



## FORO SECTOR AÉREO 2030

Asunto: Infraestructura y Sostenibilidad Ambiental

### ***Desarrollo sostenible de la infraestructura aeronáutica en el sistema de aviación civil en Colombia: retos y oportunidades***

*Presentado por*  
EDGAR JIMÉNEZ PÉREZ  
JORGE ENRIQUE SALTARÍN SÁNCHEZ  
ABEL TORRES MUÑETONES  
NIBIA LUCÍA MORALES GALINDO  
ÁNGELA INÉS PÁEZ PIÑEROS  
HARLEN MEJÍA OLIVEROS  
PABLO ALEJANDRO GIRALDO JIMÉNEZ

#### **Resumen**

Colombia espera un crecimiento en la demanda de servicios a la aviación civil que impondrá mayores exigencias sobre la infraestructura aeronáutica que soporta los servicios aeroportuarios y de navegación aérea. Indudablemente, tal crecimiento también se asocia a un incremento en el impacto ambiental y social de la aviación que pone en riesgo la sostenibilidad del sistema de aviación civil y desafía los compromisos de Colombia para enfrentar el calentamiento global.

Además, dichas expectativas implican naturalmente la incertidumbre inherente a los factores cambiantes que determinan cómo, cuándo, dónde e incluso si sucederá el crecimiento esperado. No considerar la incertidumbre en la aviación civil normalmente lleva a inversiones sobre o subdimensionadas, o inadecuadas para aprovechar oportunidades de crecimiento con modelos de negocio o características operacionales no previstas.

En el entendido de que la sostenibilidad es transversal y no debe limitarse a la mitigación de los efectos causados, hemos identificado tres oportunidades de intervención dentro de la línea de acción de infraestructura y sostenibilidad ambiental para abordar los desafíos impuestos por ese crecimiento incierto y el impacto asociado: 1) Desarrollo sostenible de la infraestructura para los servicios de navegación aérea a través del PNA COL; 2) Desarrollo sostenible de la infraestructura para los servicios aeroportuarios; y 3) Reducción y compensación del impacto ambiental

En ese orden de ideas, las **recomendaciones** exploran estas oportunidades de intervención respecto a la red aeroportuaria y a la infraestructura para los servicios de navegación aérea y respecto al desarrollo sostenible de la infraestructura. Esto requiere:

- Reconocer el Plan de Navegación Aérea PNA COL como herramienta



<p>estratégica de planeación que deberá revisarse y actualizarse por lo menos cada dos años.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Reconfigurar la red aeroportuaria del País a partir de la categorización de “aeropuertos mejorados” del sistema nacional del espacio aéreo.</li> <li>● Incorporar el CORSIA y el Airport Carbon Accreditation como marcos de referencia para el control, reducción y compensación de emisiones de la aviación civil.</li> </ul>	
Referencias	<p>Plan de Navegación Aérea para Colombia (PNA COL). Plan Mundial de Navegación Aérea (GANP). <i>On Board a Sustainable Future</i>, ICAO 2016 Environmental Report. Plan Estratégico Institucional 2015 - 2018 - Aerocivil.</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura necesaria para la provisión de los servicios a la aviación civil en Colombia enfrenta dos retos importantes en el futuro previsible: i) garantizar la sostenibilidad del sistema de aviación civil en términos ambientales, respondiendo a la necesidad de revertir el calentamiento global reduciendo el impacto generado por la actividad aérea sobre los ecosistemas y las personas; y ii) responder a las dinámicas de la demanda futura por servicios aeroportuarios y de navegación aérea operacionalmente seguros y adecuados a las necesidades del desarrollo en términos de transporte de pasajeros, mercancías y de la actividad aérea en general.

Esta nota de estudio explora la naturaleza y las características de esos retos a partir de las condiciones actuales del sistema de aviación civil, de tal forma que nos permita identificar oportunidades para el desarrollo sostenible a mediano plazo (2030) de la infraestructura aeronáutica del País. Igualmente se identifican las posibles interacciones que el desarrollo sostenible de la infraestructura aeronáutica implica respecto a las otras líneas de acción planteadas para el Foro Sector Aéreo 2030.

La nota se enmarca dentro de la implementación del Plan Global de Navegación Aérea (GANP, por sus siglas en inglés), el marco de referencia que la OACI viene desarrollando para incrementar la capacidad y mejorar la eficiencia del sistema de aviación civil global, mejorando o por lo menos manteniendo los niveles actuales de seguridad. Colombia, como estado miembro de la OACI, recoge el GANP en su Plan de Navegación Aérea (PNA COL), que formula los lineamientos estratégicos para el desarrollo de la navegación aérea en el País.

El PNA COL es un elemento estratégico para la aviación civil, que prioriza las inversiones para atender los requerimientos operacionales en el corto, mediano y largo plazo, frente a la provisión de los servicios a la navegación aérea y servicios aeroportuarios. En esta Nota de Estudio se exploran otros retos y oportunidades en cuanto a los servicios aeroportuarios y la infraestructura asociada.



## 1.1 La infraestructura en el sistema de aviación civil

La infraestructura aeronáutica se concibe como “el conjunto de instalaciones y servicios destinados a facilitar y hacer posible la navegación aérea” (Código de comercio, art. 1808). El sistema de aviación civil hace uso de la infraestructura aeronáutica conforme a las necesidades de los diversos tipos de *proveedores de servicios*: operadores de aeronaves, organizaciones de mantenimiento, organizaciones de diseño o fabricación de aeronaves o partes, servicios de escala (*handling*), centros de instrucción aeronáutica, explotadores de aeródromo, y proveedor de servicios a la navegación aérea. No obstante, el sistema de aviación civil incluye la interacción de otra serie de actores públicos y privados en la provisión de dichos servicios (organizaciones internacionales, entidades territoriales, aerolíneas, agentes, fabricantes, pasajeros, operadores de aeropuertos, entre muchos otros) que determinan las exigencias para la infraestructura.

Esto es, la infraestructura aeronáutica está determinada por las necesidades dictadas por los usuarios de la misma. Esta idea es relevante en el sentido que **los servicios deberían definir la infraestructura necesaria y no al contrario**. Y en ese orden de ideas, la planificación de las políticas para el sector de la aviación civil debe alejarse del paradigma de *predecir y proveer* que ha dominado la planificación del transporte en las últimas décadas. Es crucial entender que los servicios - aeroportuarios y de navegación aérea - responden a un propósito mayor asociado a la actividad aérea, por ejemplo, el transporte de personas y mercancías de acuerdo a las necesidades de las regiones y el país en un contexto intermodal.

En términos generales, el Plan Estratégico Institucional 2015 - 2018 de la Aerocivil establece un objetivo institucional directamente relacionado con el desarrollo de infraestructura:

Objetivo 2. Mejorar la eficiencia e incrementar la capacidad de los servicios a la navegación aérea y de los servicios aeroportuarios.

Resulta interesante que el objetivo haga primero énfasis en mejorar la eficiencia, pues no es solamente nueva infraestructura lo que se requiere para incrementar la capacidad. Además, este objetivo está estrechamente vinculado con por lo menos otros tres objetivos que determinan la competitividad del sistema de aviación civil en el País:

Objetivo 1. Mejorar los niveles de seguridad operacional del transporte aéreo.

Objetivo 3. Mejorar la facilitación y la seguridad de la aviación civil.

Objetivo 5. Fomentar la cobertura y el crecimiento de la aviación civil.

La seguridad ha sido y deberá continuar siendo el criterio más importante en el



desarrollo de la aviación civil. En ese sentido, el crecimiento del sector debe estar enmarcado siempre por el compromiso ineludible con la seguridad, pero también debe asegurarse que el crecimiento no comprometa la sostenibilidad ambiental.

## 1.2. Exigencias de sostenibilidad en el sistema de aviación civil

Por mucho tiempo la aviación había eludido el compromiso frente a la reducción de sus efectos en el calentamiento global (Transport & Environment, 2016a), en parte debido a su relativamente baja participación como fuente de emisión de CO<sub>2</sub> comparada con otros sectores. No obstante, dado el crecimiento sostenido que ha tenido la aviación comercial en las últimas décadas, aunado al incremento en la eficiencia energética de otros sectores, inevitablemente la aviación será responsable por una proporción cada vez mayor de emisiones contaminantes. Ante esta situación, desde octubre de 2016 la OACI ha venido trabajando en desarrollar estrategias para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de la aviación internacional, a través del Esquema de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por sus siglas en inglés).

El CORSIA es una medida mundial basada en el mercado diseñada para compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la aviación internacional a fin de estabilizar los niveles de esas emisiones a partir de 2020. La compensación de las emisiones de CO<sub>2</sub> se logrará mediante la compra y cancelación de unidades de emisión del mercado mundial del carbono por los explotadores de aviones. Además del CORSIA, la OACI ha identificado las siguientes esferas que pueden contribuir a la consecución de las metas mundiales a las que se aspira: Tecnología y normas relativas a las aeronaves; Perfeccionamiento de la gestión del tránsito aéreo y mejoras operacionales; Desarrollo y utilización de combustibles aeronáuticos sostenibles.

La OACI busca incrementar continuamente en 2% anual, hasta 2050, la eficiencia en el rendimiento de combustible, así como garantizar un crecimiento neutral en carbono a partir de 2020 (OACI, 2016). El crecimiento neutral está principalmente basado en la posibilidad de compensar emisiones, pero un estudio europeo (Cames et al., 2016; Transport and Environment, 2016) encontró que el 85% de los proyectos de compensación de emisiones no lograban su cometido. Por otro lado, la OACI ha producido un avance significativo en la medición de emisiones en aeronaves para la estandarización de la producción en términos ambientales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las metas de la OACI aplican únicamente para la aviación internacional y el esquema CORSIA tiene vinculación apenas voluntaria de 2021 a 2027 y que Colombia aún no hace parte de los estados miembro vinculados voluntariamente.

