



CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AERONÁUTICO EN EL SECTOR DE AVIACIÓN CIVIL Y DE ESTADO, EN COLOMBIA Y EN EL MUNDO

Bogotá, noviembre de 2022

Carrera 67 # 43-33, Bogotá D.C., Colombia
www.houding-sas.com
Celular: 3138763960
secretaria@houding-sas.com

Tabla de Contenido

1. Introducción

1.1 Alcance y Consideraciones

1.2 Metodología

1.3 Contextualización del Sector Aeronáutico.

- 1.3.1 Aviación Civil Comercial
- 1.3.2 Aviación General
- 1.3.3 Aviación de Estado
- 1.3.4 Sector Aeroespacial
- 1.3.5 Actividades de Construcción y Conservación de Aeronaves o Partes
- 1.3.6 Operación de infraestructura aeronáutica y servicios de protección y apoyo al vuelo
- 1.3.7 Servicios aeroportuarios especializados de apoyo terrestre a la operación de aeronaves
- 1.3.8 Instrucción aeronáutica
- 1.3.9 Logística Aeronáutica

2. Caracterización General del Sector a Nivel Mundial

2.1 Principales Estudios del Sector a Nivel Internacional

- 2.1.1 Mantenimiento Aeronáutico
- 2.1.2 Servicios a la Navegación Aérea
- 2.1.3 Entrenamiento y Formación Aeronáutica
 - 2.1.3.1 Actualidad y retos de la realidad virtual para el entrenamiento en la industria aeronáutica
- 2.1.4 Sector Aeroespacial

2.2 Entorno Organizacional

2.3 Marco Regulatorio

- 2.3.1 Regulaciones Federales de Aviación (FAR) de la FAA
- 2.3.2 Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR)
- 2.3.3 Requerimientos Comunes de Aviación (JAR) de las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA)

2.4 Análisis del comportamiento de la demanda aeronáutica en época de post-pandemia

3. Caracterización General del Sector a Nivel Nacional

3.1 Aviación Civil

3.1.1 Estadísticas y Comportamiento del Sector Aeronáutico Civil

3.1.2 Empresas del Sector Aeronáutico Civil en Colombia

3.1.3 Entorno Organizacional Colombiano

3.1.4 Marco Regulatorio Colombiano.

- 3.1.4.1 Centros de Instrucción Aeronáutica
- 3.1.4.2 RAC 2 - Personal Aeronáutico y RAC 65 – Licencias Personal Aeronáutico diferente de la tripulación de vuelo

3.1.5 Proyección del Sector Aeronáutico en Colombia

- 3.1.5.1 Políticas y Planes de Alcance Nacional (PND 2018 - 2022)
- 3.1.5.2 Plan Estratégico de la Industria Colombiana Aeroespacial - para la construcción del tejido aeroespacial colombiano (ACOPAER-2017).
- 3.1.5.3 Otros Planes relacionados con el Sector Aeronáutico
 - 3.1.5.3.1 Plan de Desarrollo de Bogotá 2020-2024
 - 3.1.5.3.2 Plan de Desarrollo de Cundinamarca

- 3.1.5.4 Planes Sectoriales, Programas y Proyectos del Sector
- 3.1.5.5 Inversión Nacional y Regional
- 3.1.5.6 Comercio Exterior
- 3.1.5.7 Gremios y Asociaciones del Sector Aeronáutico Civil

3.2 Aviación de Estado

3.2.1 Sector Aeronáutico de la Fuerza Pública

- 3.2.1.1 Ejército Nacional de Colombia (EJC)
 - 3.2.1.1.1 Puntos de Operación
 - 3.2.1.1.2 Flota Actual
 - 3.2.1.2 Armada Nacional de Colombia (ARC)
 - 3.2.1.2.1 Puntos de Operación
 - 3.2.1.2.2 Flota Actual
 - 3.2.1.3 Fuerza Aérea Colombiana (FAC)
 - 3.2.1.3.1 Puntos de Operación
 - 3.2.1.3.2 Flota Actual
 - 3.2.1.4 Policía Nacional de Colombia (PONAL)
 - 3.2.1.4.1 Puntos de Operación
 - 3.2.1.4.2 Flota Actual
 - 3.2.1.5 Marco Regulatorio para la Fuerza Pública de Colombia
 - 3.2.1.6 Ejército Nacional
 - 3.2.1.7 Armada Nacional
 - 3.2.1.8 Fuerza Aérea Colombiana
 - 3.2.1.9 Policía Nacional
 - 3.2.1.10 Planes Sectoriales
 - 3.2.1.11 Planes Sectoriales – Ejercito Nacional
 - 3.2.1.12 Planes Sectoriales – Armada Nacional
 - 3.2.1.13 Planes Sectoriales – Fuerza Aérea Colombiana (FAC)
 - 3.2.1.14 Planes Sectoriales – Policía Nacional (PONAL)
- 3.2.2 Inversión Nacional y Regional

4. Oportunidades de negocio

4.1 Ingeniería, modificaciones y mantenimiento

- 4.1.1.1 Ingeniería Digital.
- 4.1.1.2 Mantenimiento
- 4.1.1.3 Oportunidades de inversión en la industria aeronáutica en Colombia:
- 4.1.1.4 Desarrollo de software
- 4.1.1.5 Suministro de entrenamiento internacional
- 4.1.1.6 Sistemas de vigilancia
- 4.1.1.7 Medio Ambiente

4.2 Logística Aeronáutica.

4.3 Ampliación de las capacidades operacionales de las Fuerza Militares y Policía Nacional de Colombia

- 4.3.1 Capacidades Militares
- 4.3.2 Inversión colombiana en Defensa
- 4.3.3 Propuesta para fortalecer las capacidades del Poder Aéreo.
 - 4.3.3.1 AERONAVES DE COMBATE LIGERO
 - 4.3.3.2 AERONAVES DE ENTRENAMIENTO Y ATAQUE LIGERO (LIFT: Lead In Flight Training)

