



# PLAN DE ACCIÓN NACIONAL SOBRE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA AVIACIÓN COSTARRICENSE

**Elaborado por:** Evelyn Quirós Badilla, Punto Focal ante OACI de la DGAC para CORSIA y SAF. Coordinadora Comisión de Sostenibilidad Ambiental de la Dirección General de Aviación Civil.

**Revisado por:** Fernando Villegas, NAV-ATC, Daniel Wong Proceso de Control Interno. Unidad de Planificación Institucional y Miguel Alonso Solano García, Encargado Proceso Regulación Aeronáutica. Miembros: Comisión de Sostenibilidad Ambiental de la Dirección General de Aviación Civil.

**Colaboradores:** María Umaña y Jefry Orozco, Planificación Institucional. Miembros: Comisión de Sostenibilidad Ambiental de la Dirección General de Aviación Civil.

Aprobado por:

***Fernando Naranjo Elizondo, Director General  
Dirección General de Aviación Civil  
Costa Rica***

Los datos fueron aportados por:  
Departamento de Transporte Aéreo,  
Departamento de Navegación Aérea (ATC/ATM), Unidad de Planificación,  
Operadores de aeropuertos: AERIS y CORIPORT,  
Operadores aéreos: AVIANCA CR y VOLARIS CR.



*Fernando Naranjo Elizondo, Director General  
Dirección General de Aviación Civil  
Costa Rica*

## Contenido

Introducción .....	4
Presentación .....	6
1. Información General.....	7
1.1 Información de contacto .....	7
1.2 Rol de la aviación nacional e internacional en Costa Rica .....	7
1.3 Contribución de la aviación civil de Costa Rica en la Agenda Nacional de Cambio Climático .....	8
2. Metodología y datos .....	9
2.1 Definiciones.....	9
2.2 Método y datos .....	9
2.3 Línea Base establecida y proyección sin aplicación de medidas .....	11
2.4 Verificación de las emisiones de CO <sub>2</sub> utilizadas en el presente plan .....	15
3. Acciones de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	15
3.1 Acciones propuestas y proyección con aplicación de medidas .....	15
3.2 Descripción de las acciones para reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	17
3.2.4 Mejoras tecnológicas, operativas y de infraestructura de los Operadores Aéreos ..	38
3.2.5 Compensación de emisiones de CO <sub>2</sub> basadas en criterios de mercado para vuelos sujetos a requisitos en CORSIA .....	42
3.2.6 Combustible sostenibles y alternativos para la aviación (SAF-CAAF) .....	44
3.2.7 Meta aspiracional a largo plazo para la aviación internacional LTAG, OACI y FlyNetZero de IATA .....	57
4. Resultados y progreso del plan.....	58
4.1 Resultados previstos con las medidas .....	58
4.2 Progresos realizados en la aplicación del plan de acción .....	60
5. Recursos para implementar el plan y cierre de brechas .....	60
6. Referencia y glosario .....	63
6.1 Referencias bibliográficas .....	63
6.2 Glosario.....	63

## Introducción

Con el presente plan se busca recopilar y continuar con la implementación de medidas de reducción de emisiones de carbono en la industria aérea costarricense, por medio de trabajo colaborativo entre el Estado, los proveedores de servicios aéreos y aeroportuarios para alcanzar el objetivo descrito por OACI desde la Asamblea en el 38° período de sesiones, celebrado del 24 de septiembre al 4 de octubre de 2013, donde adoptó la Resolución A38-18:

“Declaración consolidada de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente — cambio climático. La Resolución A38-18 refleja la determinación de los Estados miembros de la OACI de ejercer un liderazgo permanente en la aviación civil internacional para limitar o reducir las emisiones que contribuyen al cambio climático mundial.”

Si bien la industria de la aviación se ha enfrentado a una de las más severas amenazas para su actividad por la crisis generada por el COVID, ha mantenido sus esfuerzos en mejorar su gestión ambiental, balanceando que su contribución ambiental no sea un obstáculo en su recuperación económica, así muchos operadores han venido lidiando con la crisis económica, política y ambiental al mismo tiempo, si bien algunos estados han podido brindar apoyo a sus operadores no es una realidad para todos y menos para países en vías de desarrollo, sin embargo se prepara este plan con las recomendaciones expresadas por OACI en el documento 9988 sobre Orientación sobre la elaboración de planes de acción de los Estados para actividades de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es importante, resaltar que el plan nacional de reducción de emisiones de carbono en la aviación es parte de la cadena de acciones que requieren los países para lograr los acuerdos de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), por lo tanto, el Plan Nacional de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> dirigido a la aviación desde su primera versión de 2018 ha buscado que las medidas estén alineadas con los objetivos del país en esta materia.

“Tomando nota del apoyo de la industria de la aviación al CORSIA como un único plan mundial de compensación de carbono, en lugar de un mosaico de MBM estatales y regionales, como medida rentable para complementar un paquete más amplio de medidas que incluyen: medidas tecnológicas, operativas y de infraestructura;

Reconociendo que los MBM no deben duplicarse y que las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional deben contabilizarse una sola vez;”

Tomado de Resolución A41-22. Asamblea 41° OACI. Set-oct 2022.

## Impacto del COVID y la Crisis Climática

La industria aérea, en especial de transporte de pasajeros, vivió la caída más severa en su historia en el año 2020 con el impacto del COVID-19, aun enfrentando las secuelas de la enfermedad y si bien se habla de recuperación, esta es tan compleja que las métricas evidencian más la búsqueda de una reestructuración de la industria aérea que, permita va permitiendo la reactivación económica en balance con la necesidad de adaptación, pues la crisis climática continua siendo un tema vital para la estabilidad futura de todo el sistema, lo que ha llevado al mundo a buscar opciones cada vez más eficientes, que incluyen el punto de vista ambiental en todos los ejes de producción, es decir un sistema que le permita al usuario reconectarse sin la abrumadora carga ambiental de emisiones.

Por lo tanto, en acuerdo con las medidas expresadas por el Grupo de trabajo de recuperación de la aviación del Consejo (CART) de OACI, sobre medidas económicas y financieras y basado en el documento que elaboró la Secretaría de la OACI de Orientación sobre Medidas Económicas y Financieras para mitigar el impacto del brote de coronavirus en la aviación dentro de las que se encuentra el Principio clave 9 del CART-Preservar la sostenibilidad (2021):

“La aviación conecta, impulsado la recuperación económica y social. Los Estados y la industria deberían esforzarse por garantizar la sostenibilidad económica y ambiental del sector de la aviación.”

La resiliencia será la enseñanza mejor aprendida de la pandemia, Costa Rica ya ha recuperado los niveles de tráfico aéreo previos a la pandemia, aumentando la conectividad en Centroamérica y ofreciendo más opciones a los pasajeros, buscando democratizar aún más el transporte aéreo de la región y dejando lecciones para las crisis que deba enfrentar la región cuando los embates del clima u otros así lo antepongan.

“Los aeropuertos del país recibieron un crecimiento continuo, alcanzando más de lo 4.6 millones de pasajeros en el 2022.”  
Transporte Aéreo. DGAC.

## Presentación

El presente documento integra la propuesta de actualización del Plan de Acción Nacional de Reducción de Emisiones de Carbono en la Aviación Costarricense, al recopilar las acciones realizadas entre el 2020-2023 y las que se encuentran en ejecución o estimadas para 2023-2026.

Para la elaboración y seguimiento del presente plan se conformó la [Comisión de Sostenibilidad Ambiental](#), este programa de la DGAC abarca funcionarios con formación y conocimiento en materia ambiental y aeronáutica, ambos temas fundamentales para liderar el eje de sostenibilidad ambiental en la aviación además fungen como puntos de enlace con otros grupos de trabajo internos y externos en materia de protección del medio ambiente.

Se debe reconocer que la industria de la aviación se ha enfrentado a una de las más severas crisis, y pese a esto ha continuado trabajando su contribución ambiental, los operadores aéreos han continuado realizando acciones que permitan, en balance, la recuperación económica y la lucha climática, además buscado reforzar la adaptación e incrementar la resiliencia, por lo tanto, el presente plan contiene las medidas consensuadas con la industria y las planteadas por el Estado Costarricense.

Si bien, el plan ideal tendría un claro estimado del grado de reducción de las emisiones, buscando un balance neto al 2050, que lleve a lograr la meta a largo plazo de OACI (LGAT), hay que reconocer que la tasa de crecimiento del sector, el éxito de la ampliación en la producción de SAF, la introducción de nuevas tecnologías y motores, así como las mejoras en eficiencia operativa, tienen aún muchos pasos que asegurar antes de que sean realmente medidas sustanciales en los procesos de reducción. Mientras que, una métrica sí bien definida es el esquema establecido por la OACI bajo el mecanismo de compensación (CORSIA) que avanza en la implementación.

Resaltamos que la mayor contribución del plan nacional será continuar con la promoción de destinos sostenibles como parte del esfuerzo continuado que viene realizando el país por generar capacidades internas, para responder a los esfuerzos por lograr la transformación del modelo de desarrollo a uno bajo en emisiones en todos los sectores, sumando a la industria de la aviación en la posición país de la “eco-competitividad”.

Por lo que, los partícipes de la aviación nacional costarricense estarán mostrando así un compromiso voluntario de reducción de emisiones, que al final repercute en el proceso de adaptación necesario para atenuar los efectos adversos elevados, en la vulnerable región Centroamericana, como consecuencia de los efectos de Cambio Climático.

---

**Fernando Naranjo Elizondo, Director General**  
**Dirección General de Aviación Civil**

## 1. Información General

### 1.1 Información de contacto

A continuación, se presenta la información de contacto para el plan de acción del Estado de Costa Rica, el punto de contacto ingresado es el responsable de presentar el plan de acción ante la OACI.

Nombre de la Autoridad: Dirección General de Aviación Civil

Punto de contacto: Evelyn Quirós Badilla

Dirección: La Uruca. San José. Costa Rica. Apartado Postal 5026/1000

Número de teléfono: (506) 2242-8240

Número de fax: (506) 2290-0089

Correo electrónico: equirosb@dgac.go.cr

### 1.2 Rol de la aviación nacional e internacional en Costa Rica

El sector turismo es el segundo sector económico en la contribución del producto interno bruto del Estado Costarricense, por lo que tras la crisis provocada por el COVID, donde la actividad económica del país sufrió un fuerte impacto y dado que un alto aporte en la recuperación ha dependido de la reactivación de la actividad turística, se intensificó el rol de la aviación en dicha recuperación, en la que la mayor cantidad de turistas de diversas partes del mundo visitan Costa Rica trasladándose vía aérea y así mismo realizan varios desplazamientos dentro del territorio nacional y países vecinos.

Además, de este flujo de turismo, Costa Rica vio la clara evidencia de la importancia de la aviación durante la crisis, en donde el rol de la aviación en la importación y exportación de productos en especial medicamentos e insumos para la industria se mantuvo fuertemente en un gran porcentaje por vía aérea, por lo tanto, es claro el papel que desempeña la aviación internacional y nacional como eje fundamental para el desarrollo del país.

Históricamente la vía aérea ha sido el puerto de entrada más importante para las llegadas internacionales. Para 1985 las llegadas por vía aérea representaban el 63,9 % del total (ICT, 1985) mientras que para el 2014 esta vía de ingreso representó el 68,1 % de las llegadas al país (ICT, 2014) y pese a la crisis generada por la pandemia del COVID los datos para el turismo del país han sido de una recuperación significativa en especial por el ingreso de turistas desde el aeropuerto internacional de Guanacaste.

Siendo uno de los objetivos del plan nacional de turismo del país el fortalecer el posicionamiento de Costa Rica como destino turístico sostenible diferenciado en los mercados de interés, es que la reducción de emisiones logra ser un compromiso que al impactar la aviación así repercute en los objetivos del país en otras esferas de gran relevancia.

### 1.3 Contribución de la aviación civil de Costa Rica en la Agenda Nacional de Cambio Climático

Siendo la aviación un eje del sector transporte del país, y este es parte de un plan nacional de carbono neutralidad que se plantea bajo el amparo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), donde se define que el país debe trabajar en materia de adaptación y mitigación para avanzar en la transformación deseada hacia la meta de carbono neutralidad en todas sus áreas productivas.

Por lo tanto, el objetivo de este plan de acción nacional es recopilar las medidas propuestas para la reducción de emisiones de la industria aérea, identificando los impactos más relevantes, favoreciendo la promoción de acciones que contribuyan en una forma más eficiente en la meta de reducción.

El Plan de Acción Nacional de Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en la Aviación Costarricense brinda las bases para los planes de seguimiento durante la fase de implementación de medidas y políticas, que el Estado debe vigilar como parte de su compromiso con la participación de reducción de emisiones.

Tal como expresa el Plan de Acción Estrategia Nacional de Cambio Climático:

“Costa Rica siempre se ha caracterizado por ser un país pro-activo en materia de Acuerdos Multilaterales Ambientales y las acciones tempranas que Costa Rica ha desarrollado en materia de cambio climático así lo demuestran. Muchas de las acciones desarrolladas en el marco del Plan de Acción para la Estrategia Nacional de Cambio Climático buscan movilizar recursos, tanto humanos, técnicos como financieros, para orientar el país hacia un desarrollo bajo en emisiones”.

Es de gran relevancia mencionar que las acciones en materia ambiental establecidas por OACI deben ir al día con las recientes acciones en materia ambiental acordadas por los estados en las agendas internacionales, como por ejemplo en la Pre-COP [25, realizada en Costa Rica, en el año 2019] donde se estableció El Principio de San José<sup>1</sup>, el cual contempla la posición sobre una alta ambición e integridad en los mercados internacionales de carbono.

Un aporte importante del Estado Costarricense es la participación en proyectos, programas y mecanismos para las Unidades Admisibles en CORSIA, dado que Consejo de OACI aceptó ocho programas dentro de los cuales Costa Rica tiene participación en tres de ellos por medio de programas de compensación en los mercados de carbono globales. 1: Ver detalles de El Principio de San José en <https://cambioclimatico.go.cr/sanjoseprinciples/about-the-san-jose-principles/>

## 2. Metodología y datos

### 2.1 Definiciones

Para la adecuada interpretación de los resultados presentados en este plan, Costa Rica adopta las siguientes definiciones sobre la base de las etapas de vuelo dadas por OACI, para distinguir entre operaciones internacionales y nacionales:

- a) **Internacional:** *etapa de vuelo con una o ambas terminales dentro del territorio de un Estado que no sea el Estado donde el transportista aéreo tiene su oficina principal.*
- b) **Nacional:** *etapa de vuelo que no puede clasificarse como internacional. Las etapas de vuelo nacionales incluyen todas las etapas de vuelo recorridas entre puntos que se encuentran dentro de las fronteras nacionales de un Estado por un transportista aéreo cuya oficina principal se encuentra en ese Estado. Las etapas de vuelo entre un Estado y los territorios que pertenecen a ese Estado, al igual que toda etapa de vuelo entre dos territorios de ese Estado, deberán clasificarse como nacionales. Esto se aplica, aunque en una etapa se atraviesen aguas internacionales o se sobrevuele el territorio de otro Estado.*

Toda otra definición vinculada al tema se basará en las indicadas en el Anexo 16 Vol. IV CORSIA de OACI, así como sus documentos conexos y las regulaciones aeronáuticas costarricenses respectivas.

### 2.2 Método y datos

La metodología empleada para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los viajes aéreos internacionales corresponde a la indicada en Anexo 16 Vol. IV.

La conversión del consumo de combustible en CO<sub>2</sub> se realizó según las indicaciones presentadas en OACI (Orientación sobre la elaboración de planes de acción de los Estados para actividades de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>), donde para convertir el consumo de combustible en litros en emisiones de CO<sub>2</sub> en kilogramos, se pasa el volumen de combustible consumido (litros) a masa (kg), usando para la densidad promedio del combustible el factor de conversión de 0,8 kg/litro. Luego, para convertir la masa de combustible en masa de emisiones de CO<sub>2</sub>, se utiliza un factor de 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg de combustible, en caso de combustibles convencionales del tipo de combustible Jet-A y Jet A1.

Con respecto a la diferenciación empleada en el plan de acción entre emisiones internacionales y nacionales se utilizó la de OACI, que corresponde a la basada en Estado de registro o matrícula del operador de aeronaves.

La línea base para Costa Rica se estableció en el año 2018, considerando los datos del combustible consumido por aeronave, reportados en el Formulario M de OACI, por medio del cual las aerolíneas notificaron anualmente a los Estados el consumo de combustible y el tránsito, servicios internacionales y totales, transportistas aéreos comerciales.

Si bien en la primera versión del plan para reducir la incertidumbre que genera extrapolar a tantos años con tan cortos registros, se utilizaron varios métodos estadísticos para buscar la mejor metodología a emplear para la proyección a futuro (hasta 2050, sin medidas de reducción), todos los métodos mostraron incertidumbres altas (por ejemplo: el método de regresión lineal presentó un grado de subestimación del 30% cuando se utilizó en los años anteriores, más detalles en la primera versión del plan).

Si bien se concluyó en 2018 que con los pocos datos con los que se contó limitaban el análisis, como se describe en la metodología de la versión 1 de este plan, al día de hoy (2023) con más años de datos la incertidumbre aumentó por la alta variabilidad de los mismos y por tanto si bien se entrega una proyección a los próximos años esta presenta un grado alto de incertidumbre y se realiza por ser este paso necesario para valorar la reducción con la implementación de medidas, por lo que para la proyección de las emisiones a futuro se está nuevamente utilizando el método A descrito en el Doc. 9988 de OACI.

La metodología utilizada, considera el valor de RTK del 2011-2018, para el periodo 2019-2022 se utilizan los datos de las siguientes fuentes de información: 1. Informes de Emisiones Verificados (para los operadores que presentaron sus debidos reportes ER), 2. Datos de operaciones de ATC y las emisiones calculadas con CERT (para los operadores que no presentaron ER), estos datos además fueron revisados previamente a ser presentados a OACI en la plataforma CCR y con estos insumos se realizó la proyección para el resto del periodo de proyección (2024-2050).

Además, se valoraron para la proyección tres escenarios, no se muestran todos en el presente informe, dado que se pueden presentar varias situaciones, un escenario, el acá presentado es el esperado es decir bajo un crecimiento constante de la industria, calculado con EBT. V2 OACI. Sin embargo, se tienen en consideración dos escenarios valorados que implican un grado de incertidumbre mayor, ya que consideran la proyección de la incertidumbre de nuevos eventos críticos en algún intervalo de tiempo no definido pero considerado altamente probable en algún momento del periodo de estimación, estos escenarios consideran dos posibles adversidades: 1. el embate del clima en infraestructura aeroportuaria de la región Centroamericana generando un descenso fuerte de meses en los vuelos este evento estimado sería provocado por efectos del cambio climático y 2. una nueva crisis provocadora de un descenso en los vuelos a nivel mundial por nuevas enfermedades o inestabilidad económica-política. Por tanto, como estimar el año de

ocurrencia de estos y su severidad, contiene en sí un alto grado de incertidumbre solo se han proyectado para tenerlos en consideración.

