	Nivel de impacto
		Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)	Muy Alto (4)
Impacto: beneficio Medio ambiental	Evaluación de las consecuencias de la oportunidad sobre el medio ambiente (4 elementos): emisiones de carbono, salud del suelo, agua, conservación.*	La materialización de la oportunidad favorece a 1 de los elementos medioambientales listados (alcance).	La oportunidad favorece a 2 de los elementos medioambientales listados.	La oportunidad favorece a los 3 elementos medioambientales listados.	La oportunidad favorece a los 4 elementos medioambientales listados.
Impacto: beneficio Social	Evaluación de las consecuencias de la oportunidad sobre la sociedad local (4 elementos): respeto a los derechos humanos y laborales, derechos de las comunidades locales al suelo y al agua, desarrollo social y local, seguridad alimentaria.*	La materialización de la oportunidad favorece a 1 de los elementos sociales listados (alcance).	La oportunidad favorece 2 de los elementos sociales listados.	La oportunidad favorece 3 de los elementos sociales listados.	La oportunidad favorece a los 4 elementos sociales listados.
Impacto: beneficio Económico	Evaluación de las consecuencias de la oportunidad sobre la economía local (4 elementos): empleos, industria, riqueza (PIB), innovación.	La materialización de la oportunidad favorece a 1 de los elementos económicos listados (alcance).	La oportunidad favorece a 2 de los elementos económicos listados.	La oportunidad favorece a los 3 elementos económicos listados.	La oportunidad favorece a los 4 de los elementos económicos listados.

Impacto: Tiempo	Evaluación del impacto en años que la materialización de la oportunidad adelantaría el desarrollo del SAF.**	La materialización de la oportunidad adelantaría de 1 año o menos el desarrollo del SAF a nivel nacional.	La oportunidad adelantaría de 1 a 3 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.	La oportunidad adelantaría de 3 a 5 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.	La oportunidad adelantaría de más de 5 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.
Impacto: Precio combustible	Impacto sobre el costo del combustible y el acceso del consumidor final al servicio de la aviación (en promedio 30% de los costos de la aerolínea son combustible).	La materialización de la oportunidad disminuiría el costo del combustible menos del 3% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.	La oportunidad disminuiría el costo del combustible de 3 a 5% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.	La oportunidad disminuiría el costo del combustible de 5 a 10% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.	La oportunidad disminuiría el costo del combustible de más de 10% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.

* Basado en criterios de sostenibilidad de CORSIA.

** Teniendo en cuenta los compromisos NDCs (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional) de Colombia de reducción de 51% de emisiones a 2030, y el objetivo de la aviación internacional de cero emisiones netas para 2050.

Tabla de evaluación del impacto de los riesgos

Criterio de Impacto	Definición del criterio	Nivel de impacto Bajo (1)	Nivel de impacto Medio (2)	Nivel de impacto Alto (3)	Nivel de impacto Muy Alto (4)
Impacto: daño Medio ambiental	Evaluación de las consecuencias del riesgo sobre el medio ambiente (4 elementos): emisiones de carbono, salud del suelo, agua, conservación.*	La materialización del riesgo afecta a 0 o 1 de los elementos medioambientales listados (alcance), de manera no permanente (gravedad).	El riesgo afecta a 2 de los elementos medioambientales listados, de manera no permanente. O afecta a 1 elemento de manera permanente.	El riesgo afecta a 3 de los elementos medioambientales listados, de manera no permanente. O afecta a 2 elementos de manera permanente.	El riesgo afecta a 4 de los elementos medioambientales listados de manera permanente.