4.4 Soluciones de entrenamiento aeronáutico

5. Conclusiones y Recomendaciones

6. ***Acrónimos***
7. ***Referencias***
8. ***Bibliografía***

Lista de Gráficas

- GRÁFICA 1. DIFERENCIA REGIONAL EN EL RITMO DE RECUPERACIÓN (NÚMERO DE PASAJEROS, EN COMPARACIÓN CON LOS NIVELES DE 2019)
- GRÁFICA 2. INGRESOS (USD) PASAJEROS-KILÓMETROS - RPK.
- GRÁFICA 3 *PRONÓSTICO DEL MERCADO MRO POR SEGMENTO, 2019–2031*
- GRÁFICA 4. PRINCIPALES PLATAFORMAS DE AERONAVES POR GASTO TOTAL EN MRO, 2019 REAL FRENTE A PROYECCIONES PARA 2032.
- GRÁFICA 5. ECONOMÍA ESPACIAL POR TIPO DE CLIENTE– 2021
- GRÁFICA 6. MERCADO ESPACIAL POR APLICACIÓN
- GRÁFICA 7. CADENA DE VALOR DEL MERCADO ESPACIAL
- GRÁFICA 8. SATÉLITES LANZADOS POR TIPO DE CLIENTE 2010 – 2019
- GRÁFICA 9. SATÉLITES LANZADOS POR REGIÓN DE LOS OPERADORES 2010 – 2019
- GRÁFICA 10. SATÉLITES LANZADOS POR APLICACIÓN 2010 – 2019
- GRÁFICA 11 PIB NACIONAL.
- GRÁFICA 12. EVOLUCIÓN DE TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS Y TONELADAS DE CARGA EN COLOMBIA 2018 – 2022.
- GRÁFICA 13. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS AÉREAS EN COLOMBIA
- GRÁFICA 14 AEROLÍNEAS CON MÁS PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO PRIMER SEMESTRE 2022
- GRÁFICA 15. PARTICIPACIÓN DE TRANSPORTE DE PASAJEROS INTERNACIONALES POR EMPRESA A JUNIO 2022.
- GRÁFICA 16 PARTICIPACIÓN DE AEROLÍNEAS EN EL MERCADO REGIONAL / LATINOAMÉRICA 2021
- GRÁFICA 17. PARTICIPACIÓN EN TRANSPORTE DE CARGA INTERNACIONAL POR EMPRESA JUNIO 2022.
- GRÁFICA 18. DISTRIBUCIÓN DE TALLERES AERONÁUTICOS DE REPARACIÓN EN COLOMBIA
- GRÁFICA 19. DISTRIBUCIÓN DE CENTROS DE INSTRUCCIÓN AERONÁUTICOS SEGÚN MODALIDAD
- GRÁFICA 20. FLOTA SECTOR DEFENSA SURAMÉRICA

Lista de Figuras

- FIGURA 1. AVIONES DE COMBATE DE AMÉRICA LATINA
- FIGURA 2. PRONOSTICO DEL MERCADO DE PERSONAL AERONÁUTICO 2022-2041.
- FIGURA 3. IMPACTO MUNDIAL DE LA AVIACIÓN
- FIGURA 4. CRISIS EN LA INDUSTRIA AÉREA
- FIGURA 5. CALIMA T-90.

Lista de Tablas

- TABLA 1. CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE AÉREO EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LAC
- TABLA 2. FLOTA DE AVIONES MILITARES ACTIVOS EN 2022 POR PAÍS
- TABLA 3. INVERSIÓN EN 2021 EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL (CIFRAS DADAS EN DÓLARES AMERICANOS)
- TABLA 4. AERONAVES DE ALGUNAS AEROLÍNEAS DEL PAÍS
- TABLA 5. AVIONES DEL EJÉRCITO NACIONAL
- TABLA 6. HELICÓPTEROS DEL EJÉRCITO NACIONAL
- TABLA 7. AERONAVES NO TRIPULADAS DEL EJÉRCITO NACIONAL
- TABLA 8. AVIONES DE LA ARMADA NACIONAL
- TABLA 9. HELICÓPTEROS DE LA ARMADA NACIONAL

TABLA 10. AERONAVES NO TRIPULADAS DE LA ARMADA NACIONAL

TABLA 11. PROYECCIÓN DE LA FLOTA DE AERONAVES DE LA ARMADA NACIONAL

TABLA 12. FLOTA ACTUAL DE AERONAVES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

TABLA 13. HELICÓPTEROS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

TABLA 14. AERONAVES NO TRIPULADAS DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

TABLA 15. FLOTA ACTUAL – POLICÍA NACIONAL

TABLA 16. AERONAVES NO TRIPULADAS DE LA POLICÍA NACIONAL

TABLA 17. PRESUPUESTO ASIGNADO POR LA FUERZA PÚBLICA DE COLOMBIA PARA MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

1. Introducción

La industria de la aviación desde sus inicios ha tenido que enfrentar periodos de crisis técnicas, económicas y laborales generadas por diversos factores externos que la han afectado de manera significativa. Sin embargo, a pesar de las adversidades, se han generado diferentes escenarios que favorecen su desarrollo tanto en el sector civil como en el de Defensa y aeroespacial.

Por el lado de la aviación civil, las alianzas estratégicas han permitido la expansión de las aerolíneas a nivel mundial, ampliando el alcance y permitiendo que más personas usen con mayor frecuencia este medio de transporte, lo que ha generado un modelo económico muy dinámico que también hace grandes aportes en materia de innovación y desarrollo. Esto ha llevado a que el transporte aéreo sea hoy en día uno de los medios más utilizados a nivel global, lo que exige por parte de cada uno de los integrantes de la cadena de valor, la prestación del servicio con los más altos estándares de calidad en favor de la seguridad.

Sin embargo, el mundo se encuentra enfrentado a un nuevo reto: la aparición y rápida propagación del Coronavirus COVID-19. Un desafío que, tras su irrupción en China y notificación como epidemia, por primera vez el 31 de diciembre de 2019 en Wuhan, una ciudad localizada en la provincia de Hubei, migró a pandemia, impactando fuertemente el comercio internacional y nacional, provocando serias restricciones en el transporte aéreo y afectando negativamente el dinamismo de varios sectores de la economía: turismo, industria de la aviación, comercio, finanzas, servicios a las empresas, negocios y transporte de mercancías entre otros.

En un escenario pre-COVID, las perspectivas para el mercado de aviación comercial de cara a los próximos años eran, según la última Previsión Global del Mercado de Airbus, un incremento del 4,3% anual del tráfico aéreo en el periodo 2019-2038, pasando de los cerca de 23.000 aparatos de hoy en día a 47.680, de los que 39.210 serían nuevos. Además, el tráfico de carga aérea crecería un 3,6% por año hasta 2038, duplicando los actuales niveles, lo que requeriría en torno a 2.800 cargueros, frente a los 1.800 de la actualidad. Todo ello exigiría la actualización de las flotas con aviones de última generación, posible gracias a los avances tecnológicos que permiten un acercamiento al objetivo de emisiones cero a través de sistemas de propulsión más eficientes y aviones más ligeros y eléctricos.

Con la irrupción de la pandemia, estas estimaciones han variado notablemente, como destaca el informe “COVID-19. Perspectivas para el transporte aéreo en los próximos 5 años”, de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Los viajes aéreos se recuperarán a un ritmo más lento que la mayoría de la economía, y hasta 2023 no se volverá a los niveles de tráfico internacional de 2019. En torno a 2025 se prevé una bajada del 10% en las previsiones de crecimiento, lo que puede conllevar modificaciones en los proyectos de regeneración de aeronaves.

Las previsiones más destacadas que arrojan los diferentes estudios y mediciones son (OneAir, 2020):

- En 2021, se espera que el número de pasajeros a nivel mundial se recupere hasta el 52% de los niveles anteriores a la crisis del 19 (2019).
- En 2022, se prevé que se recupere hasta el 88% de los niveles anteriores al COVID-19.
- Para 2023, el número de pasajeros superará, previsiblemente, los niveles anteriores al COVID-19 (105%).

- Y, finalmente, en 2030, se espera que el número de pasajeros globales haya crecido hasta los 5.600 millones.

IATA en el 2020 manifestó que los niveles operacionales y de tráfico de pasajeros que estábamos observando pre-COVID y antes de las cuarentenas, solo serían nuevamente alcanzados en 2023 para el mercado doméstico y en 2024 para el mercado internacional, con base en proyecciones iniciales. Es la peor crisis en la historia de la aviación, la cual pasará una factura de más de USD\$84 billones en pérdida para la industria aérea a nivel global (IATA, 2020).