### **2.3 Línea Base establecida y proyección sin aplicación de medidas**

El presente apartado documenta la estimación de la línea base (sin la aplicación de medidas) del consumo de combustible y el tránsito de la aviación internacional del Estado Costarricense, la misma permite determinar los niveles históricos de consumo de combustible y de tránsito de la aviación internacional.

Si bien la línea base de las emisiones aéreas del país fue estimada en 2018, en la primera versión de este plan, cuando mostraba una tendencia marcada por el crecimiento de la industria, no se han incluido nuevos años de datos dada la reducción de emisiones del 2020-2021, claramente provocadas por la disminución de vuelos que generó el COVID, es importante recalcar que es vital para cualquier proyecto la consideración de posibles cambios abruptos, como este, dentro de las evaluaciones de datos, por lo tanto trabajar con varios escenarios sería más apropiado que utilizar un método determinista como el solicitado para este plan, el mismo puede que no refleje la realidad de la inestabilidad mundial que puede en cualquier otro año volver a provocar una afectación significativa para la industria aérea.

En el presente plan se entregan las proyecciones de emisión de CO<sub>2</sub> con respecto del crecimiento futuro del consumo de combustible y el tránsito, bajo la metodología planteada por OACI, en primera instancia sin incluir las medidas de reducción de emisiones, que se detallarán posteriormente en el plan.

Dado que entre 2018-2022 algunas medidas han sido implementadas parcialmente, por lo que implícitamente este periodo lleva cierta reducción asociada a cambios como flotas más eficientes y procedimientos nuevos en ATM, por tanto, la gráfica de proyección sin medidas se considera válida pese a esta contribución.

En la Figura 1, se muestran los resultados de las emisiones históricas de CO<sub>2</sub>, este resultado refleja un comportamiento sin una clara tendencia en los datos debido al cambio en las flotas de aeronaves para los años previos al 2020 y la disminución de vuelos por la crisis del COVID-19 del periodo 2020-2021 y el inicio de la recuperación del 2022.

Si bien hay más años de datos, la línea base de la estimación se establece con el periodo 2014-2016 cuando la actividad aérea tuvo condiciones más similares, ver Figura 2.

En la Figura 3 se presentan las proyecciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> al 2050, resultados de la metodología antes descrita. En la Tabla 1, se presenta el resumen de los datos de las emisiones de CO<sub>2</sub> históricas y proyectadas al 2050, sin la aplicación de medidas.

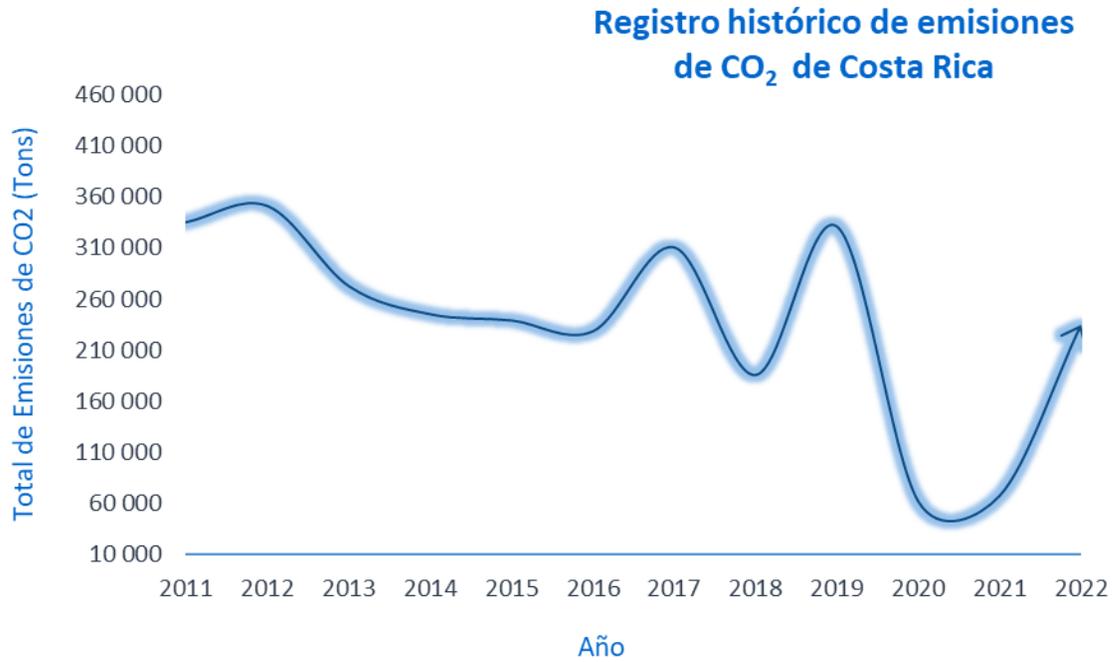


Figura 1 Registro histórico de emisiones 2011-2022 (sin la aplicación de medidas)

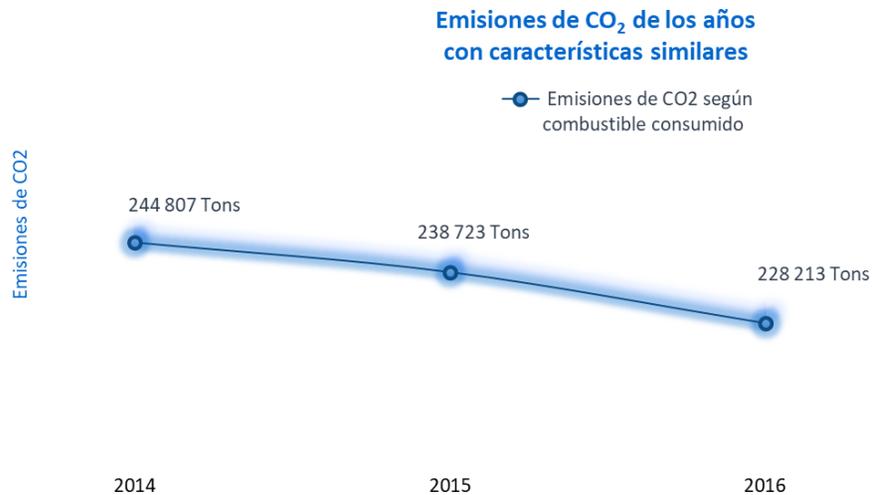


Figura 2 Línea Base años 2014-2016 (seleccionados por la similitud de características de la flota principalmente y sin la aplicación de medidas de reducción)

Tabla 1 Resumen de las Emisiones históricas (base) y proyectadas el 2050, sin la aplicación de medidas. \*Emisiones estimadas con la herramienta EBT OACI

Año	Combustible total, servicios internacionales (kg)	Emisiones de CO <sub>2</sub> totales (toneladas métricas) *
2015	75.545	238.723
2016	72.219	228.213
2017	81.397	310.221
2018	51.338	185.409
2019	104.641	330.666
2020	17.023	61.284
2021	18.678	67.242
2022	65.139	234.501
2023	119.387	377.262
2026	139.370	440.409
2050	480.697	1.519.001

Se marca la casilla de la metodología empleada en el plan de acción para diferenciar entre emisiones internacionales y nacionales

Metodología de la OACI — (Estado de matrícula)

Metodología del IPCC — (Estado de salida)

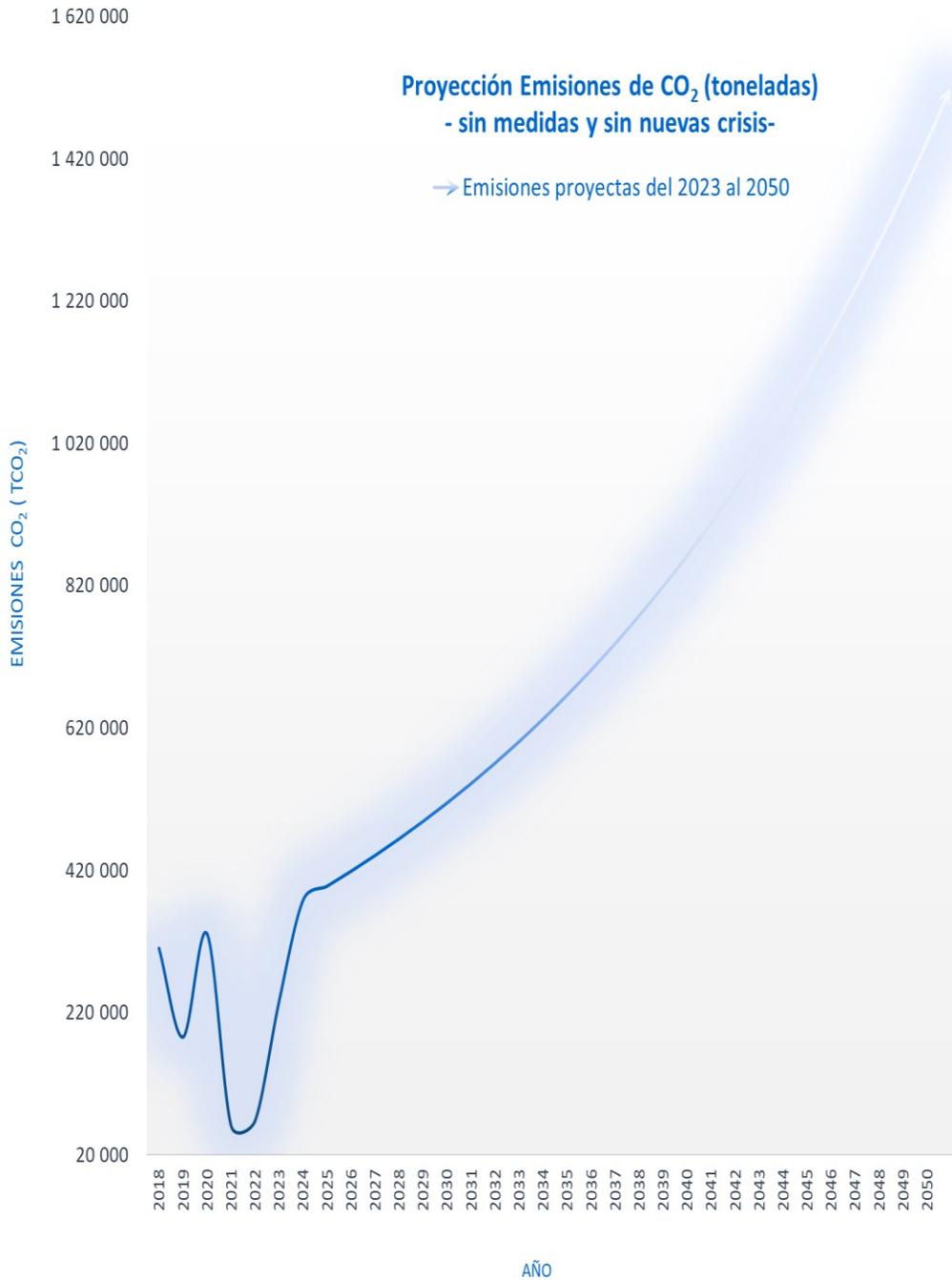


Figura 3 Proyección de Emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación internacional de Costa Rica al 2050, sin la aplicación de medidas y sin considerar nuevas crisis

## 2.4 Verificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> utilizadas en el presente plan

Para realizar la verificación de las estimaciones de CO<sub>2</sub> se mantiene la metodología descrita por OACI en el Anexo 16 Vol. IV, que incluye las acciones de los operadores en sus Planes de Monitoreo de Emisiones (EMP), la verificación de informes de emisiones (ER) por Organismos validadores verificadores (OVV) y la revisión y aprobación de estos informes por parte de la DGAC, con los respectivos análisis de Orden de Magnitud y reportes al Registro Central del CORSIA (CCR) de OACI.

En cuanto a la verificación de acciones por parte de operadores de aeropuertos se consideran los certificados que estos obtienen en su labor de gestión ambiental. Para la aviación doméstica el proceso es el plasmado en la Reglamentación Aeronáutica Costarricense sobre Compensación y Reducción de Emisiones para la Aviación Costarricense (RAC-16).

## 3. Acciones de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

### 3.1 Acciones propuestas y proyección con aplicación de medidas

Del conjunto de medidas recomendadas por la OACI, en el siguiente apartado se presentan la selección de las medidas tras un estudio del estado actual de cada una de estas, entre implementadas recientemente (2019-2023) y por implementar en los próximos años (2024-2027), si bien se detalla cada una, en la Ilustración 1 se ubica un resumen de estas.

Se realizó una revisión desde el impacto económico que cada una representa para el país, para considerar su viabilidad en el mediano o largo plazo, generando una renovación de las acciones planteadas en la versión anterior y dado que algunas de las medidas ya están siendo aplicadas, en tanto otras mantienen una alta incertidumbre en costos y tiempo de implementación efectiva, y por tanto limitando llevar estas a escenarios adecuados de costo/beneficio, es decir que la falta de información nos permite realizar un abordaje basado en costo/efectividad, según las metodologías presentadas en International Aviation CO<sub>2</sub> Emission Reduction: State Action Plans de One UN Climate Change Learning Partnership (UN CC:Learn).

Mantenemos el objetivo expresado en el Plan de Descarbonización (2019), para los próximos años:

“será vital mejorar la capacidad de contabilizar los beneficios y costos asociados a las medidas para hacer un balance e identificar una estrategia para identificar los impactos”.

Además, las medidas deben ser compatibles con la recuperación y el crecimiento de la industria, a su vez fomentando que las inversiones de vida útil larga representen emisiones que no afecten los objetivos de reducción de emisiones, lo que se ha denominado “lock-in”

o emisiones comprometidas. Es decir, se debe buscar la disminución de emisiones en las inversiones, priorizar financiar las soluciones más limpias y transformadoras para alcanzar la carbono neutralidad.

Se tiene claro que, si bien ya existen las tecnologías cero emisiones en el transporte terrestre eléctrico, en el transporte aéreo las tecnologías existentes apenas llegan a ser reductoras de emisiones.

La selección de medidas propuestas considera mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar el rendimiento del combustible para la aviación internacional del Estado de Costa Rica. Además, se brinda la estimación de los resultados previstos con las medidas seleccionadas. No fue posible realizar el examen de la viabilidad de las medidas para cada una, algunas permitieron revisar algunas estimaciones, pero al continuar insipientes o en desarrollo deben ser revisadas para la próxima edición del plan de acción, ya que algunas implican realizar pruebas en el ejercicio práctico que consientan documentar los porcentajes de reducción con mejor exactitud.

La selección de las medidas conllevó un proceso consultivo con las partes interesadas, asociadas con medidas concretas, este proceso consultivo resultó ser un medio eficaz de obtener información sobre los posibles beneficios de la implementación de la medida, a la vez que permitió conocer si algunas ya están siendo ejecutadas y definir los responsables de las acciones. El proceso empleado para la selección de las acciones o medidas se basó en los siguientes criterios:

1. Estar acorde a las medidas de la industria internacional recomendadas por OACI,
2. Estar consideradas entre las medidas planteadas por las aerolíneas de bandera nacional,
3. Reflejar resultados factibles en los análisis de costos-reducción para la industria según estimaciones de OACI.

En general, el país está generando programas en los que se va instando a evitar en la medida de lo posible las inversiones que representen el llamado “lock in” de emisiones, es decir todas aquellas inversiones que no logran reducciones en la escala requerida para la búsqueda de descarbonizar la economía en su vida útil, es decir que las emisiones comprometidas deben ser evitadas porque retrasan la transformación a un modelo bajo en emisiones y además porque compiten con financiamiento, tal como lo expresa el Plan de Descarbonización (2019).

### 3.2 Descripción de las acciones para reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

La descripción de las medidas de mitigación de emisiones (MBM) comprende cada uno los pasos que se han podido identificar de momento, además los recursos necesarios, la coordinación de las medidas y las entidades o áreas responsables de ejecutar las diversas tareas y basadas en las indicciones de OACI, tales como el siguiente ejemplo:

“Tomando nota del apoyo de la industria de la aviación al CORSIA como un único plan mundial de compensación de carbono, en lugar de un mosaico de MBM estatales y regionales, como medida rentable para complementar un paquete más amplio de medidas que incluyen: medidas tecnológicas, operativas y de infraestructura;

Reconociendo que los MBM no deben duplicarse y que las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación internacional deben contabilizarse una sola vez;”

Fuente: Asamblea 41° OACI. Set-oct 2022.



Ilustración 1: Resumen de las acciones de reducción CO<sub>2</sub>. Fuente: Elaboración propia DGAC-CR.

Seguidamente, se describe cada conjunto de acciones, las cuales se ha dividido en dos periodos principales, se muestran las de 2020-2023 realizadas y las 2023-2026 propuestas o en ejecución al momento del establecimiento de este plan de acción. Mientras que medidas a largo plazo como SAF y LTAG se plantean en un rango de tiempo de 2023-2050.

### 3.2.1 Mejoras operativas ATM y MET

Sin lugar a duda, la mayoría de las medidas representan acciones importantes, pero es por medio de las mejoras en el flujo de tránsito aéreo que se logran reducciones que representan en magnitud un hito para la industria, más cuando la reducción es solo una parte de las ventajas positivas de estas acciones, la renovación del espacio aéreo costarricense ha representado una necesidad en los últimos años y la misma ha sido enfrentada por ATC con resultados muy favorables tanto en tiempo como en economía para los operadores que hacen uso del espacio aéreo costarricense, los detalles se describen en los siguientes párrafos.

**2020-2023:** El proyecto principal consiste en la reestructuración del espacio aéreo del Aeropuerto Internacional de Guanacaste, donde se diseñó una nueva estructura de rutas RNAV que entraron a sustituir las rutas convencionales. Además, como parte de las mejoras se realizó la revisión del diseño de procedimientos de vuelo en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

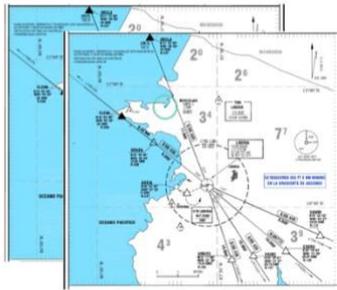
En el caso de las rutas del aeropuerto de Guanacaste, estas ahora cuentan con encaminamientos más directos que permiten a las aeronaves tener un ahorro considerable en la cantidad de millas voladas. Además de que, por su naturaleza, se realizan descensos y ascensos continuos permitiendo un ahorro considerable en combustible y emisiones. Cumpliendo así con las recomendaciones de la OACI de incentivar el desarrollo de los procedimientos con las técnicas CDO y CCO.

Además, se diseñaron llegadas y salidas RNAV y aproximaciones RNP para ambas pistas (07 y 25). Con ahorros entre 1 y 13 millas al volar, dependiendo del procedimiento utilizado.