El Plan Estratégico Institucional 2015 - 2018 de la Aerocivil establece los compromisos de la entidad en términos de reducción del impacto negativo de la aviación a través del cuarto objetivo institucional:



Objetivo 4. Minimizar los impactos negativos que genera el transporte aéreo sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

En particular, los indicadores que buscan medir el alcance de este objetivo están relacionados con la **reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en vuelo** (en ruta) y el avance en el **cumplimiento ambiental** de los planes específicos para 25 aeropuertos<sup>1</sup>.

De manera que existe potencial para examinar metas desde el nivel local, nacional y regional para promover la sostenibilidad de todo el sistema de aviación civil. En particular, para explorar oportunidades más allá de la operación de aeronaves, **promoviendo mejoras en las operaciones en tierra de aeronaves y vehículos de servicios aeroportuarios y de escala (*handling*), en la eficiencia energética de los aeropuertos y otras instalaciones, así como en el acceso de pasajeros, empleados y visitantes a los aeropuertos del País.** Así mismo, es crucial evaluar la resiliencia de la infraestructura aeronáutica ante la ocurrencia de fenómenos adversos que podrán alterarse en magnitud o frecuencia con el cambio climático, tales como inundaciones, sequías, deslizamientos o tormentas.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Estructura organizacional y el papel de la Aerocivil en el sistema de aviación civil

En Colombia, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil - Aerocivil, además de ser la autoridad normativa de aviación civil, es proveedor de servicios de instrucción, de servicios aeroportuarios, es el único proveedor de servicios a la navegación aérea, y también está encargada de la investigación de accidentes e incidentes. La OACI recomienda que exista una separación clara entre la autoridad y el prestador de servicios, cuando el Estado sea ambas cosas. El Decreto 823 de 16 de mayo de 2017 da los primeros pasos en ese sentido, aunque es necesario avanzar con la implementación para asegurar independencia de recursos y personal adecuado en cada área. La Figura 1 muestra el marco conceptual para la organización de la Aerocivil según sus funciones como autoridad, prestador de servicios y unidades de apoyo. Vale la pena notar que la función de la entidad como Proveedor de Servicios a la Navegación Aérea (ANSP) no es suficientemente explícita.

---

<sup>1</sup> No se detalla en el Plan Estratégico Institucional 2015 - 2018 cuáles son estos 25 aeropuertos.

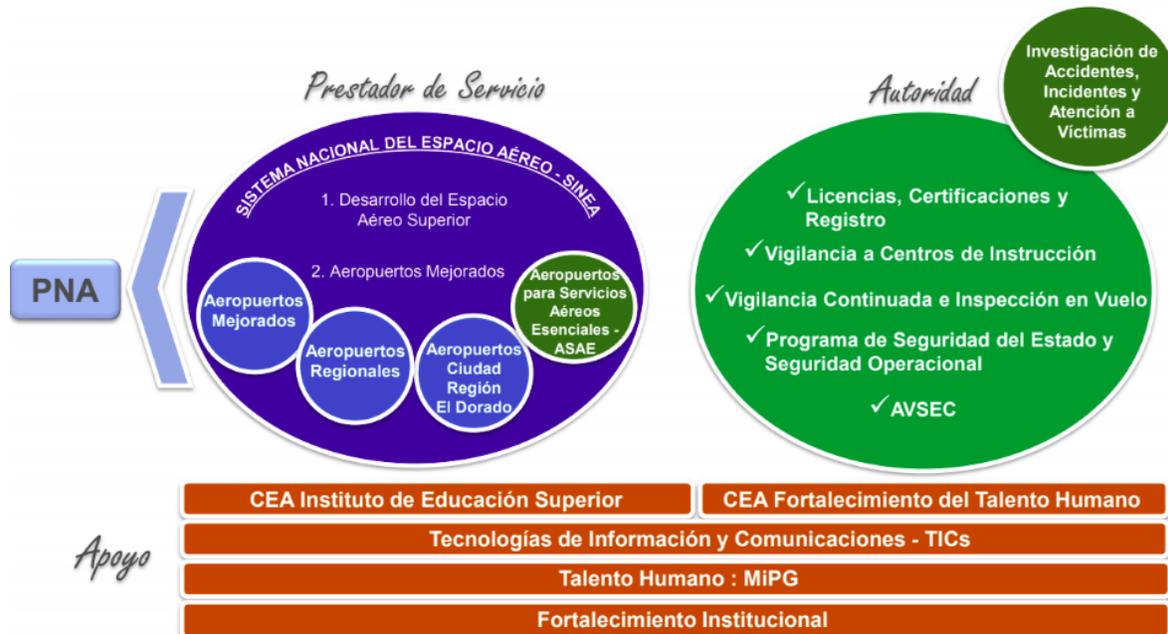


Figura 1. Marco conceptual de la estructura organizacional de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil - Aerocivil como autoridad y prestador de servicios en el sistema de aviación civil. El papel de la Aerocivil como Proveedor de Servicios a la Navegación Aérea no es explícito. Fuente: Aerocivil

La Aerocivil como ANSP debe encargarse de la implementación de los bloques de actualización del sistema de aviación (ASBU), establecidos en el PNA COL bajo el marco del GANP. Los bloques de actualización se refieren a un grupo de mejoras operacionales que incluyen tecnologías y procedimientos, organizadas en módulos, que permitirán la armonización completa del sistema de navegación aérea global. Así mismo, la Aerocivil como ANSP deberá encargarse de definir objetivos de reducción de emisiones y ruido alcanzables con la implementación de estas mejoras operacionales, así como de la medición de los efectos individuales de los operadores de aeronaves en las diferentes fases de vuelo.

La Aerocivil como explotador de aeródromos debe articularse e integrarse en un entorno cada vez más competitivo en conjunto con operadores privados. No obstante, la Aerocivil como autoridad regulatoria también establece las tarifas y derechos aplicables en materia de transporte aéreo, así como la política tarifaria en general para el sector. Además, pueden existir conflictos de competencia con la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) en la definición de los contratos de concesión aeroportuaria.

Es importante que la Aerocivil, como explotador de aeródromos, tenga claramente definidas sus responsabilidades de desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructura bajo los mismos parámetros de seguridad, sostenibilidad ambiental y calidad del servicio que le sean aplicables a los operadores privados.



Igualmente, en este ámbito los explotadores de aeródromo, incluida la Aerocivil, deberá contar con la flexibilidad para desarrollar oportunidades comerciales aeronáuticas y no aeronáuticas que promuevan la diversificación de ingresos en los aeropuertos y contribuyan a la accesibilidad del transporte aéreo para cada vez más personas.

## 2.2 Infraestructura para los servicios aeroportuarios

Según el Plan de Navegación Aérea para Colombia (PNA COL), la red aeroportuaria de Colombia incluye 703 aeródromos, de los cuales 251 son de uso público. 68 aeropuertos públicos son propiedad de la Aerocivil y los demás corresponden a diferentes entidades territoriales o sus divisiones administrativas. 16 aeropuertos públicos ofrecen servicios de aviación comercial internacional. 58 aeródromos públicos tienen pistas de por lo menos 1200 m de longitud, de los cuales 22 tienen pistas de más de 1800 m.

El Volumen II del PNA COL muestra un análisis del estado de las diferentes infraestructuras que son responsabilidad de la Aerocivil para 61 aeródromos sobre los cuales tiene responsabilidad en todos o algunos de los servicios aeroportuarios y de navegación aérea. Más allá del estado específico en cada caso, destaca que **“el 64 % de las pistas no cumplen con el ancho mínimo** requerido, y exigido por el RAC 14.3.3.1.9.2” (pág. 173). Se hace necesario, realizar un análisis para actualizar la clave de referencia<sup>2</sup> asignada de acuerdo con las características y dimensiones de las aeronaves que **se esperan servir, en función del desarrollo de flota de las aerolíneas en Colombia**. Al mismo tiempo las franjas de seguridad se encuentran en estado crítico en 48% de esos aeródromos. Así mismo, 50% de las torres de control están en estado crítico, aunque 45% de ellas no tienen uso activo.

En ese sentido, el PNA COL recomienda una atención inmediata a los **cerramientos** y a la conformación de las **franjas de pista** para “asegurar que las labores de operación aérea se desarrollen dentro de un contexto de mínimo riesgo” (pág. 175). En seguida, prioriza en el siguiente orden los demás tipos de infraestructura: **pistas**, plataformas, calles de rodaje, terminales, cuarteles, infraestructura complementaria.

Utilizando un análisis de decisión multicriterio, el PNA COL establece que 60 de los 61 aeródromos estudiados requieren estrategias de intervención de infraestructura con una prioridad alta (la máxima otorgada). El único aeropuerto que no resulta priorizado es Tunja - Gustavo Rojas Pinilla.

Desde la década de 1990, Colombia ha seguido una tendencia de comercialización de aeropuertos mediante concesiones a operadores privados. En

---

<sup>2</sup> La clave de referencia se determina como número y letra, para fines de planificación del aeródromo, de acuerdo con las características de las aeronaves para los que se destine.



la actualidad, 17 aeropuertos (ver Figura 2) están concesionados individualmente o en grupos de aeropuertos. Dos de ellos son propiedad de los respectivos municipios a los que sirven: Medellín - Enrique Olaya Herrera y Pereira - Matecaña (en estructuración de la concesión).