Al término del primer semestre del año 2022 la IATA manifestó que espera que el tráfico del sector en la mayoría de los mercados alcance o supere en el 2023 los niveles de antes de la pandemia. Aunque las perspectivas son positivas, el entorno empresarial es desafiante por la inflación, el crecimiento del PIB por debajo de los pronósticos y la subida de los precios de la energía, que podrían dispararse un 50% en comparación con 2021, teniendo en cuenta lo expresado por el Banco Mundial.

El análisis más reciente de la OACI sobre el tráfico aéreo mundial revela que el número de pasajeros transportados de enero a abril de 2022 aumentó un 65% en comparación con el mismo período en 2021, mientras que las salidas de vuelos aumentaron un 30%. Igualmente, la capacidad de asientos de las líneas aéreas comerciales aumentó un 32% en el mismo período y, previendo que continúen las condiciones favorables para el aumento de la demanda de viajes aéreos, la OACI prevé para el 2022 una tasa global de recuperación mayor que la del año 2021. (OACI, 2022)

La Dirección de la IATA remarca que la invasión ilegal de Ucrania por parte de Rusia ha desestabilizado la globalización, ha amenazado el suministro mundial de alimentos y recreado una división geopolítica que no se veía desde la Guerra Fría. En general, el transporte aéreo es resistente a las crisis y es poco probable que este conflicto afecte el crecimiento a largo plazo del transporte aéreo.

Con respecto a este conflicto, se estima que los factores de sensibilidad incluirán la extensión geográfica, la gravedad y el período de tiempo para las sanciones y/o los cierres del espacio aéreo. Estos impactos se sentirían más severamente en Rusia, Ucrania y áreas vecinas por lo cual, El impacto en los costos de las aerolíneas como resultado de las fluctuaciones en los precios de la energía o el cambio de ruta para evitar el espacio aéreo ruso podría tener implicaciones más amplias a nivel mundial.

Respecto de otros retos de la aviación, como el compromiso de lograr cero emisiones netas para 2050, la IATA ha destacado que se espera que el 65% de las reducciones de carbono vendrá a través de los combustibles sostenibles de aviación (SAF); el 19% de compensaciones, el 13% de hidrógeno y propulsión eléctrica que Airbus, Boeing y otros fabricantes se han comprometido a entregar para 2035, y el 3% debería provenir de operaciones más eficientes.

Las aerolíneas han comprometido 17.000 millones de dólares en acuerdos SAF de compra a futuro e, independientemente del precio, han usado el corto presupuesto que se encontraba disponible en 2021.

La demanda de las aerolíneas ha estimulado un aumento exponencial en la producción de SAF y, para 2025, podría haber 5.000 millones de litros, 40 veces lo que estaba disponible en el año 2021, y si los gobiernos incentivan su producción, se podría llegar a 30.000 millones para 2030. (EL PAIS, 2022)

Lo anterior se evidencia en las estadísticas del comportamiento actual y proyecciones del sector aeronáutico a nivel mundial. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) prevé que el número

total de viajeros alcance los 4.000 millones en 2024 (contando los viajes de conexión multisectorial como un solo pasajero), superando los niveles anteriores a la crisis del COVID-19 (103% del total de 2019) (AEROERMO, 2022). En 2021, el número total de viajeros era el 47% de los niveles de 2019. Se espera que mejore hasta el 83% en 2022, el 94% en 2023, el 103% en 2024 y el 111% en 2025. En 2021, el número de viajeros internacionales fue el 27% de los niveles de 2019. Se espera que mejore hasta el 69% en 2022, el 82% en 2023, el 92% en 2024 y el 101% en 2025.

En Latinoamérica, por ejemplo, se observa que el tráfico hacia/desde/dentro de América Latina ha sido relativamente resistente durante la pandemia y se pronostica un 2022 fuerte, con restricciones de viaje limitadas y flujos de pasajeros dinámicos dentro de la región y hacia/desde América del Norte. Se prevé que las cifras de pasajeros de 2019 se superen en 2023 para América Central (102%), seguida de América del Sur en 2024 (103%) y el Caribe en 2025 (101%). En Cuanto a América del Norte, el tráfico hacia/desde/dentro de América del Norte seguirá teniendo un desempeño sólido en 2022 a medida que el mercado nacional de Estados Unidos vuelva a las tendencias anteriores a la crisis y con mejoras continuas en los viajes internacionales. En 2022, el número de pasajeros alcanzará el 94 % de los niveles de 2019 y se espera una recuperación total en 2023 (102 %), por delante de otras regiones.

La Asociación Latinoamericana y del Caribe de Transporte Aéreo (ALTA) anunció que, a febrero de 2022, las aerolíneas que operan en el mercado de América Latina y el Caribe transportaron 20.1 millones de pasajeros en marzo, un 46.5% menos o 10.9 millones menos pasajeros respecto a los niveles 2019. El tráfico (RPK) disminuyó 66.5% y la capacidad (ASK) disminuyó 56.4%, llevando el factor de ocupación al 63.3 %, 23.1 puntos porcentuales menos que en 2020.

En febrero de 2022, ALTA expresa que la región ha demostrado la importancia del transporte aéreo mediante su recuperación. De acuerdo con el último reporte de tráfico de pasajeros, correspondiente al mes de noviembre de 2021, se observa que la región se encuentra un 30% por debajo de los niveles de 2019 y 50% por arriba de los niveles de 2020. A pesar de la recesión actual, las perspectivas a largo plazo para la industria de viajes y turismo en la región siguen siendo alentadoras y algunas, en el contexto de COVID-19, son:

- La crisis ofrece una oportunidad para que la industria se reorganice y se vuelva más fuerte.
- Abordar desafíos a largo plazo, como las brechas de infraestructura, es esencial para garantizar una recuperación sostenible a largo plazo.
- La infraestructura, algo subdesarrollada, es uno de los mayores obstáculos de Latinoamérica y el Caribe para aumentar la competitividad de los viajes y el turismo.
- Según el Índice de Desarrollo de Viajes y Turismo 2021 del WEF, Las economías menos desarrolladas de la región requieren una inversión significativa en servicios e infraestructura de movilidad, especialmente para el transporte terrestre, y una necesidad evidente de mejorar la apertura internacional. La mayoría de las economías de las Américas también deben abordar los problemas de resiliencia socioeconómica y sostenibilidad ambiental. Estados Unidos es el país con la puntuación más alta en TTDI (Travel & Tourism Development Index) de la región (segundo) y representa la gran mayoría del PIB de Viajes y Turismo (T&T por sus siglas en inglés) de la región. Fuera de los Estados Unidos, Canadá (13), México (40), Brasil (49) y Argentina (59) representan gran parte del PIB restante de T&T. Chile (34) se destaca como el país con mejor desempeño en América del Sur, mientras que Uruguay, que fue la economía más dependiente de T&T en la región en 2020, experimentó la tasa de mejora más rápida (+3,6 %, del 61 al 55).