Costa Rica es parte de un grupo de trabajo regional (FAA, OACI, CANSO) de optimización de espacio aéreo, adicional a la creación de nuevos procedimientos se está activamente trabajando en la implementación regional del CIIFRA (CANSO, IATA, ICAO, Free Route Airspace).

En la ilustración 2, se presentan ejemplos comparativos de los nuevos procedimientos RNAV relacionado a la optimización de espacio aéreo implementado en Aeropuerto Internacional de Guanacaste.

- SID CAPULIN 2 RWY07
- SID GUARDIA 2 RWY25



SID CAPULIN 2and GUARDIA 2 to UR773		
Segmento		Distancia
DER 07	TO PULIN	5.00 NM
PULIN	TO Arco Viraje	5.60 NM
Arco Viraje	TO LIB	5.00 NM
LIB	TO EDERO	25.05 NM
EDERO	TO PARRI	71.77 NM
<b>TOTAL</b>		<b>112.42 NM</b>

- PARRI1S RWY07



PARRI 1S RWY07		
Segmento		Distancia
DER	TO ALKEK	3.00 NM
ALKEK	TO EDERO	23.37 NM
EDERO	TO LB703	17.94 NM
LB703	TO PARRI	53.84 NM
<b>TOTAL</b>		<b>98.15 NM</b>

- PARRI1V RWY25



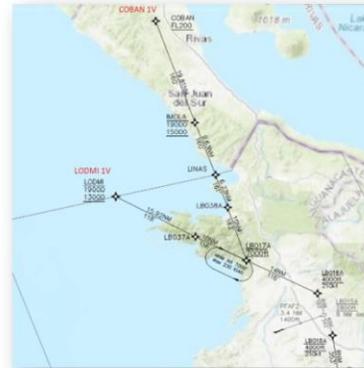
PARRI 1V RWY25		
Segmento		Distancia
DER	TO PERKA	5.00 NM
PERKA	TO LB713	11.87 NM
LB713	TO EDERO	16.45 NM
EDERO	TO LB703	17.94 NM
LB703	TO PARRI	53.84 NM
<b>TOTAL</b>		<b>105.10 NM</b>

- DESDE IMOLA RWY25



AFCT Arriving from IMOLA RWY25		
Segmento		Distancia
IMOLA	TO LINAS	10.00 NM
LINAS	TO LIB	29.99 NM
LIB	TO Arco viraje	10.00 NM
Arco viraje	TO DANTA	6.40 NM
DANTA	TO THR25	9.28 NM
<b>TOTAL</b>		<b>65.67 NM</b>

- LODMI 1V, COBAN 1V RWY25



LODMI 1V RWY 25		
Segmento		Distancia
LODMI	TO LB37A	15.92 NM
LB37A	TO LB17A	10.00 NM
LB17A	TO LB16A	14.00 NM
LB16A	TO LB15A	4.00 NM
LB15A	TO THR25	8.08 NM
<b>TOTAL</b>		<b>52.00 NM</b>

COBAN 1V RWY 25		
Segmento		Distancia
IMOLA	TO LINAS	9.63 NM
LINAS	TO LB17A	16.23 NM
LB17A	TO LB16A	14.00 NM
LB16A	TO LB15A	4.00 NM
LB15A	TO THR25	8.08 NM
<b>TOTAL</b>		<b>51.94 NM</b>

Ilustración 2: Ejemplos de procedimientos para nuevas rutas RNAV a) Comparación de distancias de llegada entre procedimientos RNAV STAR convencionales y nuevos anteriores. b) Comparación de distancias de salida entre procedimientos SID RNAV convencionales y nuevos anteriores.

Elaborado por: Anthony Salas, Gestor de diseño de procedimientos DSN/DGAC.

La nueva estructura implementada en el Aeropuerto Internacional de Guanacaste también permite que los controladores aéreos puedan utilizar el espacio aéreo más eficientemente con la actualización de las altitudes mínimas de vector (MVA). Estas altitudes permiten al controlador autorizar a las aeronaves vuelos con rutas más cortas para llegar a la

aproximación final, ya que se puede utilizar una mayor porción del espacio aéreo, ahorrando combustible y por lo tanto reduciendo la cantidad de emisiones.

La implementación de procedimientos RNAV en el Aeropuerto Internacional de Guanacaste también viene acompañada de un diseño que permite la utilización de flujos de entrada y salida. Lo que también es muy beneficioso ya que evita que el controlador tenga que utilizar restricciones de altitud a las aeronaves que salen o llegan con el objetivo de aplicar separaciones.

Los flujos implementados permiten que las aeronaves asciendan y desciendan sin restricción ya que sus trayectorias se encuentran separadas entre sí. Es conocido que, si una aeronave que despegue interrumpe su ascenso en algún momento, se ve forzada a utilizar mayor potencia en sus motores para romper la inercia y volver a tener un régimen de ascenso positivo. Por lo que un ascenso continuo es sumamente importante para el ahorro de combustible y por lo tanto una reducción en emisiones. Igualmente sucede con una aeronave que desciende, ya que durante el descenso se aplica una potencia mínima, mientras que, si nivela para mantener su altitud, debe aplicar una mayor potencia en sus motores también.

Por otra parte, también se han hecho modificaciones en el aeropuerto internacional Juan Santamaría, las cuales consisten en la mejora de las pendientes de ascenso y descenso de la mayoría de sus procedimientos.

Se han diseñado los procedimientos NPA con técnicas CDO y CCO, dado que al igual que en el Aeropuerto Internacional de Guanacaste, las gradientes han sido ajustadas para que se realicen con un descenso constante y una pendiente óptima que permite a las aeronaves ejecutar con el menor esfuerzo posible de sus motores.

Para la pista 07 se han ajustado las pendientes de ascenso de la aproximación frustrada para que estén dentro de los márgenes permitidos. Mientras que para la pista 25 se han cambiado las pendientes de descenso de 3.5° a 3°. Esto representa una contribución importante ya que permite que aeronaves pesadas, que antes no podían aproximarse a esta pista, lo puedan hacer ahora. Evitando que dichas aeronaves tengan que esperar en un patrón por largo tiempo a la espera de mejores condiciones para utilizar la pista contraria. Estas esperas solían extenderse por 15 minutos o más.

Otra mejora que se ha dado en el aeropuerto es que se diseñó una aproximación visual con descenso continuo de 3° para aeronaves que no tienen una certificación RNP (AR). Esto ha permitido un cambio radical ya que anteriormente se utilizaba una aproximación visual que obligaba a la aeronave a llegar cerca del terreno y mantenerse nivelada por un largo período de tiempo consumiendo grandes cantidades de combustible generando mucha contaminación sónica inclusive.

Además de lo anterior, por la complejidad de este viejo procedimiento, los controladores aéreos se veían obligados a mantener a las aeronaves en espera de alrededor de 30 minutos consumiendo grandes cantidades de combustible hasta que la aeronave que realizaba este procedimiento aterrizara satisfactoriamente. Con el nuevo procedimiento visual se puede permitir la aproximación de varias aeronaves a la vez evitando las esperas innecesarias siguiendo una ruta alejada de áreas urbanas y con descenso continuo.

Finalmente, a nivel general, en ambos aeropuertos principales, se ha implementado el uso de operaciones en todo tiempo, lo que quiere decir que se ha dejado de utilizar el reporte meteorológico como medio determinante para operar o no el aeropuerto. Tal y como lo indica la OACI en su documento 9365. Lo anterior permite que exista una mayor fluidez en el flujo de los vuelos debido a que se han implementado procedimientos para que los controladores aéreos incrementen la seguridad en caso de tener malas condiciones meteorológicas sin tener que interrumpir el servicio.

Antes de implementar esta medida, durante muchos años, cada vez que había malas condiciones atmosféricas en el aeropuerto, este se limitaba incluso cesando las operaciones aéreas, obligando a muchos vuelos a cancelar su operación o desviarse hacia aeropuertos alternos volando el doble o triple de millas en comparación con su vuelo original, mientras que las aeronaves en tierra debían esperar por largos períodos de tiempo.

Otras medidas, han implicado la coordinación y realizar acuerdos con países vecinos para que se autorice a las aeronaves a volar trayectorias más directas hacia nuestros aeropuertos.

Una medida adicional es la inclusión del uso de paneles solares para alimentar de energía sistemas como el VOR del Aeropuerto Internacional de Guanacaste, esta mejora repercute en dos vías, la reducción de huella energética y un ejemplo para generar experiencia que permita continuar incorporando sistemas con una huella energética que aproveche las fuentes disponibles en forma natural.

Estimación de reducción de emisiones asociadas a la gestión del tránsito aéreo en el Aeropuerto Internacional de Guanacaste:

2022	2023
54 Operaciones con nuevos SID/STAR RNAV	186 Operaciones con nuevos SID/STAR RNAV
12,25 NM (Millas Náuticas) Menos en promedio por operación	12,25 NM (Millas Náuticas) Menos en promedio por operación
53,3 libras de CO <sub>2</sub> emitido en promedio por milla volada	53,3 libras de CO <sub>2</sub> emitido en promedio por milla volada
35258 Libras de CO <sub>2</sub> reducidas en 2022	121444 Libras de CO <sub>2</sub> reducidas en 2022
Equivalente a 16 Toneladas de CO <sub>2</sub> reducidos	Equivalente a 55 Toneladas de CO <sub>2</sub> reducidos
Estimación 2024	Estimación 2025
248 Operaciones con nuevos SID/STAR RNAV	272 Operaciones con nuevos SID/STAR RNAV
12,25 NM (Millas Náuticas) Menos en promedio por operación	12,25 NM (Millas Náuticas) Menos en promedio por operación
53,3 libras de CO <sub>2</sub> emitido en promedio por milla volada	53,3 libras de CO <sub>2</sub> emitido en promedio por milla volada
161.925 Libras de CO <sub>2</sub> estimadas para 2024	177.595 Libras de CO <sub>2</sub> estimadas para 2025
Equivalente a 73 Toneladas de CO <sub>2</sub> reducidos	Equivalente a 80 Toneladas de CO <sub>2</sub> reducidos

**2023-2026:** El alcance de las medidas de ATM propuestas debe partir alcanzar en los próximos años del programa de certificación ambiental de CANSO GreenATM, a través de este programa se evaluará a la organización para facilitar la minimización del exceso de emisiones en el espacio aéreo, así como los esfuerzos ambientales para reducir la huella ambiental.

Al abarcar la acreditación los temas relacionados con gobernanza, política, operaciones terrestres/terminales y en ruta, la infraestructura y las prácticas de adquisición, viene a ser una herramienta integral que se suma a los esfuerzos de país en reducir las emisiones en la aviación, aumentar la sostenibilidad y la gestión ambientales. Con el consecuente beneficio para ANS ya que le permite describir y compartir las mejores presticas de la industria, por lo que la permitirá la entrega de iniciativas de gran beneficio en la acción climática.

**2020-2023:** Adicionalmente, entre la canasta de medidas propuestas por OACI, como otras medidas y de las cuales algunas se encontraban propuestas en la primera versión del plan, es en cuanto a la Información Meteorológica, se ha implementado el uso de una red de monitoreo de las descargas atmosféricas, una red de alta precisión espacial y temporal se ha incluido en el uso de las operaciones en tierra que busca no solo mejorar los datos disponibles para la seguridad de las operaciones en tierra si no para optimizar el tiempo al conocer mejor el desplazamiento y duración de las tormentas eléctricas en una aeropuerto tan afectado por las mismas como lo es el Aeropuerto Internacional Juan Santamaria.

También, se ha continuado con la revisión de elementos asociados al clima que permitan pequeñas mejoras que signifiquen datos de apoyo, como la creación de nuevos productos para la aviación como la investigación de un trabajo final de graduación que mostro evidencia de una mejora en los TAF con la inclusión de uso de sondeos estimados y rangos

de índices atmosféricos específicos y la generación de nuevos productos para informar a la comunidad aeronáutica como los reportes de Tendencia semanal del tiempo de los Aeropuertos Internacionales de Costa Rica, con salidas de datos específicos para planificación semanal de cada aeropuerto.

Otra de las medidas contempladas dentro de las medidas asociadas a meteorología, pero desde el ámbito regulatorias se encuentra el Perfeccionamiento de los Servicios Meteorológicos, este proceso está siendo desarrollado por medio de las siguientes acciones:

1. Fue aprobado el Reglamento Aeronáutico Nacional RAC 03,
2. Se instaló la gestión de la vigilancia meteorológica con un especialista en meteorológica que coordine procesos de mejora del proveedor de servicios meteorológicos,
3. Mejoras en los procesos de vigilancia con listas de verificación específicas,
4. Se brindó capacitación de ATS y FIC en uso de imágenes satélite y radar meteorológico para mejor comprensión de la información que reciben de las oficinas de meteorología aeronáutica y el co-beneficio en procedimientos.
5. Se generan controles de calidad más robustos a los reportes meteorológicos y se avanza en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad, Norma ISO 9001:2015.
6. Especialización del personal técnico de COCESNA para la atención de mantenimiento y operación de los Sistemas Automatizados de Medición del Tiempo (AWOS).
7. Se realizó un estudio utilizando técnicas de big data de casi 20 años de datos (más de 4 millones de eventos de rayos) para identificar los tiempos en que dura en recorrer una tormenta de rayería sobre el AIJS, con el objetivo de optimizar procedimientos.

**2023-2026:** Además, se ha iniciado el proceso para la implementación de un sistema de gestión de calidad y controles de calidad a los procesos mejorando los estándares de información meteorológica y esto ha repercutido en productos de mejor calidad para la aviación.

Además, se ha retomado la implementación de equipos, tras el rezago con la crisis del COVID, ahora se analiza la posibilidad de la inclusión de Radares Atmosféricos para apoyar la toma de decisión de ATM en la optimización de rutas y tiempos de retorno a las actividades asociados al reconocimiento del desplazamiento de las tormentas con descargas atmosféricas y la presencia o no de cortante de viento (wind shear).

Se ha continuado optimizar el uso de la información meteorológica en la previsión del condiciones que afectan la operación de los aeropuertos, buscando mejorar los reportes del tiempo atmosférico de vuelos en ruta, se han establecido capacitaciones para el buen uso y alimentación de los SIGMET, se está en el proceso para la implementación de reportes de cabecera, aprovechando la implementación de equipo meteorológico como los de AWOS y la modernización de estos equipos para asegurar su sostenibilidad y realizar mejoras en los

despliegues visuales de los mismos para ofrecer un mejor aprovechamiento de la información que generan.

Por otra parte, en conjunto con el personal de las oficinas de meteorología aeronáutica, la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional (UNA) se han continuado con el desarrollo de emprendimientos y procesos de investigación en colaboración con estudiantes de posgrado, con el objetivo de solventar deficiencias y esperando que los resultados generen un mayor entendimiento de la atmósfera y que repercuten también en mejores TAF que favorecen la planeación de operaciones y faciliten la toma de decisiones en circunstancias adversas, se tiene actualmente varias investigaciones activas que brindarán aplicaciones prácticas directamente en los aeropuertos.

Desde la DGAC se han apoyado a los programas que realizan campañas de campañas de lanzamientos de radisondeos atmosféricos para investigación, apoyo al Proyecto Investigación de la Atmósfera Tropical (OTREC) realizado por el Centro de Investigación de Geofísicas (CIGEFI) de la UCR, para el estudio de ondas tropicales y la cantidad de agua disponible en la atmósfera Costarricense. Se han apoyado las campañas de calibración de satélite de NASA (Proyecto Ticosonde-GasLab-UCR) realizando apoyo desde la DGAC para los lanzamientos de radiosondas.

### 3.2.2 Medidas de infraestructura

En cuanto a las medidas de infraestructura propiamente de la operación de aeronaves, se reconoce que es por medio de los Plan Maestro de cada aeropuerto en donde se deben plantear las propuestas para un cambio en infraestructura que resulte en una reducción de emisiones, por medio de aprovechamiento energético principalmente, por ejemplo que el suministro eléctrico fijo en tierra (FEGP) de 400 Hz y, si procede, de aire pre-acondicionado (PCA) en las puertas y áreas de mantenimiento, y la promoción de su uso, pueden reducir sustancialmente el uso de APU. Reducir las emisiones en tierra de las GPU y unidades de aire acondicionado diesel puede conllevar un co-beneficio, asociado a que el suministro eléctrico en tierra se puede proporcionar a partir de fuentes renovables, este aprovechamiento debería ser una prioridad en el país ya que el 98% de la electricidad producida en el país es de fuentes renovables principalmente hidroeléctricas, y que por tanto la mayor parte de electricidad que usan nuestros aeropuertos con de energías limpias. Además, el potencial solar y eólico del país es demostrado capaz de dar abasto por medio de una combinación de paneles solares y una red eléctrica a base de energía eólica ya que ambas son fuentes viables en el país para la generación y que han brindado muy buenos resultados en otras industrias nacionales que ya la utilizan.

Si bien entre 2018-2019 el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría realizó obras de infraestructura realizando la ampliación de la calle de rodaje, con el objetivo de aliviar la congestión.

**2023-2026:** Continuar con la actualización de los Plan Maestro de ambos aeropuertos principales, aún se espera se tome en cuenta las recomendaciones de inversiones hacia la descarbonización. Y se espera avanzar con la propuesta de construcción de otra pista para el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós.

Se identificaron como pendientes la revisión de acciones que lleven a la transformación del transporte de carga de equipos, maletas, pasajeros en las instalaciones de los aeropuertos, estos pueden ser focos de alto nivel de emisiones que se puede reducir al actualizar la flota y con el uso tecnologías que no dependan del uso de combustibles fósiles, como transporte eléctrico, y dado que esto en gran medida es viable debido a que la matriz eléctrica del país ya es prácticamente cero emisiones debido a la producción basada en fuentes renovables (hídrica, eólica, solar, geotérmica y biomasa).

Otra medida a la que aún o se le da mayor peso en los procesos de implementación es la maximización de la contribución de los grupos auxiliares de energía en las aeronaves, es decir la reducción de la utilización de la APU dando opciones a que los aeropuertos tengan disponible el servicio de GPU. Los costos de esta medida han sido identificados como variables ya que dependen de costos por uso de GPU en los aeropuertos. Como limitante identificada esta la disponibilidad de GPU en los aeropuertos a precios competitivos.

Además, aunque ya hay incipientes aspectos en el manejo de la gestión ambiental para que las nuevas inversiones en infraestructura, las que tienen vida útil muy larga y que por lo tanto pueden estar operando en el 2050, vayan a realizarse como obras bajas en emisiones, es urgente que la adopción de tecnologías sea basada en un eje de compras cero emisiones para lograr las metas de mediano a largo plazo.

El Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), ha iniciado un programa de adaptación y mitigación al cambio climático (Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Infraestructura y Transportes, PAMCCSIT), si bien emprende acciones tanto de adaptación como de mitigación, el énfasis está en el primer tipo de medidas debido a la naturaleza del MOPT, este plan busca que la infraestructura que está a cargo de todas las instituciones de sector transporte, incluida la DGAC, pueda tomar medidas que le permitan ser resilientes ante el cambio climático.