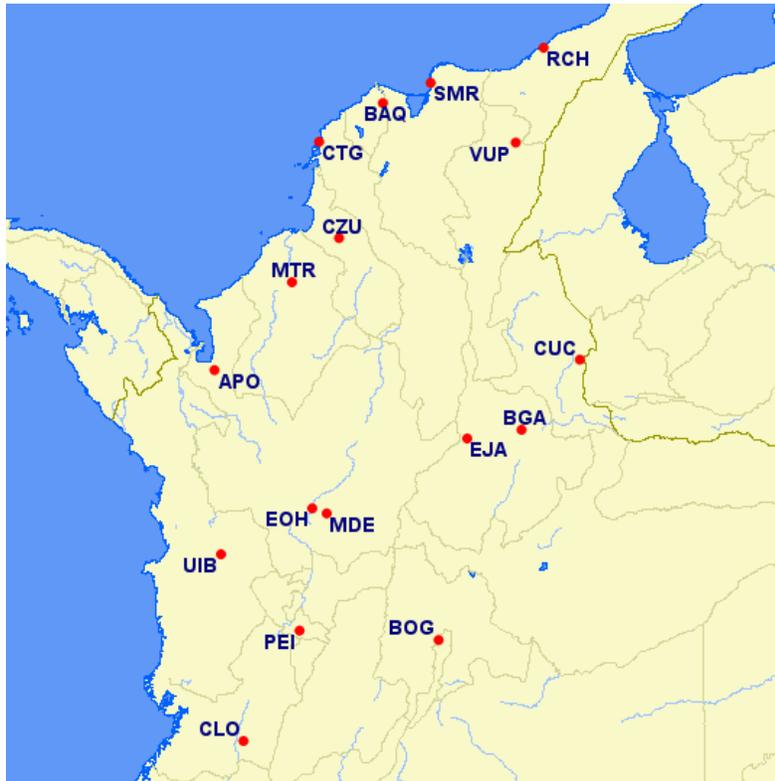


Figura 2. Aeropuertos actualmente en concesión. Nota: Pereira (PEI) se encuentra actualmente en estructuración de la concesión, según el PNA-COL. Mapa: Great Circle Mapper - gcmapp.com

Esta estrategia ha contribuido a la adecuación de la infraestructura para responder al crecimiento del tráfico en la última década. De hecho, ha habido un aumento en la inversión privada por concesión de aeropuertos del 0,002% PIB en 2006 a 0,050% en 2013, y en el periodo 2008 - 2012 la inversión privada superó a la inversión pública en el sector (Fedesarrollo, 2016).

Cinco de los aeropuertos concesionados (Bogotá, Medellín/Rionegro, Cali/Palmira, Cartagena y Barranquilla) han alcanzado en 2016 valores sostenidos por encima de los 2,5 millones de pasajeros anuales. Durante 2015, estos cinco aeropuertos concentraban el 68% de los pasajeros y el 72% de la carga, nacional en los dos casos. Mientras que el 80% de los pasajeros y el 98% de la carga internacional se concentraba únicamente en Bogotá y Medellín/Rionegro.

De los restantes aeropuertos concesionados, hay otros cinco (Bucaramanga - BGA, Pereira - PEI, Santa Marta - SMR, Cúcuta - CUC y Montería - MTR) que han presentado un crecimiento exponencial en la última década, alcanzando en 2016



entre cerca de 1 millón y 2 millones de pasajeros al año. La Figura 3 muestra el número de pasajeros que iniciaron un viaje con origen en los aeropuertos concesionados, sin considerar los primeros 5 aeropuertos principales. Se destaca el segundo grupo de 5 aeropuertos en líneas punteadas.

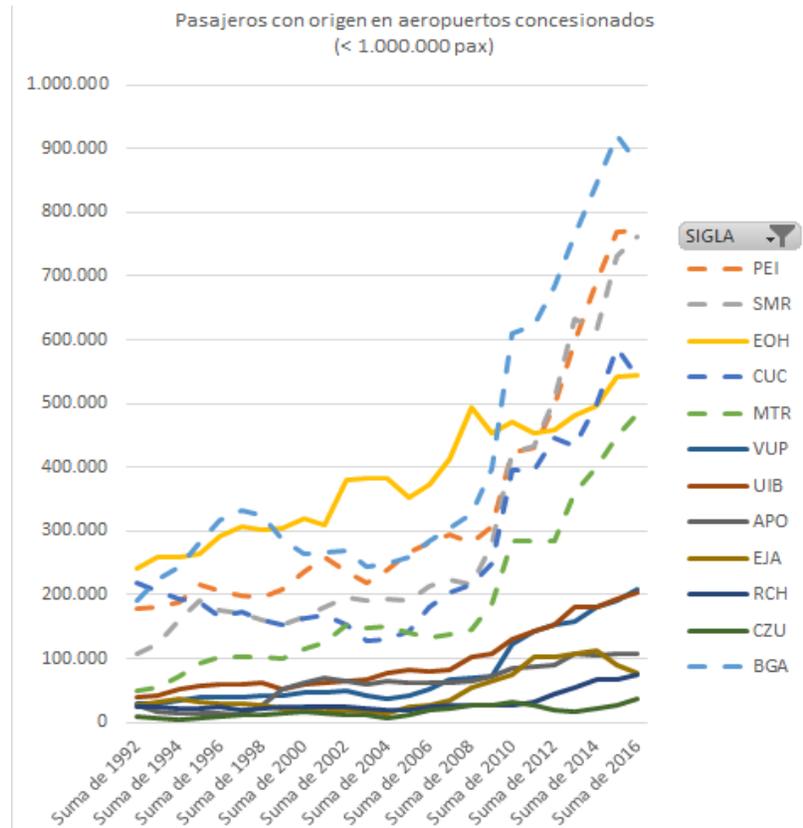


Figura 3. Pasajeros con origen en aeropuertos actualmente en concesión con menos de un millón de pasajeros. Fuente: Aerocivil.

No obstante, como se observa también en la Figura 3, hay otros 6 aeropuertos (Valledupar - VUP, Quibdó - UIB, Apartadó/Carepa - APO, Barrancabermeja - EJA, Riohacha - RCH y Sincelejo/Corozal - CZU) en donde el crecimiento no ha sido tan dramático como en los demás. En Barrancabermeja, además, se nota una disminución importante en los últimos dos años, probablemente asociado a la variación en los precios internacionales del petróleo que afecta el nivel de actividades en las zonas petroleras del País y, por ende, la demanda de viajes en ellas.

## 2.2.1 Infraestructura aeroportuaria previsible en el mediano plazo

Según el PNA COL, existen 32 planes maestros aeroportuarios aprobados por la Aerocivil, incluyendo uno para el potencial desarrollo del aeropuerto El Dorado II en Bogotá. 10 de ellos tienen más de 9 años de aprobación. Hay un elemento que no suele ser tenido en cuenta en la elaboración de planes maestros aeroportuarios



y es el de la incertidumbre respecto a la demanda futura. Algo que ha sido crítico en el caso del aeropuerto El Dorado de Bogotá, donde el crecimiento observado ha sido ampliamente superior al previsto en el plan maestro.

Existe, por lo tanto, una oportunidad de actualizar los planes maestros considerando incertidumbre y diseños flexibles en la planificación de la infraestructura. A manera de ejemplo, el Plan Maestro para el Aeropuerto El Dorado II<sup>3</sup> considera una demanda proyectada a 2041 de 69,22 millones de pasajeros para un sistema multi-aeropuertos en Bogotá, distribuidos en 61,56 millones para El Dorado I y 7,66 millones para El Dorado II. No obstante, no expone ninguna explicación sobre los factores que pueden llevar a ese nivel y esa distribución o a cualquier otra que también pueda ser plausible. En consecuencia, el desarrollo de la infraestructura responde únicamente a ese nivel esperado de casi 8 millones de pasajeros al año.

En cuanto a los aeropuertos que tienen más potencial de ser concesionados en el corto plazo, como se muestra en la Figura 4, San Andrés (ADZ) y Providencia (PVA) harían parte de una misma concesión; así como Armenia (AXM), Ibagué (IBE), Neiva (NVA) y Buenaventura (BUN), que entrarían a formar parte de la concesión de Cali/Palmira una vez concluya la actual. La lógica de estas concesiones, así como de algunas de las existentes, implica que aeropuertos con mayor tráfico comercial de cierta manera subsidian el funcionamiento de los más pequeños. Con lo cual las oportunidades comerciales de estos aeropuertos secundarios no siempre se exploran adecuadamente y, en consecuencia, la infraestructura disponible podría seguir siendo limitada.

A manera de ejemplo, en el aeropuerto de Ibagué en los últimos 10 la Aerocivil ha realizado inversiones que superan los 70 000 millones de pesos en la construcción de una plataforma, un edificio de pasajeros con accesos y estacionamiento, un cuartel SEI y una torre de control nuevos. En el documento de estudios previos para la licitación de la intervención<sup>4</sup> se establece un crecimiento máximo proyectado de 310 000 pasajeros anuales para el año 2031. Sin embargo, en el mismo ejercicio de proyección se muestran los datos históricos que indican un nivel de 304 000 pasajeros en el año 1995, lo cual refleja una estrategia comercial diferente para las aerolíneas que operaban en la altura. Más allá de este hecho, las inversiones realizadas no han contemplado ninguna modificación a la pista, ni en longitud, ni en ancho, ni en mejorar las condiciones de la superficie y la señalización e instrumentación para aterrizaje en condiciones de baja visibilidad; lo cual afecta la posición competitiva del aeropuerto y no permite explorar alternativas para sacarle provecho a las inversiones ya realizadas.