País	Ranking 2019	Ranking 2021	Puntaje
Panamá	14	60	4.0
Ecuador	44	73	3.8
Chile	66	34	4.3
México	67	40	4.3
Costa Rica	68	50	4.2
Argentina	80	59	4.0
Colombia	76	58	4.0
Brasil	85	49	4.2
Perú	90	60	3.9
Promedio Global			4.0

Tabla 1. Calidad de la infraestructura de transporte aéreo en los principales mercados de LAC

Fuente: World Economic Forum, 2022 Editado por los Autores

En 2022, se espera que la industria aeroespacial y de defensa (A&D) se centre en la innovación para desarrollar nuevas tecnologías y soluciones, crear nuevos mercados y ampliar las oportunidades de crecimiento. La rápida evolución y comercialización de nuevas tecnologías y procesos puede mejorar la eficiencia y reducir los costos. A medida que avanza el 2022, las tendencias en los viajes aéreos comerciales y la actividad de pedidos de los clientes están en una forma mucho mejor que las expectativas posteriores a la COVID-19, lo cual es una señal positiva para la industria. Sin embargo, las tendencias macroeconómicas actuales sugieren que la demanda de los aviones pequeños y de tamaño medio seguirán recuperándose para alcanzar los niveles anteriores a la COVID-19 en 2022, y los fabricantes de aviones centrados en los aviones de fuselaje estrecho estarán bien posicionados para beneficiarse de esta demanda.

Se tiene la expectativa de que los mercados de defensa se mantengan estables ya que los proyectos militares continúan siendo una prioridad estratégica y los países fortalecen aún más sus fuerzas armadas. Es probable que la innovación del sector privado continúe aumentando el valor potencial que el espacio, como recurso económico, puede crear para industrias y organizaciones.

Además, las nuevas tecnologías, los modelos comerciales en evolución y el aumento de la actividad de fusiones y adquisiciones probablemente acelerarán aún más el cambio hacia las eficiencias digitales y operativas. En particular, el hilo digital y la fábrica inteligente presentan una gran cantidad de tecnologías que mejoran la eficiencia y la productividad que pueden acelerar el tiempo de comercialización y reducir los tiempos de ciclo.

Algunas de las empresas destacadas en el mercado de la aviación de América Latina son Embraer SA, Airbus SE, Boeing Company, Bombardier Inc. y Lockheed Martin Corporation. El mercado de la aviación en América Latina tiene un enorme potencial de crecimiento y puede brindar grandes oportunidades para que los actores de la industria de la aviación expandan su presencia durante el período comprendido entre el 2021 y 2026 (Mordor Intelligence, 2021).

La Aviación de Defensa, por su parte, evoluciona en respuesta a las amenazas para la seguridad y soberanía de las grandes potencias mundiales, que se ven obligadas a incrementar los presupuestos para defensa con el fin de adquirir plataformas más sofisticadas y aventajar a las fuerzas armadas de otros

países. A pesar del lento crecimiento económico de la región y el impacto económico de la pandemia COVID-19, los países de América Latina están planeando modernizar su flota de aviones militares para fortalecer sus fuerzas armadas. Se espera que esto impulse el sector de la aviación militar en la región durante el período comprendido entre 2021 y 2026. De igual manera, en el 2020 el gasto militar global total aumentó a \$ 1,98 billones, un aumento del 2,6 % en términos reales desde 2019. Este aumento en el gasto militar global se produjo en un año en el que el producto interno bruto (PIB) global se redujo en un 4,4 %. En consecuencia, el gasto militar como porcentaje del PIB alcanzó una media mundial del 2,4 % en 2020, frente al 2,2 % de 2019. Este es el mayor aumento interanual desde la crisis financiera y económica mundial de 2009.

El gasto militar de China, el segundo más alto a nivel mundial, estimado en \$ 252 mil millones en 2020, aumentó un 1,9% durante 2019 y un 76% durante la década 2011-2020. El gasto militar de China ha aumentado durante 26 años consecutivos. Este crecimiento continuo en el gasto militar chino se debe principalmente a los planes de expansión y modernización militar a largo plazo del país, en línea con el deseo declarado de ponerse al día con otras potencias militares líderes, como Estados Unidos.

El gasto militar de Rusia también aumentó un 2,5 % en 2020 hasta alcanzar los 61.700 millones de dólares, lo que representa el segundo año consecutivo de crecimiento. Se espera que el gasto mundial en defensa crezca alrededor del 2,5 % en 2022, ya que las principales potencias mundiales continúan fortaleciendo sus fuerzas armadas en respuesta a las tensiones geopolíticas. (Deloitte, 2021).

Teniendo en cuenta la breve descripción dada anteriormente del Sector Aeronáutico, se pretende con el presente informe estudiar y describir más a fondo el sector y posteriormente abordar su caracterización a nivel mundial y nacional identificando el entorno organizacional, el marco regulatorio, aspectos relacionados con comercio exterior, y los planes, programas y proyectos tanto en la aviación civil como en la aviación de Estado.

1.1 Alcance y Consideraciones

Este documento presenta la situación actual y evolución del Sector Aeronáutico nacional e internacional, en términos de entorno organizacional, marco regulatorio, políticas, planes, programas y proyectos, inversiones, entre otros aspectos, con enfoque en el mantenimiento aeronáutico, los servicios a la navegación aérea, logística, entrenamiento y formación y la no menos importante, que a su vez está tomando gran fuerza, es el área aeroespacial; teniendo en cuenta que son estas las actividades aéreas más importantes del sector.

1.2 Metodología

La metodología empleada para la investigación y el desarrollo de la caracterización del Sector Aeronáutico, sus subsectores mantenimiento aeronáutico, los servicios a la navegación aérea, logística aeronáutica, entrenamiento y formación, en el Sector Aeroespacial y de Defensa, se inició tomando como fuente la información proporcionada por la Fuerza Pública, empresas del sector privado, escuelas de formación, autoridades aeronáuticas y otras instituciones y/o empresas aeronáuticas que entran en el marco del presente estudio.

Por otra parte, para realizar el análisis de participación del Sector Aeronáutico en la economía, se consultaron informes del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y para establecer el panorama internacional se consultaron informes y noticias del sector a nivel global.

a) Etapa I: Planificación y Selección de la Información

Esta etapa corresponde al planteamiento y formulación del estudio, estableciendo el alcance de la investigación, objetivos, actores relevantes en el Sector Aeronáutico, como son la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC), la FAA (Federal Aviation Administration, en español Administración Federal de Aviación), la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional, en inglés: International Civil Aviation Organization, ICAO) y por supuesto, el Ministerio de Defensa Nacional.

Durante la planificación también se diseñó un cronograma de actividades que incluyó el levantamiento de información de fuentes primarias y secundarias, la clasificación de la información, su análisis y la consolidación de los resultados.

b) Etapa II: Clasificación de la Información

Se realizó una clasificación de los documentos nacionales e internacionales más relevantes para la investigación, de forma que se lograra segregar información fidedigna y actualizada para el desarrollo del documento. Esta actividad se realizó de la siguiente manera:

- Se seleccionaron las últimas versiones de documentos que han sido publicados en un período menor a 5 años. Se hace una excepción cuando no hay una referencia diferente, siendo la única publicación existente en los subsectores de estudio. Para este caso, se tienen en cuenta referencias con más de 10 años de publicación.
- Se verificó que la información procede de fuentes confiables donde las publicaciones tienen una credibilidad sostenible, como por ejemplo organizaciones estatales, centros de investigación o universidades que obtienen resultados a partir de sus investigaciones y estos a su vez están avalados por la comunidad científica.
- Se determinó el nivel de aporte del documento al estudio de los diferentes subsectores.