La introducción de medidas de adaptación es fundamental ya que la afectación en las obras aeroportuarias repercute directamente en la cantidad de emisiones dado que si una obra es afectada por eventos hidrometeorológicos y es necesario reconstruirla parcial o totalmente se estaría aumentando la cantidad de emisiones, además de la obvia afectación a la operación de la industria aeronáutica, la cual podría tener disminuciones o aumentos de emisiones por la afectación de vuelos por los embates climáticos.

Sobre el programa de adaptación del cambio climático mencionado en el párrafo anterior se puede decir brevemente que es una iniciativa que fue oficializada a principios del presente

año y a partir de entonces se ha empezado a trabajar con un horizonte de tiempo hasta el año 2031. El plan propone gestionar el cambio climático en la obra pública a través de tres ejes estratégicos: Adaptación, Mitigación y Fortalecimiento de la Capacidad Organizacional.

En materia de adaptación, propone que el origen de toda medida implementada para desarrollar la resiliencia climática en la infraestructura parte de una etapa de diagnóstico donde se evalúen parámetros como el nivel de criticidad, de vulnerabilidad y riesgo. De esta forma, el sistema estará en condiciones de desarrollar e implementar las acciones de adaptación que las vías, puentes, puertos, aeropuertos, aeródromos, el sistema ferroviario, las obras edilicias y fluviales requieren. Lo anterior, utilizando herramientas de monitoreo para evaluar el desempeño de las medidas propuestas y orientar la actualización e introducción de mejoras al instrumento.

En términos de mitigación, la reducción de la huella de carbono en la gestión del Sector y sus proyectos depende en gran medida de la consolidación que se haga de los factores “cultura y gobernanza ambiental” propuestos en la Política Ambiental del Sector Infraestructura y Transportes”. Para esto, la sostenibilidad ambiental de las instituciones y sus proyectos, así como la incorporación de medidas de construcción sostenible, uso de energías limpias y el desarrollo de un proceso planificado y ordenado que permita la descarbonización de la gestión que llevan a cabo las instituciones del Sector, serán elementos determinantes para cumplir las metas y objetivos propuestos en este eje estratégico del Plan para gestionar el cambio climático.

De forma implícita, el éxito de las medidas propuestas para incorporar la acción climática en la gestión del Sector Infraestructura y Transportes dependerá en gran medida de la relevancia que se le asigne al tema en la estructura organizacional. Es decir, una adecuada gestión de la dimensión ambiental y el cambio climático dependerá en primer lugar del análisis y el replanteamiento que se haga del abordaje tradicional, el cual impide en la actualidad plantear una visión unificada en la materia. En el marco del fortalecimiento de la capacidad organizacional, se proyecta la posibilidad de incorporar la ciencia del clima en la gestión de la infraestructura, formando profesionales e incorporando tecnologías de punta para subsanar el rezago que afronta el Sector en su abordaje del cambio climático en los servicios de infraestructura y transportes.

A continuación, se listan las acciones que en materia de Aviación Civil se están trabajando de manera interinstitucional en conjunto con los otros Consejos que componen el MOPT, con el objetivo de generar un solo eje de trabajo para todo el Ministerio:

Acción 1. Elaboración de diagnósticos de criticidad y los efectos del cambio climático en la infraestructura pública del país (red vial nacional estratégica y complementaria, infraestructura de aeropuertos, aeródromos, puertos, el sistema ferroviario y obras fluviales).

Acción 2. Elaboración de diagnósticos de vulnerabilidad y riesgo climático de la infraestructura pública asociada a la red vial nacional estratégica y complementaria, aeropuertos, aeródromos, puertos, el sistema ferroviario y obras fluviales.

Acción 3. Desarrollar evaluaciones y valoraciones económicas de pérdidas y daños en infraestructura de obra pública por eventos climáticos extremos.

Acción 4. Desarrollo de diagnósticos quinquenales sobre la afectación por cambio climático de los servicios de infraestructura de obra pública administrada por el sector Infraestructura y Transportes.

Acción 5. Elaboración de diagnósticos quinquenales sobre el desempeño de las medidas de adaptación y la afectación por cambio climático de la infraestructura de obra pública concesionada.

Acción 10. Desarrollo de un procedimiento de análisis económico que oriente la inclusión de la variable de cambio climático en los proyectos de obra pública.

Acción 11. Elaboración de guías por tipología de proyectos para la incorporación del cambio climático en los proyectos de infraestructura pública del Sector.

Acción 12. Elaboración de un procedimiento para incorporar el cambio climático en los estudios de factibilidad, carteles de contratación y la fase de operación y explotación de los proyectos de obra pública concesionada.

Acción 13. Promover la elaboración de una Guía de Formulación y Administración de Proyectos, que oriente la incorporación de la variable ambiental y cambio climático en los proyectos de infraestructura del Sector.

Acción 14. Creación de programas de monitoreo de la condición de la infraestructura (Red Vial Nacional, aeropuertos, aeródromos, el sistema ferroviario e infraestructura portuaria) y su desempeño ante los impactos del cambio climático.

Acción 15. Creación de un programa de monitoreo técnico y participativo del clima en cuencas vulnerables.

Acción 16. Articulación de la información y los datos generados en los programas de monitoreo técnico y participativo a plataformas y sistemas de monitoreo relacionadas con cambio climático e infraestructura de carácter nacional y regional (SINAMECC, SINAMOT, SNIT y CAFFG del Instituto Meteorológico Nacional y la Dirección de Cambio Climático, así como iniciativas del Sistema de Integración Centroamericana (SIECA-COMITRAN).

Acción 17. Promover la consolidación de las Comisiones de Gestión Ambiental (COGAI) y la elaboración e implementación de Programas de Gestión Ambiental (PGAI) en las Instituciones del Sector.

Acción 18. Desarrollo de un Manual de Compras Públicas Sostenibles para el Sector Infraestructura y Transportes

Acción 19. Elaboración de Programas de Gestión Integral de Residuos en las Instituciones del Sector.

Acción 20. Desarrollo de un Sistema Integral de Monitoreo Ambiental que permita medir la huella de carbono en la gestión y los proyectos de las Instituciones del Sector.

Acción 21. Promover la participación de las instituciones del sector en iniciativas que incentivan, reconocen y certifican los esfuerzos en materia de sostenibilidad ambiental y acción climática.

Acción 22. Implementación de Programas de Gestión y Calidad Ambiental en obra pública concesionada.

Acción 24. Incorporación de medidas sobre eficiencia energética, eficiencia hídrica, arquitectura bioclimática y uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en proyectos de obra pública, administrados por el estado y concesionados.

Acción 25. Elaboración de Planes de Movilidad Sostenible (PIMS) para las instituciones del Sector.

Acción 26. Elaboración de Planes de Transición a Transporte Cero Emisiones para flotas institucionales.

Acción 27. Creación de una Unidad Técnica que asuma la coordinación, diseño e implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en el Sector Infraestructura y Transportes.

Acción 28. Adecuación de un laboratorio de resiliencia climática para la gestión del conocimiento y la promoción de la innovación en cambio climático.

Acción 29. Desarrollo de un programa de formación técnica profesional permanente en gestión ambiental y cambio climático.

[Solo hay una acción que es exclusiva para Aviación Civil:](#)

Acción 7. Elaboración de un Plan Nacional de Aeródromos para Adaptación al Cambio Climático.

Esta acción está compuesta de dos metas, una es propiamente lo que dice la acción, la cual está para cumplir en el año 2027, la otra es la implementación de tal plan, lo cual se mediría con el 100% de los aeródromos del país implementando medidas de adaptación al cambio climático. En las necesidades de asistencia de este plan se detalla sobre la opción propuesta para lograr la Acción 7.

### 3.2.3 Mejoras regulatorias

**2020-2023:** Se elaboró la regulación aeronáutica costarricense sobre Reducción de Emisiones en la Aviación Costarricense, que contiene todos los aspectos de la primera edición al Anexo 16 Vol. IV (2018/78) sobre “Protección del Medio Ambiente-Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA)” adoptado por OACI el 27 de junio 2018.

**2023-2026:** Lograr la implementación de la RAC-16, la cual actualmente se encuentra en Leyes y Decretos del Ministerio de la Presidencia, para la firma del Presidente de la república y su publicación oficial. Esta regulación es de suma importancia para dar soporte legal a los alcances del presente plan, dado que además de abarcar el CORSIA, incluye tres

aspectos adicionales de suma relevancia para este plan, listados y detallados a continuación en A, B, C y D:

#### A. Datos para alimentar los Planes de acción de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Se generaron propuestas regulatorias para que los operadores de aeronaves envíen anualmente junto con el reporte de consumo de combustible y RTK de operaciones internacionales a la DGAC, un informe que contenga los detalles sobre las iniciativas y proyectos establecidos para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, el informe debe incluir aspectos relacionados con:

Desarrollo de tecnologías relacionadas con las aeronaves,  
Combustibles alternativos,  
Operaciones más eficientes y  
Medidas económicas/basadas en criterios de mercado.

Así mismo, en cuanto a los operadores de aeródromos, se incluyó en la regulación que estos deben presentar anualmente un informe que contenga los detalles sobre las iniciativas y proyectos establecidos para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. El informe debe incluir aspectos relacionados con:

Desarrollo de tecnologías relacionadas con energías,  
Combustibles alternativos para vehículos en tierra,  
Facilidades para Operaciones más eficientes y  
Medidas económicas/basadas en criterios de mercado.

Además, los formatos de información incluyen aspectos como que el operador de aviones debe enviar una tabla o documento ordenado que abarque los datos necesarios para el análisis de costo/beneficio que requiere el plan de acción según se detalla en Doc. 9988 de la OACI.

Los operadores de aviones y operadores de aeródromo son informados sobre la forma en que la DGAC utilizará la información en las proyecciones correspondientes que se incorporan en el Plan de Acción Nacional sobre la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en la Aviación Costarricense, y se les informa que este será publicado en la página de la OACI y divulgado por la DGAC en los talleres, simposios, redes sociales, otros documentos conexos entre otros según la DGAC lo considere necesario para el buen desarrollo del plan. Se informa a los operadores que los datos son manejados bajo la confidencialidad debida, siendo sus datos presentados en el Plan de Acción en forma de agregados estadísticos como promedios, tendencias, grupos y no datos individuales que puedan afectar la actividad comercial del operador.

## B. Inventario de emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación costarricense y reconocimiento a los vuelos limpios para la aviación doméstica del país

El presente apartado muestra la propuesta metodológica para la aplicación de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación doméstica costarricense, resumida en la ilustración 3.

Se considera que extender los alcances del plan de acción al incorporar la actividad nacional es parte de las metas país de buscar alcanzar la carbono neutralidad, por lo tanto, el plan propuesto contempla las siguientes acciones:

Se estableció en la regulación nacional acciones de inventario, reducción y compensación de emisiones de los vuelos nacionales, esto se planteó por medio del Plan de Reconocimiento a los Vuelos Limpios, el programa tiene como acción obligatoria el inventario, pero las acciones de remoción, reducción y compensación son voluntarias, el cumplimiento de estas acciones lleva al operador nacional a obtener el reconocimiento “Yo Vuelo Limpio por Costa Rica”.

El programa tiene varias fases en las que el operador nacional puede ir aumentando paulatinamente sus acciones en gestión ambiental hasta lograr la Carbono Neutralidad, es decir que el reconocimiento se brinda según la escala de remociones, reducciones o compensaciones establecida en la RAC-16, y además cuando un operador de aviones alcanza la reducción, remoción o compensación de sus emisiones de CO<sub>2</sub> al 100%, y además reduce sus demás emisiones (diferentes a las de CO<sub>2</sub>) puede considerar el optar por la Carbono Neutralidad, para lo cual debe ver requisitos del Programa país de Carbono Neutralidad (Decreto N° 42884-MINAE, del 4 de marzo de 2021).

Se ha solicitado que la RAC-16 tenga el criterio del Ministerio de Ambiente y Energía (oficio N° DCC-047-2023 de 12 de junio del 2023, de la Dirección de Cambio Climático) para la firma final de la Presidencia de la República, tras la cual se espera avanzar en los siguientes pasos, los cuales se plantean para el 2023-2024:

Socializar con la industria la forma de llevar las acciones en materia ambiental y lograr el reconocimiento.

Documentar las acciones realizadas por la industria nacional y divulgar su buena acción en materia ambiental para promocionar los vuelos limpios.

Se establece en la regulación que todo operador de aviones con Certificado de Operación Aeronáutica (COA) del Estado costarricense debe realizar un inventario de gases de efecto invernadero de sus operaciones se espera poder implementar esta acción entre 2024-2025.

Además, la regulación incluye acciones para que el operador aéreo que desee en forma voluntaria realizar la reducción, remoción o compensación de sus emisiones pueda tomar en cuenta el conjunto de acciones de reducción, remoción o compensación de la canasta

de medidas de la OACI o bien utilizar medidas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), además el operador aéreo que desee en forma voluntaria realizar la remoción o compensación de sus emisiones puede plantear proyectos de su propia creación y estos deberán ser planteados para la revisión y aprobación de la DGAC quien realizará las consultas necesarias ante el MINAE antes de la aprobación de estas unidades como mecanismo de compensación, dado que estas unidades de compensación deben cumplir los reglamentos nacionales en materia ambiental para ser sujetas a evaluación.

Un hito importante es el planteamiento de un reconocimiento por las acciones en materia ambiental que realice la aviación doméstica del país, este se planteó en la regulación para que el operador de aviones que por su acción voluntaria cumpla los requisitos planteados en la RAC-16 sobre remoción, reducción o compensación de emisiones verificado/validado por el organismo verificador puede recibir el [Reconocimiento “Yo Vuelo Limpio por Costa Rica”](#). Este reconocimiento lo recibe el operador de aviones debido a su gestión ambiental, y se plantea como un plan que además de voluntario, va enfocado a mejorar la contribución ambiental de las operaciones aéreas domésticas, bajo un formato escalonado, los detalles en la Tabla 1, además en la parte más elevada del nivel de reconocimiento el operador ya puede también optar por obtener el sello de Carbono Neutralidad establecido en el país por el Ministerio de ambiente y energía (MINAE).

# Reconocimiento Yo Vuelo Limpio por Costa Rica



Ilustración 3: Resumen del esquema propuesto para la aviación doméstica y vuelos fuera de CORSIA. Fuente: Elaboración propia DGAC-CR

### C. Gestión ambiental en los aeródromos del estado costarricense realizados por y en la autoridad aeronáutica

**2020-2023:** En el caso de aeródromos locales e instalaciones de la autoridad aeronáutica, las medidas incluyen el inventario, reducción, remoción y compensación de emisiones, es decir que los aeródromos locales y aeropuertos internacionales que son administrados por el Estado costarricense a través de la DGAC participan activamente desde 2019 en la gestión ambiental en coordinación con el Proceso de Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental Institucional, por medio de este proceso se han realizado varias acciones de reducción de emisiones, además de otras asociadas a la gestión ambiental de los aeródromos y sus entornos, como se presentan de ejemplo en el cuadro resumen de las actividades realizadas durante el año 2022, Tabla 2.

**2023-2026:** Continuar con acciones como las listadas en la tabla anterior. Y continuar con las actividades en el Plan de Trabajo del MOPT para el PAMCCSIT de las cuales participa la DGAC con el área de Gestión Ambiental de aeródromos y de las oficinas de la DGAC, están las siguientes:

Acción 17. Promover la consolidación de las Comisiones de Gestión Ambiental (COGAI) y la elaboración e implementación de Programas de Gestión Ambiental (PGAI) en las Instituciones del Sector.

Acción 19. Elaboración de Programas de Gestión Integral de Residuos en las Instituciones del Sector.

Acción 21. Promover la participación de las instituciones del sector en iniciativas que incentivan, reconocen y certifican los esfuerzos en materia de sostenibilidad ambiental y acción climática.

Tabla 2: Resumen de actividades de gestión ambiental en aeródromos y edificios de la DGAC

Actividades del Programa de Gestión Ambiental Institucional	Detalles de las acciones realizadas
Inspecciones sobre fugas de agua potable, aguas residuales, manejo de residuos ordinarios y manejo de desechos eléctricos, en Aeropuertos y Aeródromos Locales (Anual)	Se realizaron inspecciones con los protocolos del MINAE de todos aquellos Aeródromos Locales y Aeropuertos Internacionales que tiene una terminal: Aeródromo de Quepos, Aeródromo de Palmar Norte, Aeródromo de Golfito, Aeródromo de Pérez Zeledón, Aeródromo de Nosara, Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós, Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños Palma, Edificio Central y Edificio Radar.
Verificación de la correcta división de residuos sólidos ordinarios en el Edificio de Oficinas Centrales de la DGAC y su recolección por parte de ente externo (mensual)	Se realizó la debida separación de los residuos enviando los mismos clasificados a reciclaje con la Municipalidad de San José, el total de reciclaje que de este año ha sido de: Papel: 688 kg, Cartón 144 kg, Plástico 50 kg y Aluminio 6 kg
Establecer controles e indicadores de consumo energético (anual)	Se realiza en abril el registro de un primer dato sobre consumo para definir los indicadores y un registro de cierre al mes diciembre, se establecieron los indicadores de consumo eléctrico tales como KW por pasajero o por funcionario y consumo total de kw por mes y de consumo de agua tales como M3 por mes por funcionario o por pasajero.
Campañas de Reciclaje (anual)	Se realizó la campaña denominada Tapita para un puente, el fin es motivar a los funcionarios de la DGAC a recoger todas aquellas tapas de botellas y entregarlas en un recipiente destinado a ello con el fin de entregarlo a una compañía encargada de transformarlas en puentes para acceso a las playas para personas discapacitadas.
Concientización a la población laboral sobre el correcto consumo de los servicios públicos.	Se realizaron diferentes presentaciones explicando a los funcionarios del consumo correcto de los servicios públicos (electricidad y agua), además se realizó otra presentación explicando que significa el Programa de Gestión Ambiental Institucional y como ir aplicando a la Institución.
Campaña de Limpieza del Edificio Central	Se realizo una campaña de limpieza del edificio central junto con los Departamentos de Recursos Materiales y Mantenimiento, de la misma se obtuvieron muy buenos resultados ubicando un espacio correcto y limpio para el reciclaje, además se reubicaron activos que estaban a la intemperie como vehículos, tarros, llantas y otros a lugares más adecuados.
Campaña de Limpieza de Playa del Aeropuerto Internacional de Limón (anual)	Se realizó una campaña para limpiar la playa frente al Aeropuerto Internacional de Limón, en la misma se lograron recoger muchos desechos, los cuales fueron clasificados (como plástico y basura común) para ser entregados a la Municipalidad de Limón para su correcta ubicación.
Campaña de Responsabilidad Social Empresarial	Se realizó una charla para los niños de la Escuela Serapio de Nosara con el fin de concientizar a los pequeños a realizar reciclaje en sus hogares y escuela, además se les lleva al Aeródromo donde se les muestra cómo se recicla por parte de la DGAC.