<sup>3</sup> Consorcio Plan Maestro Nuevo Aeropuerto El Dorado II - Contrato No. 15000084-OK2015

<sup>4</sup> Anexo No.1 – Estudios Previos de la Licitación Pública No. 14000028 OL de 2014



Figura 4. Aeropuertos actualmente en evaluación para ser concesionados en el corto plazo. Los aeropuertos en el centro-occidente del País se concesionarían en conjunto con Cali/Palmira - CLO.  
Fuente: Aerocivil. Mapa: Great Circle Mapper - gcmap.com

Es importante también tener en cuenta las concesiones a vencer dentro del periodo de análisis para esta nota de estudio, que incluyen los aeropuertos de Cali/Palmira - Alfonso Bonilla Aragón (31 de agosto de 2020), Cartagena - Rafael Núñez (25 de septiembre de 2020) y Bogotá - El Dorado (19 de enero de 2027). En la reestructuración de estas concesiones deberán implementarse las recomendaciones que surjan del Foro Sector Aéreo 2030 en las diferentes líneas de acción. En cuanto a infraestructura y sostenibilidad deberá permitirse suficiente flexibilidad en el desarrollo de infraestructura y en la regulación de los ingresos de las concesiones, así como deberá asegurarse la inclusión de indicadores de gestión ambiental que promuevan la sostenibilidad de los aeropuertos.

De acuerdo a información disponible en la Aerocivil, a diciembre de 2017 se estaban considerando solicitudes de Asociación Público-Privada (APP) relacionadas con los siguientes aeropuertos:

- El Dorado de Bogotá: adecuación campo de vuelo, tercera pista, ampliación terminal, desarrollo logístico y desarrollo inmobiliario.
- “El Dorado II” de Bogotá: Estructuración de un nuevo aeropuerto (iniciativa pública) o integración de un nuevo aeropuerto con el existente (iniciativa privada de Odinsa).
- San Andrés y Providencia: Modernización de los dos aeropuertos del archipiélago (iniciativa pública).



- Cali/Palmira, Armenia, Neiva, Ibagué y Buenaventura: Modernización y operación de los aeropuertos (iniciativa privada).
- Barranquilla - Centro logístico aeroportuario: Nuevo aeropuerto con vocación logística (iniciativa privada).
- Cartagena - Rafael Núñez: Modernización y mantenimiento aeropuerto existente (iniciativa privada).
- Cartagena - Nuevo aeropuerto: Diseño, construcción y operación de un nuevo aeropuerto para la ciudad (iniciativa privada).
- Aeropuertos de la Orinoquía, Amazonía y el Pacífico: Iniciativa pública para la operación y el mantenimiento de aeropuertos en Meta (La Macarena), Vichada (Puerto Carreño), Guainía (Puerto Inírida), Nariño (Tumaco), Cauca (Guapi), Chocó (Nuquí), Casanare y Amazonas.

Aquí se incluye el desarrollo de aeropuertos *greenfield* en cuatro regiones: Bogotá (El Dorado II), Barranquilla (Centro logístico aeroportuario), Cartagena y Manizales (Palestina), como se muestra en la Figura 5. La sostenibilidad (financiera y ambiental) de estos aeropuertos dependerá bastante de la articulación con los aeropuertos existentes o la posibilidad de que estos sean cerrados o se especialicen en diferentes tipos de tráfico. Será importante evaluar experiencias semejantes alrededor del mundo para determinar la viabilidad de estos desarrollos, por ejemplo: Londres Stansted, Montreal Mirabel, Estambul Sabiha Gokcen, Medellín Rionegro, Quito Internacional Mariscal Sucre, Roma Fiumicino, Milán Malpensa, París Charles de Gaulle, Berlín Brandemburgo, Dallas Forth Worth, entre otros.

La experiencia en la mayoría de estos aeropuertos indica que para que un nuevo aeropuerto desarrolle tráfico comercial viable, el existente debe cerrarse o debe limitarse por regulación el tipo de tráfico que maneje. Cuando esto no sucede, el nuevo prácticamente no se utiliza a menos que exista una diferencia de costos sustancial para las aerolíneas que deseen operar allí, lo cual normalmente no permite recuperar los costos de inversión iniciales.



Figura 5. Potenciales aeropuertos *greenfield* (nuevo desarrollo). Fuente: Aerocivil. Mapa: Great Circle Mapper - gcmapp.com

El caso del aeropuerto El Dorado II presenta una complejidad adicional en la operación del sistema de pistas de los dos aeropuertos por su cercanía con el aeropuerto El Dorado. De acuerdo al Análisis técnico de la viabilidad operacional para El Dorado II<sup>5</sup>, la configuración de pistas más adecuada en términos de capacidad y riesgo en la operación sería una pista paralela (13/31) a las actuales de El Dorado en una primera fase y dos pistas paralelas en dirección perpendicular a la primera (04/22) para fases subsecuentes de desarrollo. Las pistas 04/22 son las que presentan mayor riesgo operativo, pero son las que más contribuirían a un eventual incremento de la capacidad del sistema multi-aeropuertos.

### **2.2.2 Infraestructura aeroportuaria en regiones remotas y aisladas**

Al observar las figuras 2, 4 y 5 resulta obvia la concentración de la red aeroportuaria alrededor de las zonas más pobladas en la región andina y caribe. Además de los aeropuertos mencionados hasta ahora, hay otros 26 aeródromos controlados que ofrecen o tienen el potencial de ofrecer operaciones regulares a la aviación comercial y general. Estos aeropuertos se distribuyen por el territorio nacional como se observa en la Figura 6, donde se ve también una baja densidad en la Orinoquía y la Amazonía.

<sup>5</sup> Contrato No. 15000084-OK2015



Figura 6. Aeródromos controlados, sin incluir los concesionados o próximos a concesionar. Fuente: Aerocivil. Mapa: Great Circle Mapper - gcmmap.com

En estas zonas remotas y aisladas el transporte aéreo es esencial para la accesibilidad y conectividad de las comunidades. Especialmente por la ausencia de infraestructura para otros modos, el transporte aéreo es muchas veces la única forma de comerciar los productos y de recibir insumos y servicios.

En los últimos años, la Aerocivil ha invertido cerca de 550 mil millones de pesos para mejorar la infraestructura en lo que se han denominado *aeropuertos comunitarios*. Sin embargo, la Aerocivil no ostenta la propiedad de estos aeródromos y por lo tanto no puede garantizar una operación adecuada incluso después de las inversiones.

Es necesario revisar las políticas de servicio en zonas aisladas que normalmente no pueden soportar servicios comercialmente. Investigación reciente (Metrass, 2011) recomienda dirigir la política hacia el apoyo para los residentes en descuentos directos sobre las tarifas aéreas. Además, se debe explorar el turismo como un aspecto clave para el desarrollo de servicios aéreos. En el caso de Colombia es vital conectar el desarrollo de infraestructura con las necesidades de la Estrategia Turismo y Paz<sup>6</sup> en el marco de los Acuerdos de Paz. Igualmente, se debe explotar el potencial de servicios públicos mediante taxis aéreos o helicópteros.

### 2.3 Infraestructura para los servicios de navegación aérea

<sup>6</sup>Ver [http://www.mincit.gov.co/minturismo/publicaciones/34045/turismo\\_paz\\_y\\_convivencia](http://www.mincit.gov.co/minturismo/publicaciones/34045/turismo_paz_y_convivencia)



El PNA COL también analiza 101 estaciones aeronáuticas, infraestructura necesaria para el funcionamiento de equipos y sistemas para la prestación de los servicios a la navegación aérea. Concluye que el 31% de ellas presenta condiciones críticas en cuanto a la infraestructura general de sus edificaciones y cuarto de máquinas. 5 estaciones requieren una intervención de prioridad alta, todas ellas en la Regional Cundinamarca de la Aerocivil: El Totumo, Cerro Manjui, VOR/DME Leticia, COM Puerto Leguízamo, Lomas y VOR Florencia Capitolio.

## **2.4 Incertidumbre respecto a la evolución del sistema de aviación civil en Colombia**

Colombia espera continuar con el crecimiento sostenido de la aviación comercial, tanto a nivel doméstico como internacional. Un elemento crucial en la materialización - o no - de ese crecimiento es el nivel de integración de la región (América Latina y el Caribe) y del País entre sí y con el resto del mundo. Los acuerdos multilaterales de cielos abiertos se constituyen en la mejor oportunidad para lograr esa integración a través de la aviación comercial.

No obstante, la historia en la región no ha sido favorable para la desregulación del mercado aéreo internacional, en términos multilaterales. Entre 1945 y 1995 Colombia avanzó con 9 Acuerdos bilaterales de Servicios Aéreos (ASA) y un Acuerdo de Cielos Abiertos con Venezuela. Entre 1996 se suscribieron 3 ASA y 1 ACA con la Comunidad Andina de Naciones - CAN<sup>7</sup>. Entre 2007 y 2017 fueron suscritos 27 ASA y 1 ACA con Estados Unidos.

El último intento multilateral, iniciado en 2010 en vista de la poca efectividad del ACA con la CAN, surgió en el seno de la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC) y prevé una liberalización de cuatro aspectos esenciales en las negociaciones entre países: los derechos de transporte, más conocidos como *libertades del aire*; libre designación de aerolíneas; libre capacidad; y tarifas no reguladas (Bracho, 2018).

Ante la escasa integración de la región, las principales aerolíneas (v.g. Avianca, LATAM, Copa) han desarrollado estrategias de crecimiento mediante conglomerados supranacionales que consolidan una operación *hub and spoke* mediante aerolíneas “locales” en cada país que operan bajo una misma marca comercial. Tendencia continuada ahora por las aerolíneas de bajo costo en el caso de la marca Viva. Con lo cual continúa la tendencia de concentración en los principales aeropuertos, como es el caso de Bogotá - El Dorado en Colombia.