Paralelo a lo anterior, se hicieron estudios documentales y se recopilaron datos históricos y estadísticos que contribuyeron a la elaboración y fortalecimiento del presente documento.

c) Etapa III: Análisis, Cotejo de Información y Resultados

Una vez realizado el estudio y clasificada la información, se procedió a realizar el análisis de lo obtenido de acuerdo a la estructura del documento. Se compararon datos que permitieron cuantificar el escenario aeronáutico del país, lo cual pone en contexto la importancia y relevancia del Sector Aeronáutico y, por consiguiente, de sus subsectores en Colombia. El estudio arroja estadísticas y proyecciones propias del sector que sirven como punto de partida para la estructuración de la caracterización y proyecciones del sector aeronáutico.

1.3 Contextualización del Sector Aeronáutico.

Partiendo de la definición de actividad aeronáutica civil dada por el Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC) 1 “Cuestiones Preliminares, Disposiciones Iniciales, Definiciones y Abreviaturas”, se puede decir que el Sector Aeronáutico (sin hacer distinción entre el sector aeronáutico civil y el militar) incluye todas las actividades relacionadas con el empleo de aeronaves tanto civiles como militares. Por lo tanto,

siguiendo con lo establecido en el RAC 1, el Sector Aeronáutico comprende, entre otras, las siguientes actividades:

- a. Servicios aéreos comerciales de transporte público, regular o no regular, interno o internacional de pasajeros correo o carga; o de trabajos aéreos especiales en sus diversas modalidades.
- b. Aviación general, incluyendo entre otras, aviación privada (individual o corporativa) civil del Estado, de enseñanza o instrucción de vuelo y experimental.
- c. Actividades de construcción y conservación de aeronaves o partes, incluyendo diseño, construcción, ensamblaje, mantenimiento, reparación o reconstrucción, alteración inspección, etc.
- d. Operación de infraestructura aeronáutica y servicios de protección y apoyo al vuelo, incluyendo servicios de control de tránsito aéreo, telecomunicaciones aeronáuticas, servicio meteorológico e información aeronáutica.
- e. Servicios aeroportuarios especializados de apoyo terrestre a la operación de aeronaves.
- f. Instrucción aeronáutica en sus diversas modalidades.” (UAEAC, 2020).

Sumado a las anteriores actividades aeronáuticas se encuentra la aviación de estado, que se detalla en una de las siguientes secciones destinadas a definir cada una de las actividades anteriormente mencionadas.

1.3.1 Aviación Civil Comercial

La Aviación Civil Comercial, o los servicios aéreos comerciales de transporte público (regular o no regular) como establece el RAC 3, hacen referencia a todas las actividades que implican el transporte de pasajeros o de carga que con tal carácter desarrollan personas de derecho privado., siendo la aviación civil comercial la de mayor demanda a nivel mundial. Pertenecen a esta categoría:

- **Transporte Regular:**

Son todas las actividades de transporte aéreo que se prestan con arreglo a tarifas, itinerarios, condiciones de servicios y horarios fijos que se anuncian al público. Esta categoría se divide en transporte público interno y transporte público internacional.

- El transporte público interno es aquel que se presta exclusivamente entre puntos situados en el territorio de la República; este puede ser troncal que se definen como ruta nacional colombiana definida como tal por la UAEAC, secundario la cual se define como ruta nacional colombiana, no definida como troncal por la UAEAC, regional son aquellas rutas no troncales, en regiones apartadas del país donde las comunicaciones terrestres son de difícil acceso y las condiciones de la infraestructura aeronáutica (pistas, radio ayudas, terminales, etc.) son de menor cubrimiento y categoría, de carga y especial de carga; estos dos últimos son autorizados expresamente por la Aerocivil para desarrollar primordialmente tal tipo de transporte.
- Transporte público internacional es aquel que es realizado entre puntos situados en el territorio de Colombia y puntos situados en el territorio de otros Estados, en todo caso conforme a los convenios internacionales sobre la materia, adicionalmente se contempla el transporte de pasajeros y carga con previo análisis de viabilidad y autorización por parte de la autoridad aeronáutica a los explotadores nacionales y extranjeros.

Este tipo de transporte se rige por el principio general de “Las rutas aéreas nacionales y el derecho de explotación de las internacionales a las que el país tiene acceso, son bienes públicos que pertenecen a la nación y en consecuencia están fuera del comercio”. Las rutas aéreas comerciales y nacionales se clasifican en Troncales, que son aquellas que conectan las principales ciudades del país y son definidas por la Aeronáutica Civil, y en Secundarias, aquellas cuyas características del mercado e infraestructura aeronáutica disponible lo exijan, previo análisis de ruta y cumplimiento de los requisitos previstos en el RAC. (UAEAC, 2021)

El servicio entre troncales se presta con aeronaves que tienen la capacidad de transportar más de 100 pasajeros o su equivalente en carga, además de cubrir vuelos nacionales e internacionales (Tecnología. S. d., 2012).

- **Transporte No Regular:**

Son las actividades de transporte aéreo que se caracterizan por prestar el servicio sin estar sujeto a las modalidades de itinerarios, condiciones de servicio y horarios fijos que se anuncien al público. Las empresas de vuelos Chárter y aerotaxi pertenecen a esta categoría.

- **Trabajos Aéreos Especiales:**

Son actividades aéreas civiles desarrolladas por personas jurídicas, con fines de lucro, distintas al transporte público aéreo, tales como aviación agrícola, aerofotografía, aerofotogrametría, geología, sismografía, publicidad y similares.

1.3.2 Aviación General

El RAC 1 define la aviación general como “operaciones de aviación civil diferentes de los servicios aéreos comerciales de transporte público y de trabajos aéreos especiales que incluye entre otras, aviación privada (individual o corporativa), instrucción de vuelo, deportiva, civil del estado y experimental.” (UAEAC, 2020)

1.3.3 Aviación de Estado

Por otro lado, se encuentra la aviación de Estado que comprende la aviación militar, la de aduanas y la policial. En este tipo de aviación se utilizan aeronaves bajo un concepto táctico de defensa y ataque para mantener la soberanía aérea de las naciones. Debido a la complejidad de las operaciones militares, existe gran variedad de prototipos capaces de cumplir con estas misiones. Dentro de esta clasificación se pueden encontrar Aviones de Transporte y de Combate, Helicópteros, Aeronaves de Reconocimiento, y un concepto muy utilizado últimamente, las Aeronaves Remotamente Tripuladas (RPA, Remotely Piloted Aircraft), también conocidas como UAV (Unmanned Aerial Vehicle, Aeronaves No Tripuladas), estas últimas son aeronaves autónomas que no necesitan de un piloto ni de tripulación a bordo para su vuelo.

1.3.4 Sector Aeroespacial

Para comenzar, hay que indicar que la industria aeroespacial es aquella encargada del diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves, desde aviones hasta naves espaciales, así como de los equipos específicos asociados, tales como son los sistemas de propulsión y navegación.

Igualmente, la industria aeroespacial se dedica a la investigación, el desarrollo y la fabricación de vehículos de vuelo, incluidos planeadores y planeadores sin motor, globos, dirigibles, naves más pesadas que el aire (tanto de ala fija como de ala giratoria; como los aviones civiles o militares), misiles (Sistemas de cohetes y misiles), vehículos de lanzamiento espacial y naves espaciales (tripuladas y no tripuladas).

También se incluyen entre sus capacidades los principales subsistemas de vehículos de vuelo, como la propulsión y la aviónica (electrónica de aviación) y los sistemas de apoyo clave necesarios para la prueba, operación y mantenimiento de los vehículos de vuelo. Además, la industria se dedica a la fabricación de productos y sistemas no aeroespaciales que utilizan tecnología aeroespacial.