#### D. Acciones de reducción de emisiones alcanzadas por los Operadores de los aeropuertos internacionales del país

**2020-2023:** Dado que, dentro de las medidas regulatorias, se han establecido requisitos para los operadores de aeropuertos, se planteó para los operadores de aeródromos en el Estado Costarricense que han sido concesionados a un tercero diferente de la DGAC, que estos han procurado establecer acciones que reduzcan las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los operadores aeroportuarios de los aeropuertos internacionales del país fueron invitados a participar en los procesos del Programa País de Carbono Neutralidad, o bien presentar otro programa similar en el que estén participando como parte de su gestión ambiental para los procesos de reducción, remoción y compensación de sus emisiones y deben ser Carbono Neutral a partir del 2026. Para esto la meta ha sido obtener el símbolo Carbono Reducción del PPCN al 2023 o su equivalente a nivel internacional.

Por tanto, ambos aeropuertos principales del país han realizado acciones significativas en gestión ambiental, a continuación, se detallan los alcances ya realizados por cada aeropuerto:

La certificación ISO 14001 tiene el propósito de apoyar la aplicación de un plan de manejo ambiental en cualquier organización.

La Bandera Azul Ecológica es un galardón que se otorga anualmente, el cual premia el esfuerzo y el trabajo voluntario de los diferentes comités locales que buscan mejorar las condiciones higiénicas, ambientales y utilizan el PBAE como instrumento para mitigar y adaptarse al Cambio Climático.

El Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN) es un mecanismo voluntario al que pueden acceder organizaciones para el reporte de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la demostración de acciones de reducción, remoción y compensación de emisiones y el fortalecimiento de la descarbonización, desarrollado por la Dirección de Cambio Climático (DCC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

La ISO 50001 es una norma internacional voluntaria. Proporciona requisitos para establecer, gestionar y mejorar su consumo y eficiencia energéticos.

El programa de Acreditación del Carbono de los Aeropuertos es el programa avalado institucionalmente que evalúa y reconoce de forma independiente los esfuerzos de los aeropuertos por gestionar y reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

## AEROPUERTO INT. DANIEL ODUBER QUIRÓS

Las gestiones ambientales de este aeropuerto, por su manejo ambiental responsable y realista le han permitido lograr varias certificaciones, las cuales son:

1. Certificación ISO 14001
2. Bandera Azul Ecológica
3. Carbono Neutral (MINAE)
4. Certificados en ISO 50001: norma voluntaria por gestionar y mejorar su consumo y eficiencia energética
5. Airport Carbon Accreditation (ACA) Level 2: Reconocimiento por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

Este aeropuerto, al tener en sus visión ambiental la economía colaborativa, ha realizado compensación de sus emisiones, adquiriendo créditos de carbono (toneladas de dióxido de carbono equivalente CO<sub>2e</sub> del proyecto Guanacaste, bajo la normativa del Programa país para la C-Neutralidad, del cual adquieren emisiones desde 2017, alcanzado 3803 en los últimos 6 años.

Además, este aeropuerto ha realizado importantes gestiones en concientización en el consumo del agua, manejo de residuos y refrigerantes, además aportando a comunidades cercanas con la realización de limpieza de playas, limpieza de carreteras y siembra de árboles.

## AEROPUERTO INT. JUAN SANTAMARIA

Las gestiones ambientales de este aeropuerto le han dado el logro de alcanzar en el 2023 por segundo año consecutivo la posición de ser el Aeropuerto más Limpio de Centroamérica, esto reflejado en las certificaciones alcanzadas (Informe de Sostenibilidad, 2022), las cuales son:

1. Certificación ISO 14001
2. Bandera Azul Ecológica
3. Certificados en ISO 50001: norma voluntaria por gestionar y mejorar su consumo y eficiencia energética
4. Airport Carbon Accreditation (ACA) Level 2: Reconocimiento por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

En cuanto a las acciones realizadas por este aeropuerto se encuentra la sensibilización de los colaboradores del gestor interesado y de la comunidad aeroportuaria en la gestión ambiental, por medio de la promoción y comprensión de los beneficios de la reducción de emisiones y la modificación de estilos de consumo.

Varias de las medidas realizadas se han basado en la reducción del consumo de energía (cambio de luminarias de luz incandescente a LED, sustitución de equipos de refrigeración con R-22, mejora en programas de mantenimiento asociados con eficiencia energética, modificación de los ciclos de encendido y prueba de equipos eléctricos, implementación de un sistema de registro de información para centralizar datos de consumo de energía y combustibles, reducción de los periodos de prueba de equipos que funcionan con combustible fósil, modificación de ciclos operativos de equipos de enfriamiento, Implementación de norma de eficiencia energética ISO 50001).

Otras medidas fueron de orden operativo y de infraestructura, como la instalación de señalización en la calle de rodaje paralelo sur, que utiliza energía solar y la adquisición de vehículos eléctricos (20 % del financiamiento y circulación).

**2023-2026:** La proyección de acciones para los próximos años, se puede sintetizar en que se espera que ambos aeropuertos, además de mantener los alcances logrados en materia ambiental descritos anteriormente e incluso subir al nivel 3 de la Airport Carbon Accreditation así mismo, se espera logren plasmar en sus Plan Maestros o de Desarrollo acciones que fortalezcan la gestión ambiental sostenibles con nuevas metas y mantener la carbono neutralidad, además de que las acciones que desarrollen busquen brindar apoyo logístico a sus operadores para el logro de las metas ambientales de estos en lo que concierne a facilidades que provienen del operador aeroportuario, en miras a convertir el aeropuerto en su totalidad en una puerta de entrada al país que dé al visitante una experiencia verde en todos sus ejes de desarrollo.

### **3.2.4 Mejoras tecnológicas, operativas y de infraestructura de los Operadores Aéreos**

**2020-2023:** En cuanto a la adquisición de aeronaves nuevas, por ejemplo, AVIANCA CR indicó que la flota operada por Avianca Holdings está en constante renovación y tiene en promedio una edad menor a los 10 años de operación. Desde el año 2017, vienen incorporando nuevas aeronaves de última tecnología (dos Airbus 321 NEO, dos Airbus 320 NEO y dos Boeing 787-8). En el año 2022 ya cuentan con 18 aeronaves Airbus 320 NEO de última tecnología. Así mismo, en año 2022 Avianca adquirió 88 aviones Airbus A320 NEO, que se incorporarán progresivamente a la flota de pasajeros de la compañía entre 2025 y 2031.

Cada aeronave nueva tipo NEO puede ahorrar aproximadamente 15% del combustible que aquella que sustituye. Los costos son de 469.000.000 dólares, implicando créditos leasing prestamos (largo plazo). Con un co-beneficio en el ahorro-costos de combustible y la reducción de la huella de carbono, así como mejoras en la prestación del servicio y reducción de costos asociados al mantenimiento. Sobre esta medida se identificó la

necesidad de asistencia en mejoras en los procesos asociados a la incorporación y certificación de flota.

En la renovación de flota se han incluido aviones con Sharklets y NEOs, adicional se ha implementado la densificación de flota lo cual mejora los niveles de quema de combustible por pasajero transportado. Si bien es una medida de orden operativa, se debe considerar que AVIANCA tiene desde 2014 Normas mínimas sobre el rendimiento del combustible de aeronaves, es decir que tiene un control de overfuelling en donde se monitorea el combustible real suministrado a las aeronaves, con la finalidad de evitar el exceso de combustible frente a lo establecido en la orden de tanqueo, la cual indica la cantidad de combustible necesaria para que la aeronave realice el trayecto planeado y los adicionales que establece la regulación aplicable. Actualmente se realiza el seguimiento de overfuelling y se continuará trabajando el tema para identificar las acciones correctivas de los casos que se han evidenciado con el proveedor, por ejemplo, por cada KG de más, se puede contactar al proveedor. Adicional, el co-beneficio es la reducción del peso y la reducción de emisiones.

Las mejoras de rendimiento de combustible mediante modificaciones como aletas, revestimientos, iluminación LED conexiones inalámbricas/ópticas, se considera importante ya que al cierre del 2021 Avianca Group contó con 37 aeronaves con Sharklets lo que representa un 24,67% del total de la flota.

Los Airbus NEO que se están incorporando a la operación progresivamente vienen con iluminación LED, conexiones inalámbricas, motores de nueva generación, Sharklets y aerodinámica. Lo que aportaría un 5% de reducción en el consumo de combustible de una aeronave con alas tipo aleta frente a la misma familia sin esta modificación (CEO sin sharklets). En cuanto, a la mejora de rendimiento de combustible mediante modificaciones como aletas, revestimientos, iluminación LED conexiones inalámbricas/ópticas la reducción se ha estimado en un 5% en el consumo de combustible.

Esta medida implica costos elevados, se identificó que la diferencia de precio de lista entre un Airbus A320 y la versión NEO esta entre 8 a 10 millones de dólares.

Adicionalmente, en resumen, se listan algunas de las ventajas que si bien impactan en la reducción de carbono también son para el beneficio de las aerolíneas ya que permiten:

1. Mayor autonomía de vuelo,
2. Mayor capacidad de carga,
3. Reducción de la huella de carbono y
4. Mejor experiencia del cliente.

Una medida operativa implementada en 2021 es el Mantenimiento Preventivo Equipos de Apoyo Terrestres, se está haciendo el uso correcto y eficiente del combustible de Equipos de Apoyo Terrestre en la base de Aeropuerto Juan Santamaria por medio la frecuencia de servicios según normativas del fabricante. Estas permiten que los equipo operen en óptimas

condiciones, evitando el deterioro y malos funcionamientos que lleven a un mayor consumo de combustible y se minimizan los derrames en operación.

Las medidas acerca de aviónica implementadas desde 2018, como la implementación de EFB (Electronic Flight Bag) que es un dispositivo de gestión de información electrónica de ayuda a las tripulaciones de vuelo para realizar tareas de gestión de vuelo de forma más fácil y eficiente con menos papel. Es una plataforma informática de propósito general diseñada para reducir o reemplazar material de referencia en papel que a menudo se encuentra en la bolsa de viaje de vuelo del piloto, incluido el manual de operación de la aeronave, el manual de operación de la tripulación de vuelo y las tablas de navegación (incluido el mapa móvil para operaciones aéreas y terrestres). Además, el EFB puede alojar aplicaciones de software ligadas a mejoras y seguridad operacional. Presenta el co-beneficio de permitir el seguimiento operacional, confiabilidad y seguridad operacional. Se espera reducción por optimización de carga al tener información operacional sistematizada para cada vuelo, facilitando la planificación de la operación y mejora de factor de carga.

Una medida operacional, que enlaza tecnología y la acción social, es la Compensación voluntaria de emisiones de los clientes, Avianca ha fortalecido su liderazgo para tener un impacto social y ambiental positivo y ahora, sus clientes también tienen la facilidad de ser agentes de cambio para cuidar a al planeta, para esta acción Avianca ha escogido a CHOOOSE™, empresa de tecnología climática, que ofrece una plataforma que permite tanto a individuos como a organizaciones conectarse fácilmente con los mejores proyectos climáticos de reducción de CO<sub>2</sub> en todo el mundo. Así, cuando se compra un tiquete, se puede calcular la huella de carbono generada por el viaje y compensarla voluntariamente, aportando a proyectos climáticos confiables y certificados.

Además, se han dado otras medidas operativas que van generando reducción sin una contabilización exacta de las mismas, con la implementación y actualización de sistemas de navegación se puede llegar a reducir el consumo de combustible un 5%, la inversión de este tipo de medidas es de 100.000 dólares mensuales por el sistema de planeamiento de vuelo:

1. Desde 2021 se ha trabajado bajo la medida operativa sobre mejorar la planificación previa a la salida y la planificación de las llegadas (gestión de salidas (DMAN) y gestión de llegadas (AMAN)), el área de despacho del operador aéreo realiza la planificación de salidas y llegadas día a día acorde a variables tales como consumo de combustible, costos de sobrevuelo, tiempos de operación, ajustando las velocidades. Actualmente, Se ha implementado una nueva versión del sistema de plan de vuelos, la cual reduce la planificación del consumo de combustible.
2. Medidas para mejorar los niveles óptimos de vuelo, el sistema de planeamiento de vuelo se basa en la optimización de combustible y tiene en cuenta el performance del avión para definir los parámetros de vuelo óptimos de acuerdo con la ruta.

3. Medidas para mejorar las derrotas flexibles, el sistema de planeamiento de vuelo se basa en la optimización de combustible y toma en cuenta el performance del avión para definir los parámetros de vuelo óptimos de acuerdo con la ruta.

Adicionalmente, se han propuesto otras medidas infraestructura que van generando reducción sin una contabilización exacta de las mismas, con la implementación y actualización de sistemas de navegación se puede llegar a reducir el consumo de combustible un 5%, la inversión de este tipo de medidas es de 100.000 dólares mensuales por el sistema de planeamiento de vuelo:

1. Reducción del peso mínimo, se controla que la cantidad de agua potable suministrada sea la requerida de acuerdo con la distancia del vuelo y estadísticas asociadas. Actualmente, se ha revisado y mejorado la política de carga de agua en rutas hacia y desde el Aeropuerto Juan Santamaria con el objetivo de reducir el consumo de combustible en aire, 40000 kg al año. Un co-beneficio en la reducción es la quema de combustible, al transportar menor peso.
2. Reducción al mínimo del uso del reverso, cuando las condiciones operacionales del vuelo lo permiten, es posible aterrizar el avión sin que los reversos de los motores se usen a máxima potencia, es decir, el motor invierta la dirección del empuje para aumentar el frenado, en Costa Rica en el 2021 se ahorraron 11.986 Kg de combustible, en el 2022 a corte del 31 octubre se obtuvo un ahorro de 31.172 Kg de combustible.
3. Rodaje con un solo motor y optimización de combustibles de Taxi Out, cuando los tiempos de rodaje en tierra de la aeronave desde la puerta de embarque hasta la pista de despegue o de está a la puerta de llegada exceden un tiempo específico (de acuerdo con el tipo de motor de la aeronave), es posible rodaje solo con un motor. Adicional se optimiza estadísticamente la cantidad de Fuel abastecido en cada operación. Estas iniciativas son: Single Engine Taxi OUT/IN, Statistical Taxi Out, en Costa Rica en el 2021 se ahorraron 1.464 Kg de combustible, en el 2022 a corte del 31 octubre se obtuvo un ahorro de 17.558 Kg de combustible.
4. Aproximaciones desaceleradas, cuando las condiciones operacionales lo permiten, es posible ajustar la configuración final de extensión de trenes de aterrizaje y "spool up" de motores más cerca al aeropuerto, lo que reduce el arrastre aerodinámico resultando en ahorro de combustible. En Costa Rica en el 2021 se ahorraron 14.615 Kg de combustible, en el 2022 a corte 31 octubre se obtuvo un ahorro de 37.164 Kg de combustible.
5. Reducción de tanqueo de combustible extra, reducción de tanqueo de combustible extra, en Costa Rica en el 2021 se optimizó el error un 48.71% respecto al 2020 (equivalente a 48.555 Kg de combustible), en el 2022 a corte 31 octubre se optimizó el error en un 16.32% respecto al 2021 (equivalente a 18.274 Kg de combustible).

6. Además, se ha brindado instrucción a pilotos, socialización y comunicación de estrategias de ahorro de combustible, se realiza la compensación variable de pilotos (bonos por productividad) asociados a la implementación de las estrategias de ahorro de combustible de la compañía. Dentro de los co-beneficios está el aumento en la aplicación de las iniciativas de ahorro anteriormente mencionadas.
7. Optimización de los factores de error de peso, optimización de los factores de error de peso. Co-beneficio certeza en los pronósticos meteorológicos en ruta.
8. Selección de la aeronave más adecuada para la misión, de acuerdo con la planeación de red, disponibilidad de flota y certificados de aeronavegabilidad y recomendaciones asociadas a estadísticas operacionales, carga, pasajeros y variables meteorológicas se selecciona la aeronave para cubrir la ruta.
9. Exigencia de presentación de informes transparentes sobre el carbono, Carbon Disclosure Project (CDP): Avianca desde el 2017 se adhirió al CDP que consiste en una plataforma o herramienta unificada de reporte climático para las ciudades, entidades gubernamentales y empresas que busca que se mejore año a año todo lo relacionado a gestión de cambio climático y mantener publica esta información a inversionistas del todo el mundo para que se priorice la inversión en aquellas entidades que mantienen un compromiso real con el cambio climático. En el 2021 Avianca Group obtuvo un puntaje de nivel de gestión (B), superior al puntaje medio del sector del transporte aéreo. El costo de esta acción es el de la membresía anual de \$14.500.

**2023-2026:** Otra medida es la maximización de la contribución de los grupos auxiliares de energía en utilización de la APU en los aeropuertos en que esté disponible el servicio de GPU, siempre y cuando el costo de uso de GPU no supere los costos de uso de la APU. La utilización máxima de APU se establece en la política de uso de APU con base en las temperaturas del aeropuerto y reglamentación del aeropuerto. Los costos de esta medida han sido identificados como variables ya que dependen de costos por uso de GPU en los aeropuertos. Como limitante identificada esta la disponibilidad de GPU en los aeropuertos a precios competitivos, por ejemplo, en el caso de Costa Rica la ausencia de estos grupos auxiliares de energía en los aeropuertos representa una desventaja para aprovechar esta medida. Un co-beneficio de esta medida es la disminución de ruido en el aeropuerto. las aeronaves previstas para el futuro, la optimización APU/GPU consiste en reducir la

### **3.2.5 Compensación de emisiones de CO<sub>2</sub> basadas en criterios de mercado para vuelos sujetos a requisitos en CORSIA**

**2023-2026:** La estimación de estas medidas supone gran variación ya que los valores de mercado de las emisiones dependen de procesos de oferta y la demanda, y serán los mercados de carbono quienes determinen los costos de esta medida.

El Estado Costarricense por medio del MINAE como entidad encargada participó en la propuesta de proyectos a evaluación del Consejo de la OACI (CAEP), como posibles Unidades de emisión bajo CORSIA, CORSIA Eligible Emissions Units (OACI, 2022). Es de reconocer el buen trabajo realizado para participar en los mercados de carbono, esta acción es competencia del MINAE, quien funge como ente nacional encargado de los Mercados de Carbono para que se cumplan los procesos y realicen las gestiones necesarias para la participación de Costa Rica en miras a continuar la visión país de promover las alianzas para la Carbono Neutralidad.

Costa Rica como país comprometido con carbono neutralidad tiene varios proyectos, donde se detallan los programas aceptados por OACI de Unidades de Compensación en los que participa Costa Rica, es decir tenemos participación en 3 de los 7 grandes programas establecidos por el CAEP que cumplen con los criterios para ser unidades admisibles en CORSIA (CORSIA Emissions Unit Eligibility Criteria, OACI, 2019), se presentan un ejemplo en la Ilustración 4.