El avance y consolidación de acuerdos multilaterales de cielos abiertos, así como de la tendencia hacia la privatización y comercialización de los aeropuertos, pueden reconfigurar la red aeroportuaria colombiana promoviendo el desarrollo de

<sup>7</sup> DECISIÓN 297 - Integración del Transporte Aéreo en la Subregión Andina:  
<http://www.sice.oas.org/Trade/Junac/decisiones/DEC297S.asp>



servicios aéreos en aeropuertos regionales, así como el surgimiento o crecimiento de nuevos modelos de negocio. Lo anterior, siempre y cuando la infraestructura esté preparada para abordar los desafíos que ello significa.

En ese sentido, los escenarios de evolución futura para la aviación civil están sujetos al desarrollo de diversos factores que son, naturalmente, fuente de incertidumbre:

- **Acuerdos bilaterales y multilaterales** que afecten los potenciales pares origen/destino internacional, las aerolíneas designadas o los precios de los tiquetes. En particular, las oportunidades que brinden dichos acuerdos para el transporte irregular (*chárter*) que en la actualidad es más limitado por el proteccionismo frente al transporte regular.
- **Evolución de los precios del petróleo** que, si bajan, afectan la demanda en zonas petroleras del país y, si sube, afecta directamente los costos de operación de las aerolíneas.
- **Evolución de la flota de las aerolíneas** y otros operadores de aeronaves. Las aerolíneas comerciales de pasajeros han cambiado sus flotas de maneras que afectan los aeropuertos que no tienen características para recibir los nuevos tipos de aviones y las pueden llevar a concentrarse en otros aeropuertos. Por ejemplo, la unificación de flota de LAN Colombia (ahora LATAM) dejó sin servicio de esta aerolínea a los destinos que no pueden atender aviones Airbus A320. Este tipo de avión ha sido también el escogido por VivaAir (antes VivaColombia) para expandir su flota, lo cual limita los destinos a servir. Por otro lado, Avianca ha continuado con su estrategia de flota diversa para adaptarse a la demanda de su red *hub and spoke*, pero incrementando ligeramente los lugares disponibles con aviones de mayor capacidad. De manera similar, SATENA ha abandonado sus aviones más pequeños y ha introducido jets regionales (ERJ-145 y ERJ-170); mientras que EasyFly continúa con aviones turbohélice, pero sus órdenes apuntan a aviones de mayor capacidad (ATR-42).
- El desarrollo de **acuerdos de exención de visado** para más países, como el implementado recientemente con los países de la zona Schengen, que reduce las barreras para utilizar el transporte aéreo internacional.
- **Otros factores macroeconómicos** que afectan la propensión a volar, como el crecimiento del PIB, los desarrollos turísticos, las tarifas de las aerolíneas, la consolidación e implementación de los acuerdos de paz, las inversiones en otros modos de transporte, etc.

Todos estos aspectos, a su vez, tienen también un impacto importante en la sostenibilidad ambiental del sistema de aviación civil, pues determinan un crecimiento o disminución en la contaminación global y local causada por las operaciones aéreas y en tierra. Lógicamente, también impactan el desarrollo de la infraestructura aeronáutica. De manera que el desarrollo de la misma debería considerar la implementación de flexibilidad para adaptarse a las tendencias que



se vayan materializando en el futuro.

No obstante, lo habitual en el desarrollo de planes maestros para los aeropuertos del País es que no se considere la incertidumbre de una forma que permita incorporar flexibilidad en los diseños. Especialmente en los aeropuertos más pequeños en donde las oportunidades para aprovechar las inversiones realizadas suelen implicar un nivel de incertidumbre mayor.

## 2.5 El papel del PNA - COL en el desarrollo sostenible de la aviación civil

Corresponde a la Aerocivil, como Proveedor de Servicios a la Navegación Aérea, la implementación de las mejoras operacionales que contribuyen a la reducción de emisiones y de ruido que están consignadas en el PNA COL. El PNA COL plantea un camino (derivado del GANP) para **mejorar la capacidad y eficiencia de la navegación aérea**. Se formula en cuatro Áreas de Mejora del Desempeño, mediante 21 hilos conductores (ver Tabla 1), a través de cuatro bloques de ejecución en el tiempo a partir de 2018 (ver Tabla 2).

Área de Mejora del Desempeño	Hilo Conductor	Descripción
OPERACIONES AEROPORTUARIAS	APTA	Accesibilidad aeroportuaria
	WAKE	Separación por estela turbulenta
	RSEQ	Secuenciación de pistas
	SURF	Operaciones en superficie
	ACDM	Toma de decisiones en colaboración a nivel de Aeropuerto
	RATS	Servicio de tránsito aéreo remoto
INTEROPERABILIDAD MUNDIAL DE DATOS Y SISTEMAS	FICE	Información de vuelo y flujo para entorno cooperativo
	DATM	Información ATM digital
	SWIM	Gestión de la información de todo el sistema
	AMET	Información MET anticipada
OPTIMIZACIÓN DE CAPACIDAD Y VUELOS FLEXIBLES	FRTO	Operaciones en rutas libres
	NOPS	Operaciones en red
	ASUR	Vigilancia Alterna
	ASEP	Separación abordó
	OPFL	Niveles de vuelo óptimos
	ACAS	Sistema anticollisión de a bordo
	SNET	Redes de seguridad
TRAYECTORIA DE VUELO EFICIENTES	CDO	Operaciones de descenso continuo
	TBO	Operaciones basadas en trayectoria
	CCO	Operaciones de ascenso continuo
	RPAS	Sistema de aeronave pilotada a distancia

Tabla 1. Hilos conductores de las áreas de mejora del desempeño para la navegación aérea.  
 Fuente: PNA-COL.



Área de Mejora del Desempeño	2018	2024	2030	2030+
Operaciones aeroportuarias	Bloque 0			
Interoperabilidad mundial de datos y sistemas		Bloque 1		
Optimización de capacidad y vuelos flexibles			Bloque 2	
Trayectorias de vuelo eficientes		Bloque 3		

Tabla 2. Bloques de ejecución de las áreas de mejora del desempeño para la navegación aérea.

Fuente: PNA-COL.

Este enfoque modular permite a los Estados seleccionar, de acuerdo a sus necesidades operativas, las metas en mejoras operacionales (llamadas módulos) para atender de manera más eficiente la demanda en servicios como: gestión del tránsito aéreo (ATM), gestión de la información aeronáutica (AIM), meteorología aeronáutica (MET) y tecnologías de comunicaciones, navegación, vigilancia, automatización (CNS). Estas mejoras operacionales aportan beneficios en materia de accesibilidad a aeródromos, capacidad para atender mayor número de operaciones, costo-efectividad, eficiencia, medio ambiente, flexibilidad en el uso del espacio aéreo, interoperabilidad global, participación de la comunidad ATM para la toma de decisiones, predictibilidad, seguridad operacional y seguridad a la aviación civil.

Por ejemplo, estas mejoras operacionales permiten la implementación de rutas que acortan el tiempo de vuelo, trayendo beneficios en los costos para las aerolíneas y en emisiones para el ambiente. También permiten incrementar la capacidad para atender más aeronaves en el mismo espacio aéreo sin disminuir la seguridad operacional, pues contribuyen a minimizar riesgos de la operación aérea.

Elemento PNACOL	Aeródromos	Avance 2018
B0-APTA	SKLT, SKBO, SKBQ, SKCG, SKSM, SKSP, SKRG, SKCL, SKPE, SKCC, SKBG, SKAR	8%
B0-APTA	SKLT, SKBO, SKBQ, SKCG, SKSM, SKSP, SKRG, SKCL, SKPE, SKCC, SKBG, SKAR	58% SID 92% STAR
B0-FRTO	Rutas RNAV 90% Espacio Aéreo Superior Optimización TMA Bogotá 100% Flexibilización del espacio aéreo (FF MM)	100%
B0-CD0	SKLT, SKBO, SKSP, SKBQ, SKCG, SKSM, SKRG, SKCL, SKCC, SKBG, SKAR, SKPE	8%
B0-CCO	SKLT, SKBO, SKSP, SKBQ, SKCG, SKSM, SKRG, SKCL, SKCC, SKBG, SKAR, SKPE	8%

Tabla 3. Avance en la ejecución del Bloque B0 del PNACOL. Fuente: Aerocivil.

Es importante priorizar los diferentes elementos en las Áreas de Mejora de Desempeño para realizar las inversiones de la manera más eficiente y flexible posible. La OACI en el GANP propone los siguientes elementos como más



críticos: APTA, RSEQ, SURF (recomendado para aeródromos con más de dos pistas donde la operación lo exija. En el PNA COL solamente está previsto para Bogotá El Dorado), ACDM, AMET; DATM; NOPS, FRTO, CDO, CCO, TBO. No obstante, el avance del Bloque 0 a febrero de 2018 no es satisfactorio en todos los elementos. La Tabla 3 muestra el avance de los elementos APTA, FRTO, CDO y CCO, así como los aeródromos en donde ha sido priorizada su implementación.

## **2.5.1 Relación de las mejoras operacionales del PNA COL con la infraestructura en tierra y la calidad de los servicios aeroportuarios**

Es muy importante que las mejoras operacionales en la navegación aérea determinadas en el PNA COL se articulen con los requerimientos de infraestructura en tierra para que no se pierdan los beneficios, especialmente los ambientales. Y aquí los explotadores de aeródromos, en particular los concesionados, juegan un papel relevante. Por ejemplo, el incremento de la capacidad en el espacio aéreo y las ventajas de rutas más directas se pueden perder si en tierra la capacidad aeroportuaria exige esperas en pista o en plataforma por falta de capacidad en puertas de embarque o plataforma. Esto se torna más importante en aeropuertos con mayor número de movimientos.