Los sistemas aeroespaciales tienen un costo demasiado alto por unidad de peso y se encuentran entre los más complejos, medido por el número de componentes en los productos terminados. Entre las industrias manufactureras más grandes del mundo, en términos económicos de la producción de productos y el empleo, la industria aeroespacial se caracteriza por un número relativamente pequeño de grandes empresas y numerosas asociaciones internacionales en todos los niveles, cuyo principal cliente es la industria militar seguido por las aerolíneas comerciales, principalmente las aerolíneas de Estados Unidos, Europa y de Asia-Pacífico.

De los casi 50 países que tienen una o más empresas aeroespaciales, Estados Unidos posee el complejo industrial aeroespacial más grande del mundo; con empresas aeroespaciales exclusivas y otras con más diversificación en sus productos. Aunque Estados Unidos es el principal proveedor de sistemas militares, las empresas estadounidenses también son el principal proveedor de hardware aeroespacial militar y civil para el resto del mundo.

Rusia es la segunda industria aeroespacial más grande del mundo. Posterior a la disolución de la Unión Soviética en el año 1991, Rusia adquirió la mayoría de las oficinas de diseño soviéticas y se iniciaron asociaciones con empresas estadounidenses, europeas y rusas, entrando en los mercados occidentales.

La industria aeroespacial de Europa Occidental es también de gran peso a nivel global, con Francia, el Reino Unido y Alemania particularmente activos. Gracias a los convenios establecidos como son, la línea de transporte comercial Airbus y la familia de vehículos de lanzamiento espacial Ariane, la industria europea ha adquirido una experiencia considerable en el desarrollo y fabricación de casi toda la gama de sistemas aeroespaciales. La industria sueca es más pequeña que la de los otros países aeroespaciales europeos importantes, pero a través de su política nacional de especialización selectiva, también es altamente competitiva. Y, por último, con respecto a la región de Asia y el Pacífico, Japón tiene la industria aeroespacial líder, pero, en comparación con Estados Unidos, Europa Occidental y Rusia, sus capacidades aún son limitadas. (Delphipages.live, 2020)

1.3.5 Actividades de Construcción y Conservación de Aeronaves o Partes

Las actividades de construcción de aeronaves incluyen las relacionadas con su diseño y fabricación, entre las principales casas fabricantes de aeronaves del mundo se encuentran Embraer SA, Airbus SE, The Boeing Company, Bombardier Inc. y Lockheed Martin Corporation.

Con el fin de conservar las aeronaves en excelentes condiciones para volar de manera segura, se deben realizar actividades de mantenimiento como inspecciones, revisiones, reparaciones, cambio de partes, entre otras. Las tareas de mantenimiento aeronáutico se han realizado desde el primer vuelo de los hermanos Wright, a pesar de que en ese entonces era un área en la que no se había incursionado al

detalle, si era necesario realizar tareas de reparación sobre todo por los prototipos que hasta ese momento empezaban a probarse ante la mirada atónita de muchos. Luego viene el periodo de la Primera y Segunda Guerra Mundial, en los que las circunstancias dieron origen a los programas que permitían mantener la aeronave en óptimas condiciones. En este mismo periodo, se dio inicio a la fabricación de componentes y mecanismos más complejos que hacían a las aeronaves más propensas a presentar fallas durante su operación, esto obligó a los ingenieros de la época a implementar actividades de mantenimiento de acuerdo a criterios como tiempo de funcionamiento, material de fabricación, nivel de importancia del sistema, probabilidad de falla, etc.

A medida que se iba avanzando en el desarrollo de nuevos modelos de ingeniería, análisis de fallas, desgaste, calibración, entre otros, se pudo realizar una modificación de las labores de mantenimiento de la época, lo que llevó a establecer nuevos procedimientos, considerando el costo generado por estas operaciones y estableciendo nuevos protocolos.

Sin embargo, estas medidas no lograron surtir efectos contundentes por lo que se presentaban accidentes continuamente, generados por diversas causas, principalmente por los instrumentos a bordo de la aeronave. Entonces, fue necesaria la intervención de diversos entes a nivel mundial con el fin de hacer una revisión específica en cuanto a cómo se estaban ejecutando los mantenimientos.

Todavía se sigue aprendiendo de las fallas que se pueden presentar y cada retroalimentación ha permitido a los especialistas abordar de manera directa las fallas ocurridas, convirtiendo a la aviación en uno de los modos de transporte más seguros.

En la industria aeronáutica se realizan diferentes tipos de mantenimiento de aeronaves que se describen a continuación:

- a) **Mantenimiento Preventivo:** El mantenimiento de este tipo se caracteriza porque se desarrolla siguiendo el cronograma establecido para revisión o cambio de los componentes de la aeronave. Lo anterior se hace con el fin de evitar que las operaciones aéreas se pongan en riesgo y, al mismo tiempo, ayudar a mantener las aeronaves en condiciones óptimas de aeronavegabilidad.
- b) **Mantenimiento Predictivo:** Este tipo de mantenimiento consiste en realizar un seguimiento continuo a la condición de un componente con el fin de establecer el momento en que se puede presentar una falla y poner en riesgo la actividad aérea. Es importante contar con los medios tecnológicos requeridos con miras a evitar que el componente falle antes de lo proyectado.
- c) **Mantenimiento Correctivo:** El mantenimiento correctivo implica realizar el cambio del componente una vez se ha presentado la falla. Es el mantenimiento menos recomendable porque si no hay optimización de las actividades logísticas, la aeronave puede permanecer en tierra un tiempo indeterminado generando pérdidas para las compañías aéreas.
- d) **Mantenimiento Proactivo:** Es un mantenimiento relacionado directamente con el análisis y la investigación de las fallas que se presenten. Una de las ventajas de este tipo de mantenimiento es que, al tener claro el origen de una falla, se pueden generar recomendaciones orientadas a tratar la fuente que la produjo, trayendo a su vez ventajas representadas en un aumento de la vida útil del componente, así como disminución de gastos por mantenimiento. Este concepto de mantenimiento es conocido también como Confiabilidad.

1.3.6 Operación de infraestructura aeronáutica y servicios de protección y apoyo al vuelo

La actividad aeronáutica denominada operación de infraestructura aeronáutica y servicios de protección y apoyo al vuelo incluye los servicios a la navegación aérea que son los que se proveen a las aeronaves para que vuelen de manera eficiente y segura de un destino a otro. Según el RAC 91 91.114 Autoridad ATS competente, el término provisión de servicios a la navegación aérea (ANSP) comprenden el “b.control de tránsito aéreo en el territorio nacional, incluyendo los servicios de información de vuelo y alerta, control de tránsito aéreo de aeródromo, control de aproximación/salidas, control de área (radar y no radar) y gestión de afluencia del tránsito aéreo, así como los servicios conexos de cartografía aeronáutica, telecomunicaciones aeronáuticas, información aeronáutica previa al vuelo y meteorología aeronáutica....