<p>Impacto: daño Social</p>	<p>Evaluación de las consecuencias del riesgo sobre la sociedad local (4 elementos): respeto a los derechos humanos y laborales, derechos de las comunidades locales al suelo y al agua, desarrollo social y local, seguridad alimentaria.*</p>	<p>La materialización del riesgo afecta a 0 o 1 de los elementos sociales listados (alcance), de manera no permanente (gravedad).</p>	<p>El riesgo afecta a 2 de los elementos sociales listados, de manera no permanente. O afecta a 1 elemento de manera permanente.</p>	<p>El riesgo afecta a 3 de los elementos sociales listados, de manera no permanente. O afecta a 2 elementos de manera permanente.</p>	<p>El riesgo afecta a 4 o más de los elementos sociales listados, de manera no permanente. O afecta a 3 o más elementos de manera permanente.</p>
<p>Impacto: daño Económico</p>	<p>Evaluación de las consecuencias del riesgo sobre la economía local (3 elementos): pérdida de mercado existente, competencia con mercados existentes nacionales, participación de Colombia en mercado mundial de SAF.</p>	<p>La materialización del riesgo afecta a 0 o 1 de los elementos económicos listados (alcance), de manera no permanente (gravedad).</p>	<p>El riesgo afecta a 2 de los elementos económicos listados, de manera no permanente. O afecta a 1 elemento de manera permanente.</p>	<p>El riesgo afecta a 3 de los elementos económicos listados, de manera no permanente. O afecta a 2 elementos de manera permanente.</p>	<p>El riesgo afecta a 3 de los elementos económicos listados de manera permanente.</p>
<p>Impacto: Tiempo</p>	<p>Evaluación del impacto en años que la materialización del riesgo retrasaría el desarrollo del SAF.**</p>	<p>La materialización del riesgo retrasaría de 1 año o menos el desarrollo del SAF a nivel nacional.</p>	<p>El riesgo retrasaría de 1 a 3 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.</p>	<p>El riesgo retrasaría de 3 a 5 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.</p>	<p>El riesgo retrasaría de más de 5 años el desarrollo del SAF a nivel nacional.</p>
<p>Impacto: Precio combustible</p>	<p>Impacto sobre el costo del combustible y el acceso del consumidor final al servicio de la aviación (en promedio 30% de los costos de la aerolínea son combustible).</p>	<p>La materialización del riesgo aumentaría el costo del combustible de menos de 3% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.</p>	<p>El riesgo aumentaría el costo del combustible de 3 a 5% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.</p>	<p>El riesgo aumentaría el costo del combustible de 5 a 10% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.</p>	<p>El riesgo aumentaría el costo del combustible de más de 10% a nivel nacional sobre el 30% de los costos que representa a la aerolínea.</p>

* Basado en criterios de sostenibilidad de CORSIA.

** Teniendo en cuenta los compromisos NDCs (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional) de Colombia de reducción de 51% de emisiones a 2030, y el objetivo de la aviación internacional de cero emisiones netas para 2050.

Etapas 3: Definición de acciones frente a oportunidades y riesgos.

Por último, se llevó a cabo la discusión abierta y colaborativa sobre las posibles acciones que serían necesarias para hacer frente a las oportunidades y los riesgos prioritarios. Estas acciones podían ser de diferentes tipos según la respuesta adecuada para cada riesgo u oportunidad, es decir que pueden ser acciones con el fin de evitar, transferir, mitigar o aceptar el riesgo, y acciones con el fin de explotar, compartir, mejorar o aceptar la oportunidad.

Una vez concluido el ejercicio del taller de riesgos y oportunidades, se trabajó en desarrollar un reporte con el apoyo del Comité organizador del taller, y del Comité de expertos y facilitadores del taller.

Exclusión y fe de erratas

El método propuesto fue aplicado en mayor o menor medida por las diferentes mesas. El tiempo propuesto y la complejidad de categorización influyeron en la aplicación del método, por lo cual las evaluaciones y posicionamiento de los riesgos y oportunidades en las matrices no necesariamente reflejan el método propuesto de manera exacta.

Un trabajo posterior al taller entre el comité organizador junto con los líderes de cada mesa ayudó a la depuración, redacción y posicionamiento de los riesgos y oportunidades en las matrices. El contenido de este reporte intenta reflejar el consenso general de las discusiones en cada mesa sin que necesariamente refleje todos los puntos de vista u opiniones expresadas por los participantes. Se le dio prioridad a los elementos factuales y soportados en datos concretos traídos por los diferentes participantes durante la discusión y a las visiones de cada líder de mesa.