Un informe de Fedesarrollo (2016) indica que la relación entre la capacidad de movimientos aéreos y la capacidad en tierra en términos de plataformas y puertas de abordaje es particularmente crítica para los siguientes aeropuertos:

- Bogotá/El Dorado
- Cali/Palmira
- San Andrés
- Pereira
- Cali/Palmira
- Bucaramanga
- Barranquilla
- Cartagena

En estos aeropuertos deberá priorizarse la intervención en los elementos que resulten críticos para la capacidad en tierra. Para ello, es crucial entender la capacidad como un concepto dinámico, que no solamente se refiere a la disponibilidad de espacio sino a la manera como se utiliza ese espacio en el tiempo. En ese sentido, el tiempo de permanencia en los diferentes procesos para aeronaves, pasajeros y mercancías es un factor determinante de la capacidad dinámica de la infraestructura.

De allí que valga la pena explorar incentivos para que los operadores de aeronaves, las aerolíneas especialmente, tengan tiempos de escala (técnicamente tiempo de *turnaround*) más veloces. Esta es una práctica que beneficia el esquema de operaciones de las aerolíneas de bajo costo, por ejemplo, y que



puede ayudar a mejorar la eficiencia de los aeropuertos y de las inversiones asociadas. Tarifas aeroportuarias (p.ej. tasas de estacionamiento, derechos de uso de puentes de embarque o incluso tasas de aterrizaje) asociadas al tiempo de uso pudieran incentivar este tipo de prácticas.

Además, la utilización de la capacidad está directamente relacionada con la calidad del servicio que pueden prestar todos los aeropuertos. El mismo estudio de Fedesarrollo (2016) señala como una debilidad que “se cuenta con poca información sobre indicadores esenciales e indicadores clave para evaluar la calidad del servicio en aeropuertos”. También indica que la información sobre la percepción de calidad del servicio solo existe para algunos aeropuertos concesionados y no para los aeropuertos operados por la Aerocivil; y que en todos los casos no está disponible para todos los usuarios (pasajeros, aerolíneas, proveedores de servicios). Por ende, es importante vincular indicadores de desempeño en calidad del servicio para todos los aeropuertos.

## **2.6 Estándares internacionales para incorporar la sostenibilidad en el desarrollo y la operación de la infraestructura**

La ley 1682 de 2013, por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte, establece en su artículo 39 que “los proyectos de infraestructura de transporte deberán incluir la variable ambiental, en sus diferentes fases de estudios de ingeniería, pre factibilidad y estudios definitivos, para aplicarla en su ejecución”. Más allá de la disposición jurídica, es importante incorporar la sostenibilidad desde la planeación de la infraestructura y los servicios a ofrecer, de manera que esta no se limite únicamente a la mitigación de efectos que pudieran reducirse desde un principio.

Las operaciones de la aviación civil (comercial y general) contribuyen con emisiones a nivel local en las inmediaciones de los aeropuertos en las fases de aproximación y despegue, así como durante los movimientos en tierra (carreteo, estacionamiento, espera, mantenimiento y prueba), así como a nivel global durante la fase de crucero en ruta. Usualmente se hace mayor énfasis en las emisiones de CO<sub>2</sub> por su aporte para el calentamiento global, aunque existen otras emisiones contaminantes o peligrosas para la salud como los óxidos de nitrógeno y de azufre. Además, existen otros efectos nocivos para el ambiente como el ruido, los vertimientos a fuentes de agua y las afectaciones a la fauna.

Así mismo, las operaciones de los servicios de navegación aérea, aeroportuarios y de escala (*handling*) también afectan la sostenibilidad ambiental de la aviación civil. Por un lado, los equipos y edificaciones en tierra consumen energía para su funcionamiento y dependiendo de su procedencia, la producción de esa energía genera más emisiones contaminantes. Por otro lado, los vehículos y equipos en tierra para la asistencia en tierra de los aviones (tractores, GPU, carros de equipaje, catering, buses, vehículos de inspección, etc.) y para el acceso al



aeropuerto (transporte público y transporte individual motorizado) también suman a los efectos nocivos de la aviación civil.

Los compromisos de reducción y compensación de emisiones en los programas de la OACI (v.g. CORSIA) se han concentrado en las emisiones de las aeronaves una vez están operando. Poco se ha avanzado localmente en controlar las emisiones de las empresas de servicios de escala ni en aprovechar oportunidades de mejora de eficiencia energética o uso de energías renovables en aeropuertos y estaciones aeronáuticas.

En ese sentido, debe rescatarse el programa **Airport Carbon Accreditation**<sup>8</sup> de la Airport Council International - ACI. Este programa define los lineamientos para reducir las emisiones locales en los aeropuertos, resultantes no solo de las operaciones aéreas sino de todos los servicios complementarios en tierra. Establece un marco común para gestionar el impacto de las actividades aeroportuarias en la producción de gases de efecto invernadero (GHG por sus siglas en inglés) y proporciona herramientas para controlar, reducir y compensar emisiones en cuatro niveles de acreditación:

1. Mapear: medidas y métodos para establecer la huella de carbono del aeropuerto
2. Reducción: gestionar las emisiones con miras a reducir la huella de carbono
3. Optimización: involucrar terceros para reducir aún más la huella de carbono
4. Neutralización: compensar las emisiones directas remanentes

El programa Airport Carbon Accreditation está construido alrededor de estándares internacionales (Protocolo GHG e ISO 14064) para considerar emisiones directas e indirectas en los siguientes ámbitos:

1. **Ámbito 1:** Todas las emisiones GHG directas.
2. **Ámbito 2:** Emisiones GHG indirectas producto del consumo de electricidad en el aeropuerto.
3. **Ámbito 3:** Otras emisiones indirectas, tales como: extracción, producción y transporte de materiales y combustibles; actividades relacionadas con el transporte en vehículos que no pertenezcan a la flota o no sean controlados por el aeropuerto; actividades subcontratadas; disposición de residuos, etc.

En Colombia solo el aeropuerto El Dorado de Bogotá está acreditado en el nivel 1 (mapear) desde 2017. En América Latina el único aeropuerto que ha alcanzado acreditación a nivel 4 (neutralización) es el Aeropuerto Ecológico de Galápagos en Ecuador. Es necesario identificar las mejores prácticas de acuerdo a la categoría de los aeropuertos y en correspondencia con la reconfiguración propuesta más arriba.

---

<sup>8</sup> Ver <http://www.airportcarbonaccreditation.org>



En conjunto con los demás actores del sistema de aviación civil, así como con otros actores relevantes, en particular el Ministerio del Medio Ambiente, la Aerocivil debe buscar una regulación clara para los mercados de bonos de carbono, pues estos bonos se constituyen en un elemento crucial para lograr un crecimiento sostenible. Tal vez se pueda aprovechar el potencial del País, e incluso de los explotadores de aeropuertos para vender bonos de carbono por proyectos de compensación.

Lo anterior implica también que se cuente con las herramientas para medir individualmente el impacto negativo de los diferentes proveedores de servicios a la aviación civil. Aquí, las medidas voluntarias del CORSIA de la OACI y el programa *Airport Carbon Accreditation* de la ACI presentan marcos conceptuales estandarizados para facilitar la adopción por parte de los diferentes actores.

## **2.7 El papel de las Asociaciones Público Privadas en la financiación del desarrollo sostenible de la infraestructura**

El camino recorrido por Colombia hacia la comercialización de la infraestructura aeroportuaria mediante concesiones a operadores privados ha sido exitoso al lograr consolidar explotadores independientes de la Aerocivil. Por un lado, esto permite incrementos en la eficiencia de las operaciones, por otro, asegura un mejor control de las responsabilidades en términos de seguridad, desarrollo de infraestructura e impacto ambiental y social. No obstante, hay por lo menos dos áreas en las que este tipo de Asociaciones Público Privadas enfrentan mayores desafíos: i) la promoción de oportunidades comerciales en los aeropuertos más pequeños y por lo tanto menos interesantes financieramente; y ii) la articulación de los diferentes servicios e infraestructura en concesiones con responsabilidades compartidas.

El primer aspecto es claro al comparar aeropuertos como Montería y Riohacha. Mientras el primero ha alcanzado un nivel de un millón de pasajeros, el segundo no ha logrado asegurar más de un destino regular con una sola aerolínea. Para promover la búsqueda de oportunidades comerciales desde una óptica de la inversión privada es necesario garantizar mayor flexibilidad en la regulación para que los concesionarios implementen prácticas de marketing aeroportuario explotando factores de diferenciación en cada sitio. Los concesionarios deberán articularse con otros actores públicos y privados para promocionar los servicios de cada aeropuerto individualmente o en red. En Europa, por ejemplo, algunas entidades de promoción del turismo local o regional han re direccionado parte de su presupuesto de publicidad para otorgar incentivos a aerolíneas, una herramienta más efectiva para conseguir visitantes siempre y cuando la oferta de turismo de la región se corresponda. Ante el potencial crecimiento de pasajeros, los aeropuertos deben sacar partido de las oportunidades que ello crea en los ingresos no-aeronáuticos, de manera que estos puedan también aportar en la generación de esquemas de incentivos avalados por el desempeño de las



aerolíneas.

También será necesario reevaluar la estructura tarifaria de los servicios aeroportuarios en Colombia, sobre todo para promover un crecimiento responsable en el sector internacional. En el momento de escribir esta nota, la tasa aeroportuaria internacional por pasajero es más de 700% del valor de la tasa nacional, y a esto se le debe sumar el impuesto de salida e IVA. Además, la inexistencia de tasas de conexión genera inconsistencias respecto al lugar donde se cobra la tasa internacional y, por ende, el operador que tiene derecho a recibirla. Establecer reglas de juego claras y definir tarifas que permitan estimular el turismo y el intercambio comercial, así como eventualmente abrir espacio para cobros ambientales (por ruido, por congestión, por emisiones), permitirá generar oportunidades para todos los actores en la cadena del sistema de aviación civil.