(c) Los servicios de ayudas para la navegación en el espacio aéreo y territorio nacional son ofrecidos por la Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea, área funcional de la Secretaría de Sistemas Operacionales de la UAEAC. No obstante, la UAEAC podrá conferir, por mutuo acuerdo, delegación a la autoridad competente de otro Estado para que asuma la responsabilidad de establecer y proveer los servicios de tránsito aéreo en las regiones de información de vuelo y áreas o zonas de control que se extiendan sobre territorio Colombiano, o recibir delegación para asumir la responsabilidad en la provisión de tales servicios de tránsito aéreo en las regiones de información de vuelo y áreas o zonas de control sobre territorio de otros Estados, pudiendo en cualquier momento dar por terminados dichos acuerdos y reasumir la prestación de los servicios delegados.” (UAEAC, 2020)

En el RAC 211 se establece que el “Proveedor de servicios de tránsito aéreo (ATSP), es una organización que ha sido expresamente autorizada o designada por la UAEAC de Colombia como el responsable de suministrar los servicios de tránsito aéreo en el espacio aéreo establecido para tales propósitos. (UAEAC, 2021) Dentro de la gestión del tránsito aéreo (ATM) se contempla la prestación de los servicios de tránsito aéreo (ATS), gestión de la afluencia del tránsito aéreo (ATFM), gestión y organización del espacio aéreo (ASM) y gestión de la seguridad operacional en los servicios de tránsito aéreo, siendo ATS el elemento principal.

“Los objetivos de los servicios de tránsito aéreo (ATS), como elemento principal de la gestión del tránsito aéreo, son:

- a) Prevenir colisiones entre aeronaves.
- b) Prevenir colisiones entre aeronaves en el área de maniobras y entre esas y los obstáculos que haya en dicha área.
- c) Acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.
- d) Asesorar y proporcionar información útil para la marcha segura y eficaz de los vuelos.
- e) Notificar a los organismos pertinentes respecto a las aeronaves que necesitan ayuda de búsqueda y salvamento, prestando la mayor colaboración posible a dichos organismos según sea necesario.” (UAEAC, 2021)

“Los servicios de tránsito aéreo se dividen en:

- Servicio de control de tránsito aéreo que, para cumplir con los objetivos a), b) y c) enunciados anteriormente, prestan el Servicio de Control de Área, el Servicio de Control de Aproximación y el Servicio de Control de Aeródromo.

- El servicio de información de vuelo, para satisfacer el objetivo del párrafo d) de la sección 211.015; Asesorar y proporcionar información útil para la marcha segura y eficaz de los vuelos.
- El servicio de alerta, para satisfacer el objetivo del párrafo e) de la sección 211.015; Notificar a los organismos pertinentes respecto a las aeronaves que necesitan ayuda de búsqueda y salvamento, prestando la mayor colaboración posible a dichos organismos según sea necesario.” (UAEAC, 2021)

1.3.7 Servicios aeroportuarios especializados de apoyo terrestre a la operación de aeronaves

Los servicios aeroportuarios especializados, también conocidos como servicios de escala en aeropuerto (handling) incluyen, entre otros, los siguientes:

- Servicios de rampa.
- Suministro de combustible.
- Mantenimiento de línea.
- Asistencia en tierra (handling).
- Suministro de alimentos (catering).
- Terminales de almacenamiento y de carga.
- Equipos de apoyo terrestre en plataforma.
- Operadores de Base Fija (FBO).
- Servicio de seguridad de la aeronave.
- Chequeo de pasajeros.
- Aseo, otros. (UAEAC, 2019)

1.3.8 Instrucción aeronáutica

Los centros de instrucción aeronáutica están definidos en el RAC 1 como “todo establecimiento público o privado, nacional o extranjero que funcione ya sea de manera independiente o adscrito a una empresa aérea, taller aeronáutico o fábrica de aeronaves o partes; en el que, con el debido permiso de una Autoridad Aeronáutica, se imparte uno o más programas de entrenamiento para instrucción teórica o práctica, de tierra o vuelo, inicial o avanzada; de transición, para habilitaciones específicas, de repaso (recurrente) o para actualización; al personal aeronáutico en sus diferentes modalidades y especialidades.” (UAEAC, 2020).

1.3.9 Logística Aeronáutica

A través de los años se ha comprobado que uno de los logros más importantes de la humanidad es tener a la mano la logística general como herramienta que contribuye al éxito de los proyectos. En esencia, la logística surge como una de las herramientas más antiguas e importantes para las diferentes organizaciones tanto civiles como militares, que ha sido utilizada para lograr el desarrollo de los objetivos y metas, además de contribuir con el desarrollo sostenible de la sociedad.

La logística se entiende como el conjunto de actividades que abarca desde la construcción de caminos y edificaciones, para permitir la flexibilidad de las comunicaciones y reducir las distancias, hasta la gestión de los abastecimientos y transporte de víveres, vestuario, armas, combustibles, y todos aquellos elementos de subsistencia.



La competencia se relaciona con el crecimiento económico en torno a la idea de “negocio”, que aflora para satisfacer las necesidades sociales en función del progreso y beneficio, integrando el elemento “gana-gana”, fundamental en toda actividad económica que involucra análisis y evaluación de riesgos del área financiera de la organización.

Estas actividades propias de la logística general dan paso a la denominada Logística Aeronáutica, que incorpora sistemas logísticos característicos del sector e integra procesos enmarcados en el concepto de “cadena”, donde cada uno de las partes tienen un grado de participación que influye en su sincronización. En la actualidad, se habla de procesos con enfoque integral, evidenciando que el trabajo en equipo conduce a una mejor administración y manejo de recursos. (Ramírez, 2007).

2. Caracterización General del Sector a Nivel Mundial

Este capítulo describe el enfoque mundial del Sector Aeronáutico, y en especial de sus subsectores Mantenimiento Aeronáutico, Servicios a la Navegación Aérea, Aeroespacial, Entrenamiento y Logística Aeronáutica con el fin de entender su dinámica y poder identificar las proyecciones relacionadas con las necesidades dado el crecimiento de las operaciones aéreas.

De igual forma, se resalta la evolución de los subsectores a través del tiempo, tomando como referencia algunos talleres de mantenimiento y proveedores de servicios aeronáuticos a nivel mundial con más desarrollo en la parte tecnológica y en la implementación de nuevas estrategias enfocadas a optimizar la prestación de estos servicios.

También se presenta el enfoque de la OACI sobre el incremento del tráfico aéreo a nivel mundial a través del Plan Mundial de Navegación Aérea; con la visión de la OACI, de lograr un crecimiento sostenible del sistema de aviación mundial, se pretende dar una pauta para que las operaciones aéreas se incrementen de manera segura, dado que si bien es cierto que el crecimiento de la aviación facilita el progreso económico, bajo ciertas circunstancias este crecimiento se puede convertir en algo perjudicial aumentando los riesgos operacionales si se superan los límites de la infraestructura existente.

Finalmente, el capítulo pretende dar a conocer las proyecciones globales, de manera que se pueda obtener una idea clara de cuál es el horizonte en el mundo al que apuntan los subsectores en estudio.

2.1 Principales Estudios del Sector a Nivel Internacional

Según el estudio “El despegue del sector aéreo ¿Cómo acelerar la transformación de las aerolíneas en el mundo post-COVID?” (DTTL, 2022), “La pandemia global ha supuesto un impacto sin precedentes en los últimos 50 años para el sector aéreo y ha generado una incertidumbre extrema sobre su futuro. Las aerolíneas deben enfrentarse a esta situación evaluando el impacto de las extraordinarias pérdidas que han sufrido, las cambiantes restricciones y regulaciones y la aceleración de la transformación de los hábitos y preferencias del consumidor”.