Se recomienda las aerolíneas a buscar dentro de los mercados los proyectos que impacten más positivamente a su área de acción, ya que si bien la atmósfera no tiene fronteras las repercusiones por cambio climático señalan un gran impacto para la vulnerable región centroamericana (MINAET, 2009).

Además, MINAE ha establecido marcos regulatorios nacionales, como el Programa País Carbono Neutralidad, el que se lanzó el 23 de febrero del 2015 “La Alianza para la Carbono Neutralidad”, iniciativa público-privada que pretende incrementar la cantidad de empresas carbono neutral en Costa Rica e impulsar al sector empresarial a trabajar en la reducción de su huella de carbono. Dicha Alianza es un ejemplo para la Aviación ya que se ha enfocado en brindar capacidades técnicas y ofrecer facilidades para que más organizaciones y empresas puedan formar parte de este listado de socios ambientalmente responsables.

Se suma, el más reciente acuerdo firmado en esta materia el Principio de San José, para la Alta Ambición e Integridad en los Mercados Internacionales de Carbono dice lo siguiente:

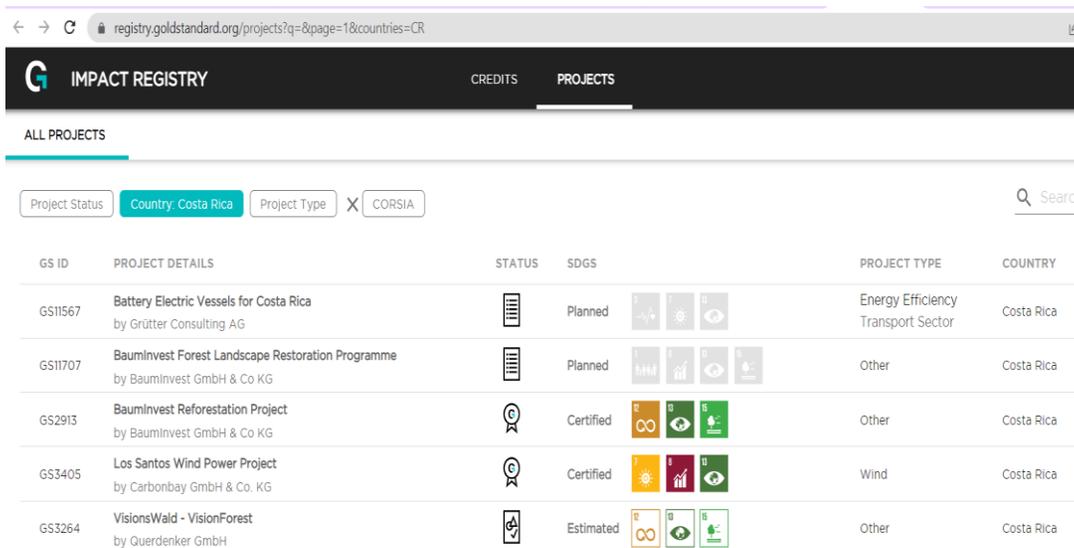
En la Pre-COP [25, en Costa Rica, en 2019], un gran número de participantes compartieron sus expectativas sobre lo que se necesita para lograr un resultado sólido y ambicioso del Artículo 6. Opinaron que la implementación del Acuerdo de París debe basarse firmemente en lo que la mejor ciencia disponible nos dice que es necesario para cumplir con el objetivo de temperatura a largo plazo del acuerdo: la mayor ambición posible en mitigación y adaptación.

A medida que se acerca el final del segundo período de compromiso del Protocolo de Kioto, existe una necesidad urgente de claridad con respecto al futuro marco internacional para el enfoque del uso de mercados de carbono hacia los objetivos climáticos internacionales, para asegurar el resultado ambicioso y cumplir con los siguientes principios, a través de un

conjunto de reglas del Artículo 6. En <https://cambioclimatico.go.cr/sanjoseprinciples/about-the-san-jose-principles/>, se detalla más sobre este principio.

La DGAC espera que las acciones que va implementando, plasmadas en la regulación y presentadas en el presente plan de acción, le permitan liderar en la aviación costarricense una agenda nacional metodológica para gestionar la huella de carbono en la industria de la aviación y por medio de trabajo articulado con el MOPT, coordinado con MINAE, y otras instancias involucradas como puede ser RECOPE y la academia, que le permitan llevar adelante aspectos como:

- a) Desarrollo del monitoreo de emisiones de la aviación
- b) Desarrollo de los planes de negocios para los proyectos
- c) Mayor participación de la de la ciencia, uso de datos y la investigación
- d) Elaborar Planes Operativos y consolidar arreglos institucionales
- e) Identificar oportunidades adicionales como socioculturales asociadas a las tendencias de la población en el uso de productos “verdes” entre ellos vuelos limpios o eco-amigables
- f) Aumentar capacidades institucionales y potencial de inversión en la generación de resultados
- g) Reforzar la adaptación climática y resiliencia de la industria
- h) Hoja de ruta en SAF



The screenshot shows the Gold Standard Impact Registry website. The URL is registry.goldstandard.org/projects?q=&page=1&countries=CR. The page displays a list of projects under the heading 'ALL PROJECTS'. The filters are set to 'Country: Costa Rica' and 'Project Type: CORSIA'. The table lists the following projects:

GS ID	PROJECT DETAILS	STATUS	SDGS	PROJECT TYPE	COUNTRY
GS11567	Battery Electric Vessels for Costa Rica by Grütter Consulting AG	Planned	13, 14, 17, 18	Energy Efficiency Transport Sector	Costa Rica
GS11707	BaumInvest Forest Landscape Restoration Programme by BaumInvest GmbH & Co KG	Planned	15, 16, 17, 18	Other	Costa Rica
GS2913	BaumInvest Reforestation Project by BaumInvest GmbH & Co KG	Certified	15, 16, 17, 18	Other	Costa Rica
GS3405	Los Santos Wind Power Project by Carbonbay GmbH & Co. KG	Certified	7, 13, 17, 18	Wind	Costa Rica
GS3264	VisionsWald - VisionForest by Guerdenker GmbH	Estimated	15, 16, 17, 18	Other	Costa Rica

Ilustración 4: Ejemplo de proyectos de Unidades de Compensación admisibles en CORSIA en los que participa Costa Rica. Fuente: The Gold Standard (GS).

### 3.2.6 Combustible sostenibles y alternativos para la aviación (SAF-CAAF)

**2023-2050:** En cuanto al uso de combustibles alternativos entre ellos los sostenibles para la aviación (Sustainable Aviation Fuel, SAF por sus siglas en inglés) y los combustibles bajos en emisiones, el país aún tiene una significativa incertidumbre, ya que mientras algunos estados ya han establecido rutas de implementación para los SAF y ya consideran en sus cálculos el uso de la producción que estimaron podrían tener para los próximos años y hasta 2050, en el caso de Costa Rica, la incertidumbre es mayor debido a que aun no se tiene una posición definida ni se ha elaborado una estrategia nacional en el tema, de momento se considera que el país importaría SAF de países productores cercanos, es decir que posiblemente sus operadores utilizarán SAF provenientes de los países con producción en las rutas que tienen entre estos y Costa Rica.

Siendo que Estados Unidos, Panamá, Paraguay, Brasil, Colombia, Chile, República Dominicana y México han expresado su interés en la producción de SAF, incluso que ya están caminado en la hoja de ruta que establecieron para su implementación y tienen metas de su posible producción, se considera que estas serían las fuentes de abastecimiento de nuestros operadores en una buena cuota inicial.

Si bien se tiene claro que la aviación ha estado dando grandes pasos para la implementación de SAF como principal medida de reducción de emisiones, la producción a nivel mundial de SAF ha mostrado avances importantes con aún bastante incertidumbre de la cantidad que estará disponible para las operaciones aéreas, por lo tanto el estado Costarricense aún no se define una cuota de SAF a utilizar para los próximos años, si bien las proyecciones estiman un posible consumo de alrededor de 30-50% al 2035 producto de los SAF disponibles en los países vecinos y la producción que logre establecer el país, este dato preliminar no es indicativo de una restricción ni obligación de porcentaje a utilizar para los vuelos hacia o desde Costa Rica.

Por otra parte, lo que si tiene claro la DGAC es en trabajar la regulación aeronáutica costarricense para que el tema SAF sea adecuadamente enmarcado en la misma, en este momento el tema SAF ya fue incluido en la RAC-16 en específico bajo los requisitos del Anexo 16 Vol. IV CORSIA para los combustibles admisibles para la aviación, pero un abordaje más amplio se esta considerando para la normativa específica en este tema y para esto se inicia el abordaje bajo la normalización propuesta como estándar internacional (OACI 2022), la proyección es que el estado Costarricense cuente con una normativa en uso de SAF al 2025.

El abordaje que el país determine no debería dejar de lado que SAF contiene un impacto positivo en la comunidad, porque lleva a un impacto económico a menor escala, la creación de nuevos empleos, incentivos a la innovación, nuevas iniciativas para el transporte aéreo doméstico, mejorar en el manejo y aprovechamiento de residuos, por tanto, esta economía circular que puede generar es un fuerte aspecto que considerar en su rentabilidad.

Por otra parte, lo reportado por los operadores aéreos acerca del uso de esta medida, es acerca de que si bien conocen que el uso de SAF es una de las medidas con mayor potencial de reducción de emisiones en el sector, esta no es una medida disponible próximamente, por lo que por ejemplo desde Avianca las acciones se han dado en la participación en diferentes foros asociados al tema con organizaciones aeronáuticas, acercamiento a productores de SAF a nivel mundial para servicios de abastecimiento, disponibilidad y costos asociados y se han aproximado a demás actores involucrados en la cadena de uso de SAF, como gobiernos y autoridades aeronáuticas. Lo anterior, es solo una muestra del trabajo que Avianca ha realizado para superar los principales retos en esta área.

“En Latinoamérica no existen empresas que desarrollen SAF, lo que dificulta la disponibilidad, logística de abastecimiento y produce un aumento en costos asociados al uso de SAF para las aerolíneas que operan en la región, como lo es el caso de Avianca.” Fuente: AVIANCA.

Los operadores reconocen que la disponibilidad del SAF hasta 2027 es una de las principales limitantes de esta acción, el tiempo de desarrollo por parte de los potenciales proveedores de SAF, principalmente en Latinoamérica, que apenas está empezando a trabajar el tema y que conlleva una implementación del orden de décadas, por lo que la disponibilidad durante la transición a este tipo de combustibles es decir a corto plazo la oferta será muy limitada, generando que esta acción sea considerada como una medida que refleje su clara contribución en la reducción a largo plazo.

Por lo tanto, la propuesta de la DGAC en este tema es potenciar el desarrollo de una propuesta de hoja de ruta que contenga el análisis de viabilidad, dadas las ventajas del país en materia de producción de energía de fuentes renovables (matriz energética del país 98% de fuentes renovables), disponibilidad de materia prima (desechos agrícolas y urbanos) y producción de hidrogeno verde iniciada hace unos años (instalación técnica especializada en el tema), para lo cual urge que la agenda nacional incluya una mesa de trabajo interinstitucional e intersectorial.

Por ejemplo, la ruta general mostrada en la Ilustración 5, en donde se puede apreciar que mientras se realiza la investigación, se puede ir generando un borrador de regulación, en el caso de que se logre la factibilidad para la producción seguir el camino de esta hoja de ruta, por el contrario sin producción nacional igual es necesario el reglamento aeronáutico asociado al uso del combustible sostenible o bajo en emisiones que utilicen las aeronaves en vuelos desde y hacia el país, gestión que debe realizar la DGAC. Si bien son muchos los que deben tomar acción para un programa de producción de SAF en Costa Rica, la DGAC tiene claro su rol en la creación de la regulación asociada, y su aporte en fomentar el llamado a la mesa de trabajo, aunque esta labor debería venir de los ejes de desarrollo

estratégico del gobierno, en donde proyectos de SAF deberían estar alineados en las NDC del compromiso internacional ambiental de Costa Rica.

“La Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica (NDC, por sus siglas en inglés) es el compromiso voluntario en términos de acción climática que asumió el país ante la comunidad internacional, en el marco del Acuerdo de París.” Fuente: MINAE, <https://cambioclimatico.go.cr/>.

### 2023-2026:

En conclusión, dado lo anteriormente descrito, mientras el país establece la estrategia o hoja de ruta para SAF, la DGAC trabajará en los aspectos asociados a su competencia, sin perder de vista que la aviación costarricense es un eje de la economía del país y un motor de desarrollo, por lo que puede liderar el tema con las siguientes acciones:

1. Generar conocimientos en el tema SAF/CAAF por medio de los reportes de LTAGs, sesiones de CAAF, revisión de material de OACI sobre Combustibles elegibles en CORSIA y SARPs.
2. Conocer sobre las fuentes de financiamiento disponibles.
3. Conocer la regulación de otros Estados.
4. Apoyar las iniciativas académicas.
5. Participar en el programa de OACI ACT-SAF.
6. Revisar estudios de factibilidad de otros estados y hojas de ruta establecidas.
7. Mantenerse al día sobre los avances de la producción disponible en otros estados.
8. Proponer mesas de trabajo con las partes público-privadas, entre inversores-reguladores y operadores-productores, por ejemplo.
9. Apoyar las iniciativas de producción de SAF que propongan o establezcan actores privados en el país.

La DGAC espera que el MOPT como ministerio al cual está adscrito coordine con MIDEPLAN y agencias de comercio nacionales para que establezcan los espacios necesarios para que los actores público privados sean llevados a las mesas de trabajo, buscando la experiencia y buenas prácticas, resultados esperados, beneficios y oportunidades y logren el estudio de factibilidad.

Es decir que, si bien de medidas que más reducción genera es la de combustibles sostenibles, esta medida aún debe ser implementada en el país, se identificó una iniciativa nacional en materia de desarrollo de SAF, pero aún no hay estudios nacionales hacia el mercado de los combustibles para identificar las oportunidades que presenta la provisión de nuevos servicios, relacionados con combustibles sostenibles para la aviación, la información indica esfuerzos apenas incipientes en este ámbito.

Por la tanto, sin duda el principal reto es la ausencia de una estrategia país establecida que permita el desarrollo de SAF, es decir un mandato político claro y la creación de las respectivas leyes y reglamentos complementarios, hoy aún no es claro el camino pese a la promulgación del reglamento de biocombustibles líquidos y sus mezclas, N° 40050 MINAE-MAG, de noviembre 2016, y la inclusión en el más reciente Plan Nacional de Desarrollo que si bien incluyó los biocombustibles estos han sido considerados con un enfoque en ser utilizados para transporte terrestre de carga pesada y enfocados al aprovechamiento de residuos agrícolas.

Como parte de los análisis para la propuesta del presente plan, se ha identificado el desarrollado de estudios puntuales académicos en el aprovechamiento de los residuos agrícolas, principalmente orgánicos con el muestreo y estimación de biomasa que ya han ido realizando, que nos dejan entre ver que tenemos buenas oportunidades de entrar al mercado de los biocombustibles. Se necesita un llamado a la mesa que genere las acciones interinstitucionales e intersectoriales, los enlaces público-privados, ni establecimiento de estrategias de trabajo con los socios comerciales del país para trabajar en el desarrollo de SAF, revisar la legislación actual acerca de los mecanismos necesarios que son importantes para integrar al sector agrícola con la generación de energía y la producción de combustibles sostenibles para la aviación.

Tras la principal limitación por los vacíos existentes en materia legal, para motivar las inversiones se requiere de una mayor certeza jurídica, que el país ofrezca oportunidades para la generación de SAF a partir del uso de residuos sean agrícolas orgánicos, urbanos o de otro tipo y su matriz energética limpia, ya que sin una dirección clara se desaprovechará el potencial existente y las oportunidades de iniciar se ven limitadas.

Es claro que hay una urgencia alta sobre esta política estratégica, dado que esta incluiría desde el estudio de factibilidad, el establecimiento de la hoja de ruta que contenga la Legislación Vinculante de las materias asociadas a la producción de SAF (desechos valorizables urbanos y aprovechamiento de residuos, como pueden ser los orgánicos de la producción de piña, café, caña de azúcar, banano, palma aceitera para tener una biorefinería, y que este de la mano con un aumento de la producción nacional de alimentos más libres de agroquímicos, logrando aprovechar el amplio desarrollo que tenemos al tener una matriz que es 98% de energía limpia, que incentiven la economía circular, y permita al fin producir SAF.

Dentro de la economía de Costa Rica de productos agrícolas, la piña es la segunda en mayor exportación, detrás del banano, y existen oportunidades de mejora en el manejo y aprovechamiento de esta biomasa (rastrojo de la piña), si bien aún se debe estudiar más a profundidad un posible proceso de biorrefinería para la obtención de productos de mayor valor agregado como biocombustibles a partir de los desechos disponibles en el país, este es un ejemplo concreto de material aprovechable.

La producción de SAF tiene el reto del alto costo de la inversión inicial, en equipos, tecnología y capacitación, y las políticas y la legislación existentes deben brindar un marco adecuado para afrontar este reto. El apoyo de la cooperación internacional y de los programas institucionales de asistencia técnica para las instituciones involucradas son medios para promover el desarrollo de capacidad, la formulación de proyectos e investigación y desarrollo en tecnologías apropiadas acordes a los tipos de insumos que pueda aprovechar el país.

Estos esfuerzos deberían ser integrados en una política nacional para SAF, para lograr una mayor integridad y lograr beneficiar una mayor cantidad de productores. Las políticas y la legislación nacional actual no promueven la investigación sobre la factibilidad técnica del uso y/o producción específica de SAF.

También existen limitaciones económicas ante la falta de recursos e instrumentos económicos que faciliten el desarrollo de proyectos, y adicionalmente no se han visto resaltados los beneficios económicos, ambientales y de salud asociados.

En el país, existen leyes, reglamentos, directrices y políticas para la producción agrícola sostenible, así como diversas instituciones encargadas de coordinar la implementación de estas reglas, incentivos y políticas de forma coherente e integral.

Es fundamental, que el marco legal en materia de aprovechamiento de los residuos orgánicos-sólidos establezca incentivos que estimulan tipos de producción como la orgánica, que podrían ser una referencia en el desarrollo de SAF.

Establecer lineamientos a nivel técnico, legal-administrativo, institucional y organizacional, que abarquen la educación y sensibilización, así como financieros y de sostenibilidad económica.

Algunos de los principales retos para promover un mayor desarrollo de SAF a partir de residuos agrícolas orgánicos y urbanos incluyen la falta de un marco político y regulatorio que promuevan un mayor aprovechamiento de estos residuos, reducción de la contaminación y de emisiones, tarifas competitivas, e incentivos que estimulen la inversión en desarrollo y apropiación de tecnologías. Uno de los vacíos de las políticas de gestión de residuos es la falta de normas ambientales relacionadas con la gestión de los residuos son estableciendo los mecanismos de coordinación entre instituciones que tienen responsabilidades (MINAE-ICE, SETENA, MINSALUD, MAG, RECOPE, MOPT-DGAC).