Respecto al segundo aspecto, la articulación entre los concesionarios y la Aerocivil, resulta natural que por su labor como proveedor de servicios a la navegación aérea, la Aerocivil sea responsable por la infraestructura de la torre de control en los aeropuertos, sin embargo el concesionario Nororient (Bucaramanga, Cúcuta, Barrancabermeja, Santa Marta, Riohacha y Valledupar) es responsable por la infraestructura de la torre de control en sus aeropuertos, aunque la Aerocivil es quien la opera. En estos mismos aeropuertos, la Aerocivil es responsable por las pistas, calles de rodaje y franjas de pista. En El Dorado, la Aerocivil ha retomado las pistas a finales de 2017 una vez vencida la concesión al operador de las pistas.

Compartir responsabilidades implica garantizar una articulación adecuada pues, de lo contrario, se inducen ineficiencias que repercuten en toda la cadena de suministro. Por un lado, los servicios aeroportuarios se encarecen para los operadores de aeronaves porque las diferentes infraestructuras necesitan ser rentables para su funcionamiento. Por otro lado, se puede afectar la capacidad de las operaciones, como en El Dorado cuando las demoras en la construcción de la nueva torre de control impidieron la demolición del antiguo edificio de pasajeros y las consecuentes limitaciones en el uso de una de las plataformas del aeropuerto.

Más allá de los avances y tropiezos en los procesos de comercialización de la infraestructura aeroportuaria, hay otro elemento que vale la pena discutir en la búsqueda de oportunidades para los aeropuertos del País: la conectividad en tierra. Los aeropuertos son más atractivos en cuanto incrementan la red de destinos que ofrecen a pasajeros y emisores de carga. No obstante, complementar los servicios aéreos con transporte terrestre es esencial para poder sacarle provecho a los primeros. Incrementar los destinos fácilmente alcanzables en los alrededores del aeropuerto, es decir, bien integrados física y operacionalmente y suficientemente asequibles, incrementa a su vez el área natural de captura y por lo tanto el número de usuarios potenciales del aeropuerto.



En términos ambientales, existe una motivación clara para que los servicios aeroportuarios y los de la navegación aérea sean más sostenibles: la posibilidad de reducir los costos de operación. Para todos los actores en el sistema de aviación civil resulta atractivo reducir el consumo de combustible y el de energía para tener menores costos en estas áreas, no obstante, es necesario considerar los costos de capital requeridos para conseguir las ganancias en eficiencia. En las Asociaciones Público Privadas que establezcan desarrollo de nueva infraestructura, deberían incluirse indicadores de desempeño ambiental que garanticen las inversiones de capital adecuadas para reducir el impacto. Con los demás actores, será crucial establecer incentivos adecuados para promover la actualización de flotas y equipos, entre otros.

### 3. CONCLUSIONES

Colombia espera un crecimiento en la demanda de servicios a la aviación civil que impondrá mayores exigencias sobre la infraestructura aeronáutica que soporta los servicios aeroportuarios y de navegación aérea. Indudablemente, tal crecimiento también se asocia a un incremento en el impacto ambiental y social de la aviación que pone en riesgo la sostenibilidad del sistema de aviación civil y desafía los compromisos de Colombia para enfrentar el calentamiento global.

Además, dichas expectativas implican naturalmente la incertidumbre inherente a los factores cambiantes que determinan cómo, cuándo, dónde e incluso si sucederá el crecimiento esperado. No considerar la incertidumbre en la aviación civil normalmente lleva a inversiones sobre o subdimensionadas, o inadecuadas para aprovechar oportunidades de crecimiento con modelos de negocio o características operacionales no previstas.

En el entendido de que la sostenibilidad es transversal y no debe limitarse a la mitigación de los efectos causados, hemos identificado tres oportunidades de intervención dentro de la línea de acción de infraestructura y sostenibilidad ambiental para abordar los desafíos impuestos por ese crecimiento incierto y el impacto asociado, como se describe en las siguientes secciones.

#### 3.1 Desarrollo sostenible de la infraestructura para los servicios de navegación aérea a través del PNA - COL

El PNA COL es de importancia estratégica para el desarrollo de la aviación civil en Colombia. La Aerocivil, como Proveedor de Servicios a la Navegación Aérea, debe asegurar su implementación y la actualización de sus componentes por lo menos cada dos años, en interacción con los demás actores involucrados. Así, el PNA COL deberá convertirse en la columna vertebral que guíe también el desarrollo de la infraestructura para los servicios aeroportuarios, asegurando que los beneficios operacionales y ambientales conseguidos no se pierdan con ineficiencias en tierra.



### 3.2 Desarrollo sostenible de la infraestructura para los servicios aeroportuarios

El PNA COL establece unos lineamientos claros para los servicios de navegación aérea, pero los servicios aeroportuarios aún carecen de lineamientos estratégicos claros. Es necesario establecer una jerarquía adecuada en la red de aeródromos del País, en un contexto intermodal, para determinar las necesidades de ajuste y crecimiento de la red, así como el impacto que esto supondría para la sostenibilidad y la eficiencia en la interconexión de las regiones del País y de este con el mundo.

En el marco conceptual para la reformulación de proyectos de inversión (ver Figura 1), la Aerocivil ha seleccionado una jerarquía que incluye cuatro categorías de “aeropuertos mejorados” (ver Figura 7): i) Ciudad Región Bogotá; ii) Aeropuertos troncales mejorados; iii) Aeropuertos regionales; y iv) Aeropuertos para Servicios Aéreos Esenciales. Es necesario avanzar en la depuración de los aeropuertos que pertenecen a estas categorías y los servicios que serían viables y deseables en cada caso, en especial, deben articularse mejor los aeropuertos concesionados y aquellos que no son propiedad o no son operados por la Aerocivil pero que también deben integrarse a la red aeroportuaria del País. Igualmente, la Aerocivil debe comprometer actores del sector privado para buscar oportunidades de desarrollo comercial aeroportuario y no ver la infraestructura solo desde sus aspectos técnicos y operativos.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Satena, las entidades territoriales y otros actores privados y de la sociedad civil deberán promover el turismo responsable como instrumento para desarrollar servicios aéreos en zonas remotas y aisladas donde el transporte aéreo resulta esencial para la conectividad de las comunidades y para garantizar la presencia del Estado en el posconflicto. También se deben explorar esquemas conjuntos de apoyo en las tarifas aéreas a los residentes de estas zonas, que superen las barreras para la utilización efectiva de los descuentos, como sucede actualmente con las tarifas sociales de Satena.

### 3.3 Reducción y compensación del impacto ambiental

El país debe adoptar y seguir dos hojas de ruta con estandarización internacional para implementar exigencias específicas en términos ambientales para los servicios a la navegación aérea y los servicios aeroportuarios: i) El esquema CORSIA de la OACI para medir, reducir y compensar emisiones de aeronaves; y ii) El Programa *Airport Carbon Accreditation* de la ACI para medir, controlar, reducir y compensar emisiones en aeropuertos. Además, deberá complementarlos con otras iniciativas para los efectos indeseables no necesariamente contemplados explícitamente en estos dos programas (ruido, vertimientos, fauna, entre otros), por ejemplo, implementado el enfoque equilibrado de ruido de la OACI y explorando la resiliencia de la infraestructura aeronáutica ante efectos del



cambio climático.

Los aeropuertos concesionados representan una buena oportunidad para implementar estos programas, pues las responsabilidades de los operadores están más o menos definidas bajo un marco regulatorio y de vigilancia. En particular debe hacerse más énfasis en la medición y control de emisiones en tierra mejorando la eficiencia energética en aeropuertos, estaciones remotas aeronáuticas y servicios de escala (*ground handling*). No obstante, los aeropuertos operados por la Aerocivil también deberán sumarse a estos esfuerzos.

Por otro lado, la Aerocivil deberá comprometer otros actores del sector público, como el Ministerio de Ambiente, para regular los mercados de bonos de carbono como instrumento de compensación de las emisiones en el sistema de aviación civil que no se puedan reducir o eliminar.

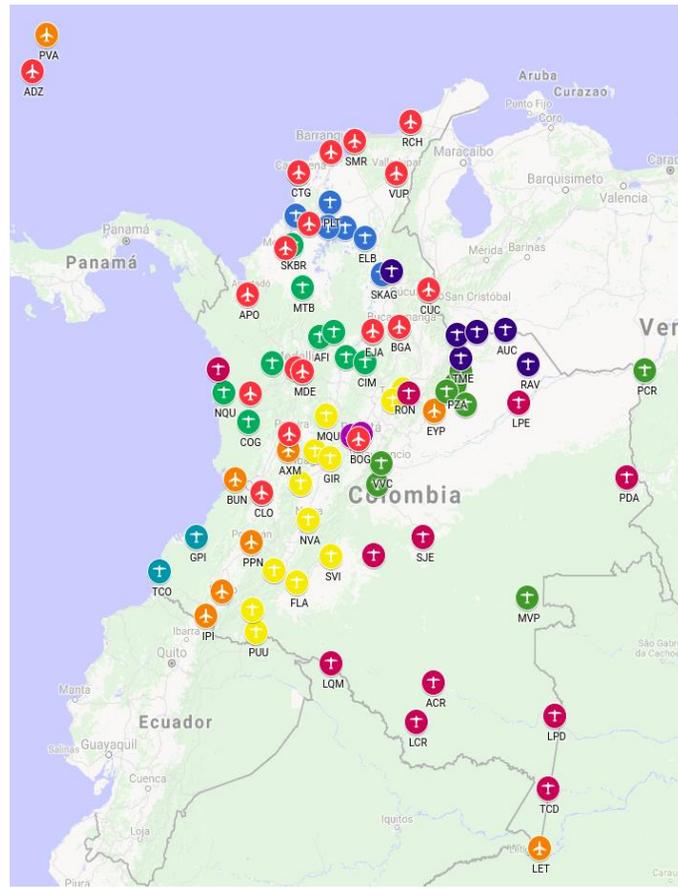


Figura 7. “Aeropuertos mejorados” en el Sistema Nacional del Espacio Aéreo propuesto por la Aerocivil. Se incluyen también los aeropuertos actualmente concesionados o próximos a concesionar que no aparecen dentro de los aeropuertos troncales, así como algunas alternativas para los aeropuertos para servicios aéreos esenciales. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Aerocivil. Mapa: Google, INEGI - Disponible con todos los detalles en <https://goo.gl/Vqf33r>



En la implementación de estas oportunidades de intervención deberá ser muy claro y diferenciado el papel de la Aerocivil como autoridad aeronáutica y de transporte aéreo, como Prestador de Servicios a la Navegación Aérea (ANSP) y como explotador de aeródromos. El marco conceptual en desarrollo para la estructura organizacional de la entidad (ver Figura 1) avanza en ese sentido, pero aún falta una separación más clara del ANSP.