ANEXO 2. LIMITES DEL EJERCICIO

Es importante notar que este ejercicio de identificación de riesgos y oportunidades a través de un taller colaborativo con actores de la cadena de valor de los SAF, tiene límites naturales, por diseño y en la práctica, que deben de ser tomados en cuenta para balancear y poner en perspectiva los resultados del taller.

Las principales limitantes que deben de ser tomadas en cuenta son:

- **Tiempo:** El tiempo asignado para el ejercicio fue de una jornada laboral, aproximadamente 8 horas, lo cual resulto ser corto para la riqueza y extensión del debate. A causa de esta falta de tiempo, las acciones de mitigación de los riesgos y las acciones de activación de las oportunidades fueron temas que fueron tratados con rapidez resultando en recomendaciones de menor profundidad que la deseada.
- **Sesgo:** Siendo este un ejercicio colaborativo entre individuos representando diferentes experiencias y organizaciones, el sesgo individual de la persona es algo que debe de ser tomado en cuenta y que forma parte de la realidad de este tipo de ejercicios. Algunas de las organizaciones participantes pueden tener desafíos particularmente importantes en torno a los SAF, lo cual pudo influir aún más en su nivel de sesgo o de parcialidad. La tabla de evaluación (presentada en la parte de Metodología) ayudo a disminuir el sesgo al momento de evaluar los riesgos y oportunidades, sin embargo, esta herramienta resultó difícil de utilizar para las mesas de trabajo, lo cual ralentizo el proceso de evaluación y lo volvió por veces un tanto confuso.
- **Número de participantes:** El taller conto con un gran número de participantes (alrededor de 80 personas), lo cual naturalmente ayudo a enriquecer el debate, pero también significó que los grupos en cada mesa de trabajo fueran numerosos (alrededor de 15 participantes por mesa) y que las discusiones fueran un tanto más difícil de manejar.
- **Experiencias variadas en SAF:** Los participantes tenían niveles muy variables de experiencia en el tema de los SAF, lo cual significa que las conversaciones estaban a veces más enfocadas a temas específicos a cada organización/empresa en lugar de tratar el tema de manera global. Además, la rotación de participantes entre diferentes mesas inicialmente planeada no pudo realizarse, lo cual hubiera ayudado a nutrir las discusiones con niveles de experiencia más variados. Por ejemplo, en la mesa de materias primas la conversación estuvo particularmente orientada al tema de palma de aceite, caña de azúcar, y a la ruta de producción HEFA.
- **Participación del sector público:** Los actores del sector público, incluyendo ministerios, tuvieron baja participación en algunas temáticas del taller, lo cual significa que los resultados no reflejan completamente la perspectiva del sector público sobre los SAF. Esto significa que la conversación, especialmente en la mesa de regulación & política, no pudo abordar con detalle las cuestiones del “que” y el “como” regular la cadena de valor de los SAF.
- **Participación del consumidor final (pasajeros):** El taller no conto con representantes de usuarios finales del servicio de aviación, como serían por ejemplo asociaciones de pasajeros o empresas que compran volúmenes importantes de tiquetes de avión, lo cual significa que los riesgos, oportunidades y acciones que resultan de este ejercicio no reflejan necesariamente el punto de vista del consumidor final.
- **Traducción de las conversaciones en riesgos y oportunidades:** La variedad y experiencia de los participantes permitió una gran riqueza en las conversaciones, sin embargo, existió una dificultad para traducir todas las conversaciones y debates en riesgos, oportunidades o acciones concretas. Algunas de las problemáticas discutidas se quedaron en debate sin materializarse en un riesgo u oportunidad específica.

Los resultados del taller son dependientes directamente de las personas y organizaciones participantes, y de la implementación de la metodología diseñada, lo cual significa que, al ser un ejercicio de naturaleza social, los resultados de este taller hubieran podido ser diferentes según los participantes y facilitadores que asistieron y contribuyeron al ejercicio.