Los operadores aéreos y la DGAC continuarán implementando el plan de acción propuesto y buscar ser el motor de esa reunión de actores que necesita las acciones más fuertes en implementación como lo es el SAF.

Llevar a los ministerios la demanda del marco político, el que debe incentivar condiciones apropiadas y estrategias de inversión (por medio de incentivos, oportunidades de inversión, búsqueda de financiamiento, etc.). Asimismo, se debe contar con un marco regulatorio para la fijación de tarifas para la SAF que sea oportuno y competitivo. A nivel institucional se deben crear mecanismos apropiados de coordinación para la formulación y ejecución de programas que incentiven el desarrollo de SAF en el país, se debe crear una comisión intersectorial como mecanismo para integrar y coordinar las acciones del Ministerio de Planificación, MAG, MINAE-ICE, MINSA, MICIT, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Economía Industria y Comercio, SETENA, ARESEP, MOPT-DGAC y RECOPE para promover la implementación de proyectos exitosos SAF en todo el país.

### Listado general de beneficios de la producción de SAF, en varios ejes de desarrollo:

#### Ambiental:

- Reducción de desechos que antes no se aprovechaban o se disponían de manera inadecuada causando un impacto negativo al ambiente y la salud humana.
- Reducción de emisiones de gases efecto invernadero, mediante el uso de tecnologías para aprovechar el potencial de las emisiones generadas por actividades agropecuarias.
- Reducción de quemas agrícolas mediante un uso rentable de los rastrojos de ciertos cultivos.
- Contribución a una agricultura limpia y de calidad.

#### Social:

- Generación de empleos al diversificar las actividades tradicionales de los procesos agropecuarios y de recolección de desechos y brindando nuevas oportunidades.
- Asegura una mayor estabilidad en los ingresos y precios mediante la generación de una actividad complementaria.

#### Económico:

- Menor dependencia de los combustibles fósiles
- Genera nuevas alternativas productivas agrícolas y encadenamientos con otros sectores como el energético.

#### Productivo:

- Mayor dinamismo en la estructura productiva ya que se promueve un mejor aprovechamiento de los residuos.
- Transferencia tecnológica que promueve nuevas oportunidades.
- Desarrollo de valor agregado a las materias primas y subproductos.

· Nuevas alternativas de comercialización de residuos ya sea mediante su aprovechamiento directo o por su venta como materia para generación de combustibles sostenibles.

Dentro de las acciones necesarias:

- › Desarrollar, promover e implementar tecnologías apropiadas para convertir residuos entre los cuales están los agrícolas orgánicos en SAF según las características de cada tipo de residuo.
- › Desarrollar sistemas de recolección, transporte y acopio eficientes de residuos que faciliten proyectos a mayor escala sin aumento de emisiones por su transporte.
- › Desarrollar incentivos fiscales y acceso a créditos blandos para crear un mayor interés de las empresas en los residuos para proyectos combustible.
- › Aumentar la conciencia de todos los usuarios de los combustibles para cambiar de los combustibles fósiles a los combustibles derivados de la biomasa de desechos.
- › Crear capacidades para el uso de residuos como insumos para SAF.
- › Promover investigación y desarrollo y la apropiación local de tecnologías para el uso de residuos para producción de SAF.

Al plantear una hoja de ruta para SAF en el país, esta debe contemplar elementos técnicos como aquellos que cuantifican la reducción real de emisiones en relación con el uso de combustibles fósiles, dependiendo de su origen, como lo ejemplifican los datos de la Ilustración 6.

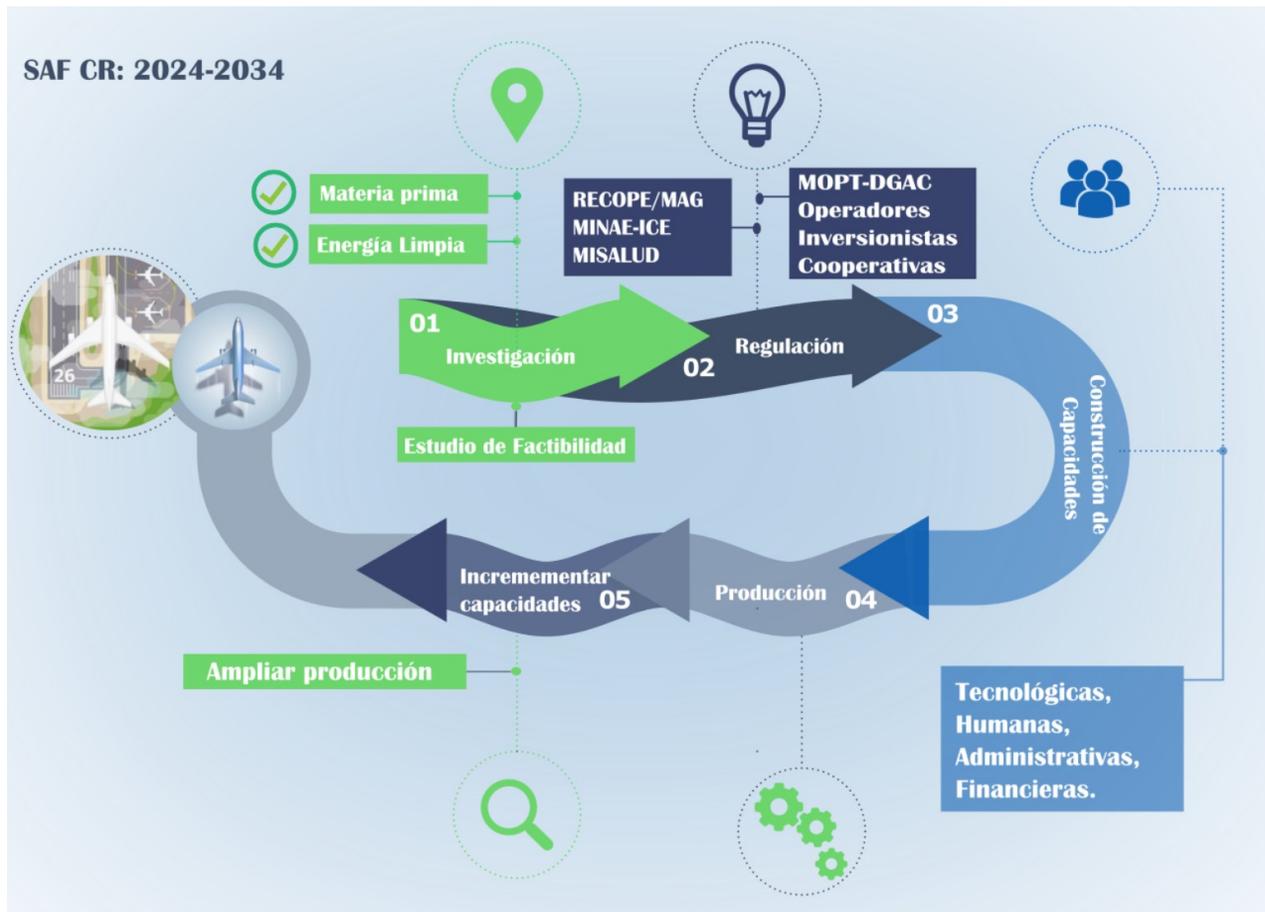


Ilustración 5: Acciones generales para una mesa intersectorial-interinstitucional en Costa Rica para el desarrollo del SAF. Fuente: Elaboración propia DGAC-CR.

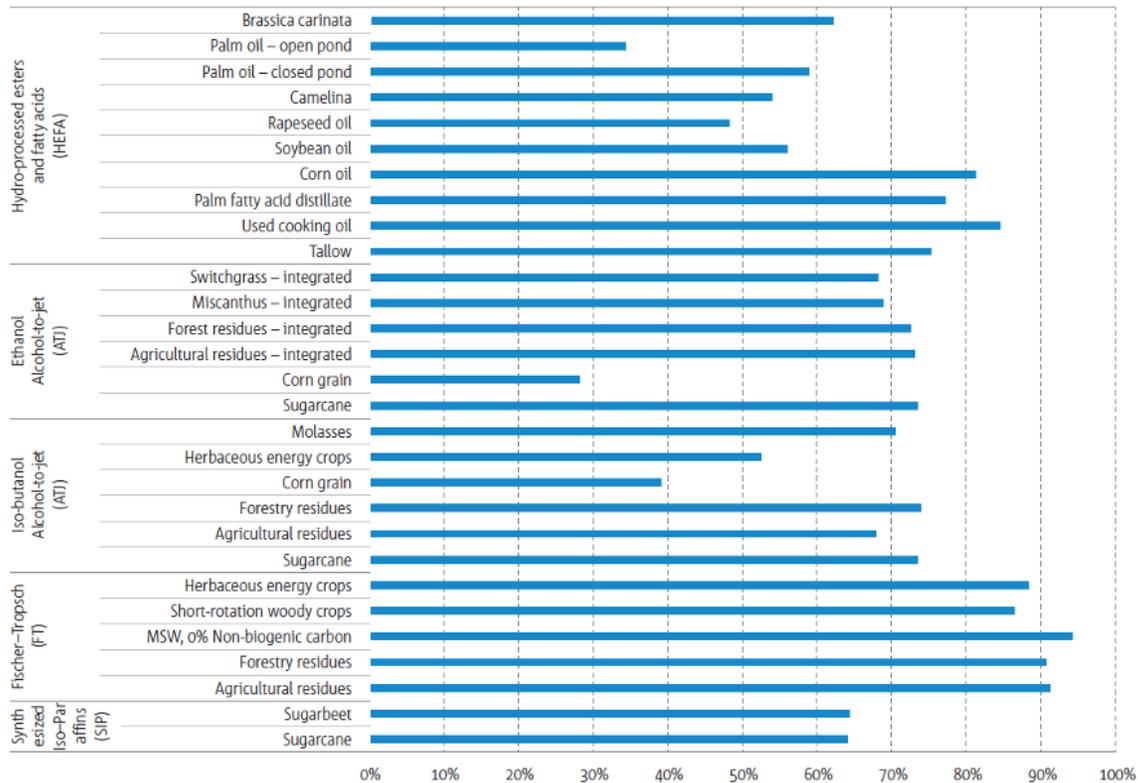


Ilustración 6: Reducción de emisiones de LCA para fuentes de SAF por diferentes materias primas, elegibles en CORSIA, en comparación con el valor de referencia de combustibles fósiles (89g de CO<sub>2</sub>e/MJ)). Fuente OACI-CORSIA SUPPORTING DOCUMENT CORSIA Eligible Fuels – Life Cycle Assessment Methodology.

Así tal cual se describe para SAF, otros tipos de combustibles, siempre bajo la línea de ser admisibles bajo CORSIA, otras tecnologías como la captura de carbono, están en un escenario en el cual el país apenas está iniciando su análisis de viabilidad económica para el país.

Los SAF en términos de proyecciones contribuyen con un 53% de la reducción de emisiones a 2050, en comparación con tecnología y operaciones/infraestructura que aportarían un 34% y 7% respectivamente, ver ilustración 7.

La ilustración 8, se muestra la implementación paulatina del SAF, desde un 15% esperado en el escenario uno del LTAG, ilustrado al analizar los 3 escenarios propuestos siendo el tercero y de mayor impacto el que contempla un 55% de aporte de SAF a nivel mundial.

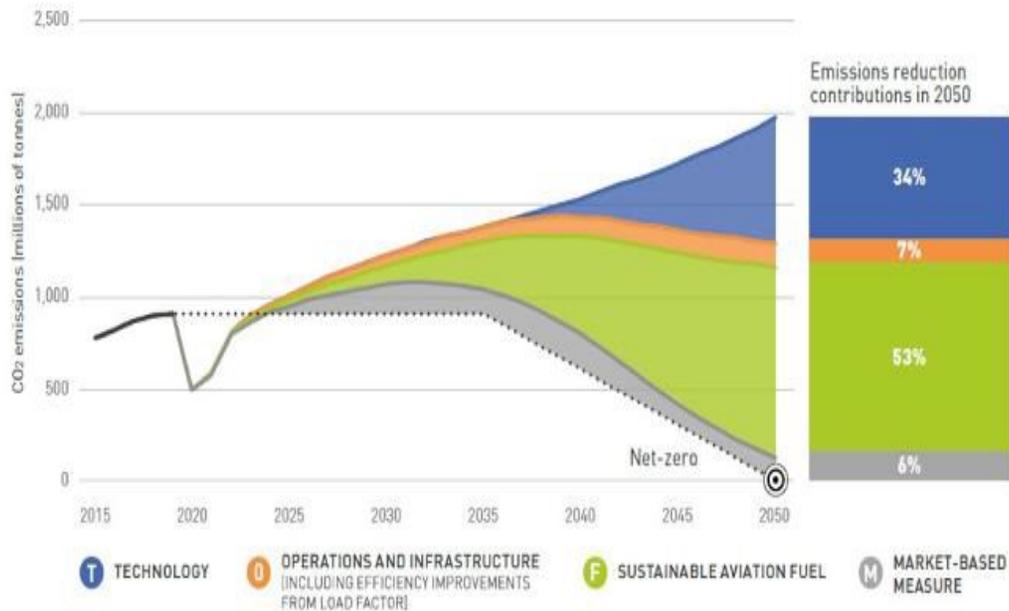


Ilustración 7: Reducción de emisiones por diferentes acciones en comparación con las de SAF. Fuente OACI-CORSIA SUPPORTING DOCUMENT CORSIA Eligible Fuels – Life Cycle Assessment Methodology.

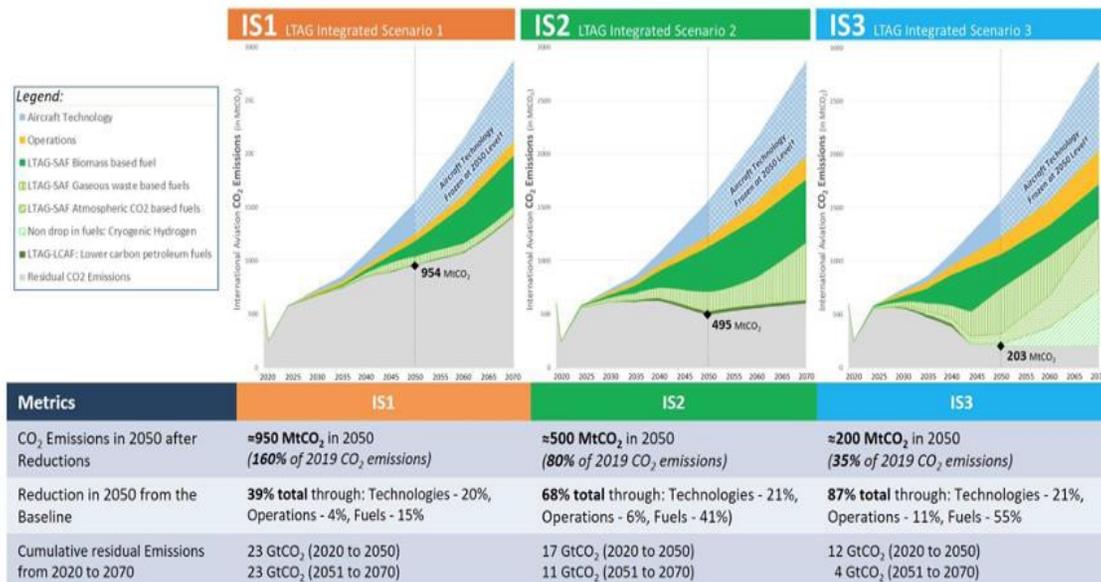


Ilustración 8: Implementación paulatina del SAF en los escenarios del LTAG de OACI. Fuente: ACI - REPORT ON THE FEASIBILITY OF A LONG-TERM ASPIRATIONAL GOAL (LTAG) FOR INTERNATIONAL CIVIL AVIATION CO<sub>2</sub> EMISSION REDUCTIONS (LTAG Feasibility study results: reduction in CO<sub>2</sub> emissions from international aviation with the n-sector measures through 2050 and beyond for various scenarios (IS1-IS3)).

**Primer Proyecto SAF en Costa Rica:** Implementación de combustibles sostenibles para aviación SAF en una economía circular costarricense, mediante la utilización de residuos sólidos municipales (RSM).

Tras la búsqueda de enlaces para el desarrollo de SAF en Costa Rica, y tras la descripción de todo el camino a recorrer en el país para su implementación exitosa, a continuación, se resume la propuesta de proyecto identificada con oportunidad de implementación en el país, misma que refleja los esfuerzos nacionales de sumar en la contribución de las metas ambientales propuestas, que tras las consultas realizadas con las partes de la cadena de valor de SAF, como RECOPE e ICE, se ha identificado que es por medio de una alianza público privada que se logrará que el país pueda contar con una producción local.

El proyecto de la empresa Bio SAFiro, la cual espera el desarrollo de SAF a partir de los residuos sólidos urbanos recolectados por las Municipalidades del país, es el proyecto propuesto desde la academia (FLACSO, bajo el Diplomado en Gobernabilidad e Innovación Pública) y en estrecha colaboración con CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) quienes buscan realizar el Estudio de Factibilidad Técnica y Económica de SAF. Si bien tienen varios aliados identificados, uno de los principales para la implementación es CoopeGuanacaste, el estimado para iniciar la implementación es de 12 meses y una inversión inicial cercana a los 30 millones de dólares. Y el principal Aeropuerto para iniciar la ejecución del Plan es el Aeropuerto Internacional de Guanacaste, estos y otros aliados estratégicos confirmados se muestran en la ilustración 9.

Parte de los objetivos de este proyecto es resolver dos problemáticas a nivel país que se replican a nivel mundial:

1. Emisiones de CO<sub>2</sub> repercutiendo negativamente en el cambio climático.
2. Gestión adecuada de residuos Sólidos Municipales (RSM)

En Costa Rica se generan un poco más de 4000 toneladas de residuos por día, 0,8 kilogramos de residuos por habitante por día. Las municipalidades de todo el país no han logrado solucionar la disposición final de estos residuos y solamente un 68% de los residuos son canalizados a sitios identificados.

“Tenemos el primer gran problema: ¿Una problemática de colocación y alto costo de manejo y un desconocimiento de donde se está colocando el restante 32% de residuos?”

*FLACCO*

**El proyecto abarcará:**

- Identificar a nivel nacional la viabilidad técnica a nivel normativo para la implementación de una prueba de concepto para el desarrollo de SAF.