La Aerocivil no puede ni debe actuar sola. Es necesario aunar esfuerzos con diversos actores públicos y privados entendiendo y asumiendo las responsabilidades de cada uno. En particular, deben revisarse las competencias de la Aerocivil y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) en la estructuración, vigilancia y control de los contratos de concesión de aeropuertos. De momento es la ANI quien define cuáles ingresos son regulados y cuáles no, así que deberían homogenizarse los contratos e incluir indicadores de desempeño relacionados con la calidad del servicio y con la capacidad disponible para los diferentes procesos en el lado tierra y el lado aire.

## 4. RECOMENDACIONES

### 4.1 Respecto a la red aeroportuaria y a la infraestructura para los servicios de navegación aérea

- El Plan de Navegación Aérea PNA COL deberá revisarse y actualizarse por lo menos cada dos años.
- Evaluar la categorización de los “Aeropuertos mejorados” en el Sistema Nacional del Espacio Aéreo incluyendo los aeropuertos concesionados en la actualidad y los que serán concesionados en el corto plazo. Deben considerarse especialmente aquellos aeropuertos que estén localizados dentro de una envolvente de 90 minutos de viaje por tierra para determinar si tienen oportunidades para diferenciarse o competir entre sí, especialmente si uno de ellos ya está concesionado. En caso de que no se prevea demanda ni oportunidades para desarrollarla, deberá escogerse el aeropuerto que presente las mejores condiciones actuales en su infraestructura para servir a la región con el ánimo de minimizar costos de expansión y mantenimiento. Si dos aeropuertos están separados por más de 90 minutos, pero menos de 250 minutos de viaje por tierra, deberán evaluarse también las oportunidades para que los dos operen simultáneamente.
  - Esto implica revisar aeropuertos como Tolú, Plato y Magangué alrededor de Corozal; Mompox y El Banco; Aguachica y Ocaña; Ciénaga de Oro y Montelíbano alrededor de Montería; Amalfi y Remedios; Puerto Berrío y Cimitarra alrededor de Barrancabermeja;



- Paipa, Tunja y Sogamoso; San Martín y Villavicencio; Ibagué, Flandes y Mariquita; Villa Garzón y Puerto Asís; Paz de Ariporo, Tablón de Tamará y Trinidad alrededor de Yopal; Hato Corozal, Saravena, Tame y Arauquita.
- También implica alimentar el Plan Maestro de Transporte Intermodal para determinar las vías terrestres y fluviales que deban ser mejoradas o mantenidas para asegurar un acceso viable a los aeropuertos.
  - Así mismo, se deben determinar los Aeropuertos para Servicios Aéreos Esenciales, priorizando los destinos actuales y potenciales de Satena como instrumento de apoyo social a las comunidades que habitan en zonas aisladas o remotas.
- Respecto al Aeropuerto El Dorado II, se debe continuar su evaluación en el marco de un sistema multi-aeropuertos para Bogotá como ciudad región. En ese sentido es crucial que en la planeación se determine qué tipo de tráfico es susceptible de moverse desde El Dorado actual y cuáles herramientas se podrían utilizar para ello. Es importante considerar las inversiones y ventajas competitivas del aeropuerto El Dorado como barreras para el desarrollo de un nuevo aeropuerto con características similares y demasiado cercano. Así mismo, deben agotarse todas las alternativas para incrementar la eficiencia de El Dorado como instrumento para diferir altas inversiones.
    - Como un sistema multi-aeropuertos, debe evaluarse la posibilidad de desarrollar tráfico de aviación general en aeropuertos existentes como Guaymaral y las necesidades de expansión en ellos.
    - Igualmente, deben estudiarse alternativas que permitan desplazar tráfico de aviación militar a aeropuertos relativamente cercanos y con buenas conexiones por tierra como Mariquita, Puerto Salgar, Flandes, Paipa o Sogamoso. Esto permitiría explorar oportunidades de expansión en el espacio ocupado por Catam.
    - Se puede también reevaluar el Puente Aéreo como terminal de bajo costo para aerolíneas que estén en capacidad de realizar tiempos de *turnaround* más cortos, optimizando el uso de las plataformas y la infraestructura en tierra.
  - Siguiendo las recomendaciones del PNA COL debe revisarse la categorización de las pistas de acuerdo con las aeronaves esperadas a utilizar por las aerolíneas que operan en Colombia.
  - Revisar la regulación tarifaria y la estructura de costos de los aeropuertos con el fin de explorar incentivos basados en desempeño para desarrollar oportunidades comerciales en la red aeroportuaria nacional, en conjunto con otros actores, en particular promotores de turismo en las regiones.



Debería incentivarse el crecimiento en el peso de los ingresos no aeronáuticos en los aeropuertos, concesionados o no.

## 4.2 Respecto al desarrollo sostenible de la infraestructura

- Evaluar, en el marco del PNA COL, las estaciones remotas aeronáuticas susceptibles de funcionar con fuentes de energía renovable, particularmente eólica y solar, en las que la alimentación con plantas de diésel o gasolina se utilice únicamente como respaldo.
- Revisar la priorización de los hilos conductores que corresponden a las mejoras operacionales establecidas en el PNA COL, así como los aeródromos en donde son más necesarias, con el fin de definir estrategias que permitan avanzar en la implementación de las metas definidas por la OACI en el GANP (bloques de actualización).
- Incorporar el CORSIA y el *Airport Carbon Accreditation* como marcos de referencia para el control, reducción y compensación de emisiones de la aviación civil.
- Evaluar la posibilidad de ser estado miembro vinculado voluntariamente a la primera fase del CORSIA.
- Establecer como meta a 2030 que todos los aeropuertos concesionados deben estar certificados en el programa *Airport Carbon Accreditation*, o alguno similar que sea creado en el futuro, por lo menos en el nivel 1 - mapear.
- Establecer como meta a 2030 que por lo menos 5 aeropuertos concesionados deben estar certificados en el programa *Airport Carbon Accreditation*, o alguno similar que sea creado en el futuro, por lo menos en el nivel 3 - optimización.
- Establecer como meta a 2030 que por lo menos 1 aeropuerto en un ecosistema vulnerable (p. ej. Providencia, La Macarena o Leticia) deberá ser neutro en carbono.
- Definir un marco regulatorio para controlar las emisiones de los proveedores de servicios de escala (*ground handlers*).
- Implementar programas piloto de medición de emisiones con proveedores de servicios a la aviación civil para individualizar emisiones y definir (des)incentivos correspondientes.
- Implementar programas cooperativos de investigación y desarrollo con la participación del CEA, academia y empresas privadas para desarrollar proyectos de ciencia, tecnología e innovación dirigidos específicamente al sistema de aviación civil.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

AEROCIVIL. 2017. Plan de Navegación Aérea para Colombia. Consultado en <http://www.aerocivil.gov.co/servicios-a-la-navegacion/planes-de-navegacion-aerea-para-colombia>

Bracho, Willian. 2018. *Cielos abiertos para Latinoamérica y el Caribe*. En *Numbers Magazine*, Ed. 24

Cames, Martin; Harthan, Ralph; Füssler, Jürg; Lazarus, Michael; Lee, Carrie; Erickson, Pete; Spalding-Fecher, Randall. 2016. *How additional is the Clean Development Mechanism? Analysis of the application of current tools and proposed alternatives*. Consultado en [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/docs/clean\\_dev\\_mechanism\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/docs/clean_dev_mechanism_en.pdf)

Fedesarrollo. 2016. Competitividad del sector de transporte aéreo en Colombia. Presentación de Astrid Martínez y Helena García. Fedesarrollo, Fontur, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Metrass Mendes, Alda. 2011. Air transportation design for effective and efficient service to small remote communities: Policy options under regulatory reform. Tesis doctoral en Sistemas de Transporte en la Universidade do Porto

Transport & Environment. 2016a. *Decarbonisation of aviation: EU and ICAO action needed*. Consultado en [https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017\\_02\\_briefing\\_aviation\\_decarbonisation.pdf](https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_02_briefing_aviation_decarbonisation.pdf)

Transport & Environment. 2016b. *EU publishes damning report of emissions offsets, calling into question EU's aviation climate strategy*. Consultado en <https://www.transportenvironment.org/press/eu-publishes-damning-report-emissions-offsets-calling-question-eu%E2%80%99s-aviation-climate-strategy>

OACI. 2016. *On Board a Sustainable Future: ICAO 2016 Environmental Report*. Consultado en <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ICAO%20Environmental%20Report%202016.pdf>

OACI. 2016. Asamblea 39° Periodo de sesiones.