- Distinguir los actores clave con conocimiento técnico y capacidad económica para el desarrollo de la prueba de concepto para la producción de SAF.
- Construir alianzas con actores que forman parte de la cadena de valor de la producción de SAF a fin del establecimiento de un ecosistema firme que garantice la sostenibilidad en el tiempo del desarrollo de este nuevo producto.
- Aplicar una prueba de concepto para la producción de SAF en Costa Rica bajo los principios de la Economía Circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Impulsar un proyecto de Ley asociado a Biocombustibles para aviación del tipo SAF, donde se normalicen las alianzas posibles alianzas público-privadas (APPs) y se pueda comercializar y mezclar el SAF a nivel país.

#### Resultados esperados:

Dejar la hoja de ruta definida para el proceso de producción SAF dentro del territorio de Costa Rica, el cual sirva de modelo a toda la región centroamericana.

Conceptualizar mediante estudios de factibilidad de entes reconocidos internacionalmente, la metodologías adecuadas y certificadas para la producción de SAF en Costa Rica.

Expediente para la posible financiación de proyectos para producción a gran escala, aprovechando toda la ejecución de (I+D+i) en el desarrollo de SAF.

Producción de SAF a baja escala mediante la utilización de RSM. En conjunto con aliados estratégicos.

Generación de todo el ecosistema de actores (Stakeholders) para garantizar que el ciclo del SAF sea en beneficio de todos.

Generación de alianzas público-privadas en conjunto con la DGAC C.R. para avanzar en todo lo referente a cumplimientos en el CORSIA.



Ilustración 9: Aliados confirmados para la Implementación de combustibles sostenibles para aviación SAF en una economía circular costarricense, mediante la utilización de residuos sólidos municipales (RSM). Fuente: Flacso.

### 3.2.7 Meta aspiracional a largo plazo para la aviación internacional LTAG, OACI y FlyNetZero de IATA

**2023-2050:** Una de las más recientes propuestas de OACI ha sido el acuerdo de LTAG (Long term global aspirational goal, por sus siglas en inglés) y la consecuente propuesta de AITA de Volar Net Zero al 2050, las cuales se incluyen como acciones que representan un impulso a prácticamente todas las demás medidas de reducción de emisiones, por tanto, consideramos incluirla como la medida potenciadora de las demás.

En el 41<sup>st</sup> periodo de sesiones de la Asamblea de la OACI se adoptó la LTAG para la aviación internacional, lo cual representa un compromiso de cero emisiones netas al 2050, compromiso que la industria ha manifestado en apoyo al acuerdo de París de la UNFCCC para la meta global de mantener el incremento de la temperatura del planeta de por debajo de los 2°C. Este acuerdo histórico viene a representar un refuerzo en el liderazgo de la OACI en cuanto a los aportes de la aviación internacional la lucha ante el cambio climático.

Si bien la LTAG no atribuye obligaciones o compromisos específicos en la forma de reducción de emisiones en las metas individuales de los estados, esta meta sí insta a reconocer las capacidades de nivel de desarrollo, madurez del mercado de la aviación y sostenibilidad del crecimiento de la aviación para una transición justa basada en las necesidades nacionales del desarrollo del transporte aéreo, por lo que cada estado brindará su aporte a la meta socialmente, económicamente y ambientalmente sostenible según las

circunstancias nacionales. Por lo tanto, la cuantificación de su efecto se podrá percibir hasta hacia el final del periodo de acciones establecido (2035-2050).

#### **4. Resultados y progreso del plan**

##### **4.1 Resultados previstos con las medidas**

Si bien algunas de las medidas propuestas brindan algún grado de detalle para estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> que permiten reducir, para la mayoría de las medidas aun no se cuenta con datos suficientes para considerarlos una estimación acertada, lo que implica que se están utilizando las estimaciones de reducción generales por medida basado en lo que expertos de OACI han identificado.

Un aspecto muy importante es que la revisión de las medidas nos está permitiendo que a mediano plazo algunas puedan ser actualizadas, generando estimaciones más certeras tan pronto nuevos datos así lo permitan, además que en el proceso regulatorio se han presentado acciones para facilitar contar con registros adecuados que permitirán mejorar las estimaciones del 2026 al 2029, el mismo proceso de MRV de CORSIA y los SAF que se utilicen a corto plazo ayudarán a mejorar las proyecciones. En la

Figura 4 se presenta la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación internacional de Costa Rica hasta el 2050, con la aplicación de medidas y la comparación con la proyección sin medidas.

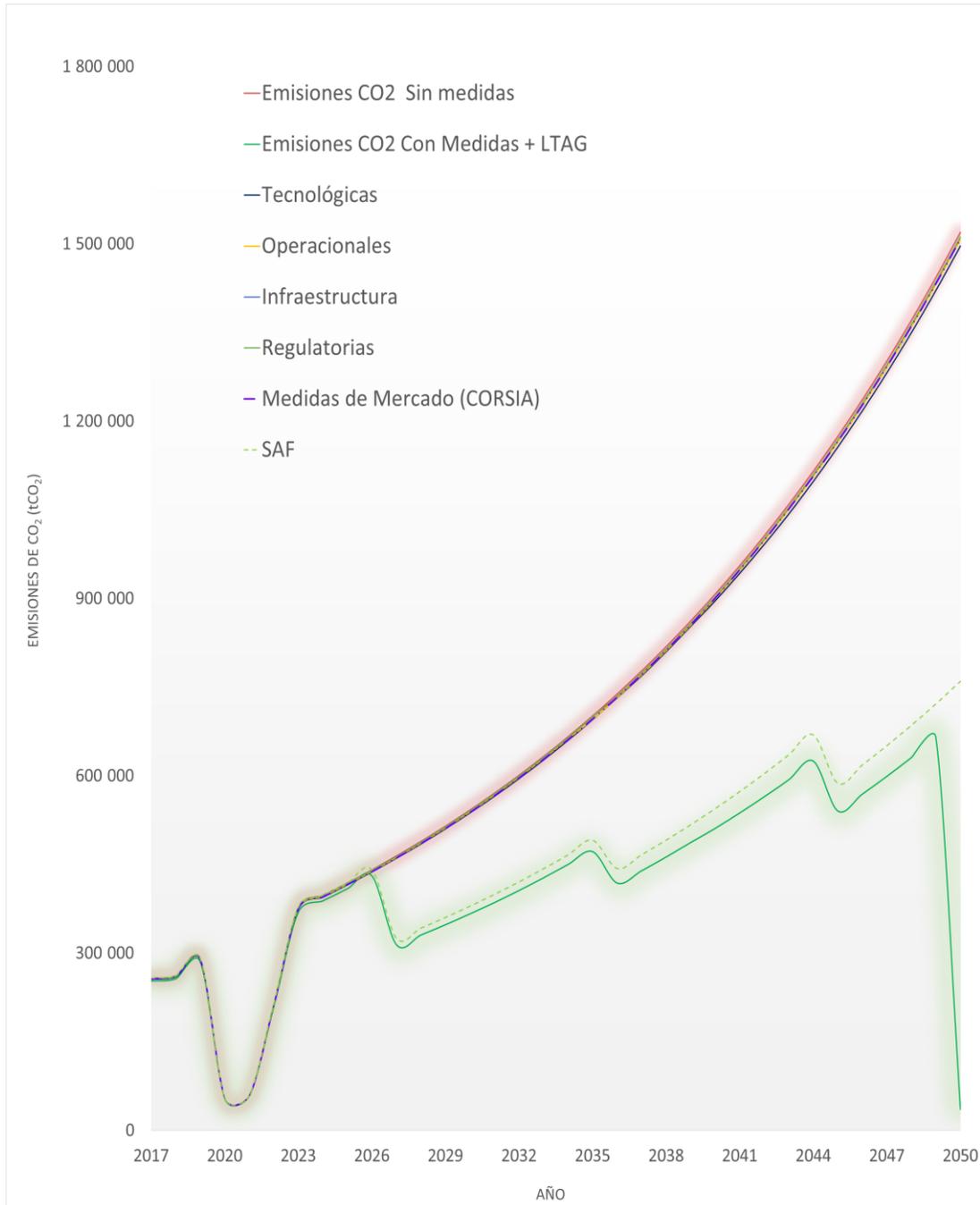


Figura 4 Estimación de Emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación internacional de Costa Rica al 2050, con la aplicación de medidas.

## 4.2 Progresos realizados en la aplicación del plan de acción

Dada la recomendación 6 de la Resolución 41-22 de la OACI, acerca de los progresos realizados en la aplicación de los planes de acción, se elaboró en el presente plan dividiendo las medidas en periodos según fueron ejecutadas (2020-2023, en ejecución o desarrollo (2023-2026) y a largo plazo (2023-2050), las ejecutadas en 2020-2023 son principalmente las acciones planteadas en la versión 2019 logradas.

## 5. Recursos para implementar el plan y cierre de brechas

La presente sección es acerca de la identificación de toda asistencia necesaria para implementar el plan, si bien el estado Costarricense por medio de los recursos técnicos y económicos, y sus operadores aéreos y de aeropuerto han realizado la mayoría de las acciones indicadas con sus propios recursos, es sin duda la oportunidad de mencionar que toda asistencia posible que sea brindada vendrá a favorecer la posibilidad de ejecución de las acciones propuestas, sobre todo en SAF, donde el estimado de reducción es mayor, pero así implica un elevado esfuerzo nacional para lograrlo.

Las principales acciones realizadas y las planteadas para los próximos años son mostradas en forma de resumen en la Figura 6, algunas tareas son cíclicas, ya que son parte del proceso de vigilancia que el Estado costarricense debe implementar para asegurar el cumplimiento de los requisitos planteados en el Anexo 16 volumen IV CORSIA de la OACI y su respectiva regulación nacional.

Dada la participación voluntaria de Costa Rica ha sido una gran oportunidad para prepararse, el periodo voluntario ha sido aprovechado para consolidar los procesos, acciones, definir responsables y crear capacidades en la DGAC y experiencia sobre el monitoreo de emisiones en los operadores de aeronaves, si bien no se ha logrado abarcar todas las áreas de la industria y sectores asociados en otros ministerios, este punto se ha convertido en parte del reto y de la agenda de trabajo para los próximos años.

Al igual que las otras secciones del plan, se mencionan los apoyos recibidos entre 2020-2023 y los requerimientos en materia de asistencia los próximos años.

**2020-2023:** En resumen, acerca de la asistencia de OACI por medio del programa ACT-CORSIA, se ha recibido material y sesiones de apoyo por parte de OACI para la adecuada implementación de las actividades de MRV de las emisiones y si bien el material de OACI ha representado un insumo valioso que ha permitido ser la guía de las acciones, como por ejemplo el Documento 9988 acerca de la Orientación sobre la elaboración de planes de acción de los Estados para actividades de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y Doc. 9501 Manual Técnico Ambiental adoptado por la DGAC como parte del su sistema de gestión y

que ha dado paso al procedimiento para la Gestión de la Coordinación de Vigilancia del CORSIA, esta asistencia ha radicado en generar capacidades nacionales que han venido permitiendo a la DGAC la adecuada revisión y aprobación de los EMP y los ER de las aerolíneas de bandera nacional.

Para avanzar con la propuesta de esta versión del plan se utilizó el curso en línea International Aviation CO<sub>2</sub> Emission Reduction: State Action Plans de One UN Climate Change Learning Partnership (UN CC: Learn), el cual permitió mejorar la estimación de las acciones de reducción.

**2023-2026:** Los procesos identificados que requieren fundamental y urgente asistencia son la colaboración interna del país en los procesos de reducción de emisiones, ya que se han identificado ejes que dependen de otros Ministerios que apoyen las gestiones de la autoridad de aviación civil en material ambiental.

Establecer arreglos de creación de capacidad e instrucción: Esa instrucción se centraría en el uso de los recursos disponibles (como directrices, modelos de mitigación y herramientas relativas al inventario de GEI) y se impartiría, preferiblemente, a nivel nacional.

Para desarrollar la acción 7. de las medidas de infraestructura propuestas por el MOPT, se requiere solicitar colaboración económica, se ha propuesto solicitar este apoyo a las Naciones Unidas, el monto estimado para el estudio es de alrededor de 75 mil dólares (unos 48 millones de colones), requeridos para contratar un equipo consultor que haga los estudios correspondientes para determinar la criticidad, vulnerabilidad y riesgo climático de la infraestructura aeroportuaria actual. Estos fondos serían requeridos para el año 2024, ya que primero se deben ver completadas las acciones 1 y 2 del PAMCSITT (que tienen fecha límite al 2024 y 2025 respectivamente).

Se identificó que se requiere asistencia en materia de mejorar las herramientas que permitan priorizar las medidas implementadas por los operadores para que reflejen adecuadamente el dato de reducción real de combustible asociado a cada una de las acciones, ya que la ausencia de datos en varios aspectos no ha permitido realizar los análisis de costo/beneficio, factor que también es motivo de asistencia para el estado y sus operadores.

Además, se considera una necesidad adecuar la recopilación de datos por parte de los operadores para que estos gestionen e incluyan el debido porcentaje de reducción por medida implementada. En síntesis, se vuelve vital mejorar las capacidades nacionales y de los operadores de aviones en la contabilización de los beneficios y costos asociados a las medidas, que permita una adecuada revaloración de las acciones.

Otra necesidad identificada es continuar con la generación de cultura ambiental, por medio de la implementación de la Gestión ambiental en la autoridad de aviación civil, continuar con

la capacitación de personal de la DGAC en las normas ISO 14064-3:2006 “Gases de efecto invernadero – Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero” y ISO 14065:2013 “Gases de efecto invernadero – Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento”.

Se debe aclarar que, si bien se consideró como necesidad generar conocimiento en materia de ISO, se comprende que son los OVV quienes deben estar acreditados en estas normas, y que al ser la DGAC responsable de la aprobación de los EMP y de los Informes de Emisiones acreditados (ER) y de la revisión de la compensación realizada por los operadores, es que se considera necesario conocer bajo qué requisitos de las normas los ER fueron revisados, en la revisión de los ER por parte del personal de la DGAC han surgido dudas especialmente con los tamaños de muestra usados por los OVV, de los cuales se obtienen pocos detalles para entender los procesos que utilizan en la verificación, dejando a las ACC la responsabilidad de aprobar el ER.

Continuar con la generación de capacidades nacionales en el conocimiento del CORSIA y de los Planes de Acción, la continuidad de la vigilancia. Ya que si bien se brindó en 2019 preparación del Organismo de Acreditación Nacional en CORSIA, se trabajó para que un OVV se acreditara a nivel nacional en CORSIA, se brindaron talleres a los operadores con la participación del Acreditador Nacional y el Ministerio de Ambiente y Energía por medio de la Dirección de Cambio Climático, los talleres brindados se enfocaron en procesos MRV de CORSIA y estos deben mantenerse en las próximas décadas, por tanto es vital el entrenamiento de personal cada cierto tiempo en esta materia.

Es importante hacer ver que el Estado costarricense se encuentra en una etapa de limitación de contratación y escasez de personal, principalmente asociado a la aplicación de la reducción presupuestaria, que también han restringido a la DGAC, lo cual deriva en que las responsabilidades ambientales se tengan que repartir entre personal de la institución que ya cumple funciones en otros temas, por lo tanto el logro de las metas propuestas se ve condicionado a las posibilidades de atención por parte del personal, en consecuencia, como parte de este análisis se ha identificado como una acción imprescindible para lograr los objetivos del plan, gestionar la capacidad de recurso en ese sentido, la propuesta deberá ir enfocada a estructurar una unidad organizativa para atender esta área.

Finalmente, se considera que los temas que requieren especial atención en 2023 son los asociados a cálculo de requisitos de compensación, como revisar los informes de operadores en cuanto a unidades de compensación y todo acerca de la implementación, regulación y uso de SAF, por lo tanto, se buscarán los medios para realizar esta formación.

Se incluyó al estado Costarricense en el programa ACT-SAF, dado que para la implementación de esta medida se requiere toda la asistencia posible.

## 6. Referencia y glosario

### 6.1 Referencias bibliográficas

ICT, Anuario de Turismo 2017.

IPCC, Informe Especial del IPCC sobre el 1.5°C

CAPPER 2.0, 2016, Plan de Acción de Centroamérica para la reducción de emisiones provenientes de la aviación civil internacional. PREMAC. COCESNA.

MINAE, 2009, Estrategia Nacional de Cambio Climático.

MINAE, 2019, Plan de Descarbonización 2019-2050.

OACI, Primera Edición. Anexo 16 Vol. IV "Protección del Medio Ambiente-Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional (por sus siglas en inglés Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA).

OACI, Doc. 9988, Orientación sobre la elaboración de planes de acción de los Estados para actividades de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Núm. de pedido: 9988. ISBN 978-92-9258-222-7.

OACI, Doc 9501, Environmental Technical Manual Volume IV, Procedures for demonstrating compliance with the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). Order Number: 9501-4. ISBN 978-92-9258-501-3.

OACI, Doc 10013 Oportunidades operacionales para reducir el consumo de combustible y las emisiones.

OACI, 2019, CORSIA Emissions Unit Eligibility Criteria

OACI, 2022, CORSIA Eligible Emissions Units

OACI, 2022, Assembly Working Paper A41-WP/368 (international aviation and climate change) and A41-WP/369 (update of Assembly Resolution A40-18). The report of the Executive committee is contained in A41-WP/658.

OACI, 2022, The conclusions of the HLM-LTAG (also refer to ICAO Doc 10178 for HLM-LTAG Report).

OACI, 2022, Guidance on potential policies and coordinated approaches for the development of sustainable aviation fuels.

US Aviation Climate Action Plan - November 2021.

### 6.2 Glosario

ACC: Autoridades de Aviación Civil

ACT: Entrenamiento y creación de capacidades

AIJS: Aeropuerto Internacional Juan Santamaria

AIJS: Aeropuerto Internacional Juan Santamaria

AIDOQ: Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós

APU: Unidad Auxiliar de Energía

CAAF: Climate Aligned Aviation Fuels

CERT: ICAO CORSIA CO<sub>2</sub> Estimation and Reporting Tool

COCESNA: Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea

CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation  
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático  
CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono  
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático  
DGAC: Dirección General de Aviación Civil  
EBT: Environmental Benefit Tool  
ECA: Ente de Acreditación Nacional  
ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático  
EMP: Planes de Monitoreo de Emisiones  
ER: Informe de Emisiones  
ICT: Instituto Costarricense de Turismo  
IMN: Instituto Meteorológico Nacional  
IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático  
GPU: Ground Power Unit  
NDC: Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica.  
MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería  
MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía  
MIDEPLAN: Ministerio de Planificación  
MOPT Ministerio de Obras Públicas y Transporte  
MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación  
OACI: Organización de Aviación Civil Internacional  
OVV: Organismo Validación/Verificación  
PGAI: Plan de Gestión Ambiental Institucional  
PPCN: Programa País Carbono Neutralidad  
PREMAC: Programa Regional de Medio Ambiente y Cambio Climático de COCESNA  
RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo  
SAF: Sustainable Aviation Fuels  
TAF: Terminal Aerodrome Forecast

— FIN DEL PLAN DE ACCIÓN —