A nivel global, la entrega de nuevos aviones sufrió una caída interanual de 37% en el primer trimestre de 2020, y de 74% en el segundo trimestre. El pronóstico de entregas de aviones nuevos en 2020, que era de 1.066 antes de la pandemia, se ha reducido a 522 (una caída de 44,6%). El número de entregas a arrendadores de aeronaves se ha visto aún más afectado, cayendo un 88% en el segundo trimestre. El desajuste entre producción y entregas no tiene precedentes: a pesar de que el ritmo de producción de aeronaves también haya sufrido una caída, se estima que haya entre 100 y 200 aviones de “cola blanca” (aviones sin compradores) en producción, los cuales terminarán por ser vendidos a precios reducidos. Por la supresión de la demanda, se estima que, de enero a mayo de 2020, el valor de aeronaves nuevas haya caído entre 20% y 30%, y hasta un 50% en el caso de aeronaves usadas de gran porte.

Durante el primer semestre del 2022, las entregas mundiales de aviones comerciales han venido incrementando sus cifras gracias a un aumento de las tasas de producción de los fabricantes, incluidas las entregas de aviones que se produjeron e inventariaron, pero no se pudieron entregar en 2020 y 2021.

Además, según el estudio realizado por Deloitte, a medida que se recupera la demanda de viajes, se espera que aumenten las tasas de fabricación de aviones de fuselaje estrecho; mientras que una distribución global más amplia de las vacunas contra el Covid-19 en 2022 conllevará niveles más altos de

viajes internacionales, lo que podría traducirse en una mayor demanda de nuevos aviones de fuselaje ancho.

Asimismo, la recuperación de la demanda de viajes aéreos ha venido impulsando el aumento del mercado de recambios y accesorios y generación de mayores ingresos de los servicios de postventa, especialmente en el segundo semestre de 2022, impulsados por el mantenimiento, reparación y revisión de la flota de aviones.

A pesar de que se ha identificado que la industria aeronáutica global se ha visto afectado en grandes proporciones, existe actualmente una recuperación y un crecimiento de manera significativa, y la tendencia se mantiene a través de los años, dando como resultado un aumento positivo en la demanda de vuelos regionales e internacionales. Tres de las regiones en el mundo con mayor incremento de vuelos domésticos e internacionales en la industria aeronáutica son Asia, Europa y Estados Unidos, en donde la principal preocupación es poder medir y optimizar los niveles de servicio manteniendo los niveles de seguridad. Indudablemente, esta situación tiene una amplia repercusión en los Subsectores Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea.

En el informe Current Market Outlook (Boeing, Commercial Market Outlook 2022-2041, 2022), Boeing pone de manifiesto que, durante la última década, la aviación comercial ha venido creciendo a una tasa de alrededor de 6.5% anual, muy por encima del promedio a largo plazo del 5%, y dice que la industria de las aerolíneas ha enfrentado serios desafíos antes, pero la severa disminución en el tráfico debido a la pandemia mundial superó con creces las recesiones anteriores. A pesar de la gravedad de este desafío, la industria se mantiene resistente, al igual que la demanda que atiende, que desafió las expectativas al volverse más fuerte en muchos mercados. El pronóstico exige una recuperación total de la aviación mundial para 2024, junto con un retorno a tasas de crecimiento comparables a las observadas antes de la pandemia.

Igualmente, en este informe se pronostica que el tráfico aéreo general crecerá un 3,9 % de 2019 a 2031 y un 3,8 % de 2019 a 2041. El tráfico de corta distancia (menos de 5.500 km) crecerá un 4,1 % de 2019 a 2031 y un 4,0 % de 2019 a 2041. El tráfico de larga distancia (más allá 5.500km) crecerá a tasas algo más lentas: 3,3 % de 2019 a 2031 y el mismo porcentaje de 2019 a 2041. Si bien muchas aerolíneas cambiaron drásticamente sus operaciones durante la pandemia, muchos de estos cambios ya se están desvaneciendo a medida que regresa la estabilidad del mercado.

Además, para generar ingresos en el retador entorno de pasajeros de COVID, las aerolíneas aprovecharon su capacidad de carga aérea para capitalizar la fuerte demanda. En algunos casos, redistribuyeron las flotas de pasajeros de fuselaje ancho como "p-freighters" cuando desaparecieron las redes de pasajeros de larga distancia. Esta tendencia también se ha desvanecido a medida que los mercados de pasajeros vuelven a funcionar y los reguladores rescinden las medidas que permitían el transporte de cargas médicamente necesarias en las líneas principales de pasajeros.

Para competir, las aerolíneas están creando modelos comerciales dinámicos que aumentan las clasificaciones tradicionales de "operador de red" o "vuelos de bajo costo". Las nuevas ofertas combinadas, adaptadas a las necesidades del mercado, brindan a los pasajeros una mayor flexibilidad en las opciones de asientos y servicios a bordo.

El Current Market Outlook (CMO) 2022 de Boeing incluye las siguientes proyecciones regionales en los próximos 20 años:

- Continuando con su sólida historia de crecimiento, los mercados asiáticos representan aproximadamente un 40% de la demanda mundial a largo plazo de aviones nuevos. Europa y América del Norte representan cada uno poco más de un 20% de la demanda, y con un 15% de las entregas llegando desde otras regiones.
- La flota del sur de Asia sigue liderando el crecimiento mundial, con un 6,2% anualmente. Encabezada por India, la flota de la región casi se cuadruplicará de 700 aviones en 2019 a más de 2.600 aviones hasta 2041. Se prevé que el sudeste asiático tenga el segundo crecimiento más rápido con una casi triplicación de su flota comercial para 4.500 aviones.
- El CMO este año no incluye un pronóstico para las entregas de aviones en Rusia debido a las sanciones contra las exportaciones de aviones. Este cambio reduce la demanda global de 20 años en alrededor de 1.500 aviones en comparación con el CMO del año pasado.
- Los aviones de pasillo único deben totalizar casi 31 mil aviones y representarán un 75% de todas las nuevas entregas – índice igual al de CMO del año 2021. Hasta 2041, los nuevos aviones de fuselaje ancho representarán aproximadamente un 18% de las entregas con más de 7.230 aviones, lo que permitirá a las aerolíneas atender nuevos y existentes mercados, de pasajeros y de carga, de manera más eficiente.

Las aerolíneas se enfocarán en construir y adquirir flotas versátiles que brinden flexibilidad en el futuro, maximizando la capacidad mientras que minimizan el riesgo y mejoran la eficiencia y la sostenibilidad. Por otra parte, en Europa, Airbus estima cifras muy similares en su informe Global Market Forecast (Airbus, Global Market Forecast 2022-2041, 2022) e indica que la tendencia en el tráfico de pasajeros, desarrollo de infraestructura y las tecnologías emergentes, definirán la demanda y clase de aeronaves que serán entregadas en los años venideros. Según estas dos empresas, Boeing y Airbus, que son las más representativas en fabricación de aeronaves a nivel mundial, se pronostica que la demanda de tráfico de pasajeros crecerá anualmente un 3,6%, una demanda de 39.490 nuevos aviones de pasajeros y de carga de los cuales 31.620 normalmente de pasillo único y 7.870 de fuselaje ancho y una demanda de Freighters de 2.440 aviones, con casi 900 de estos de nueva construcción durante los próximos 20 años.

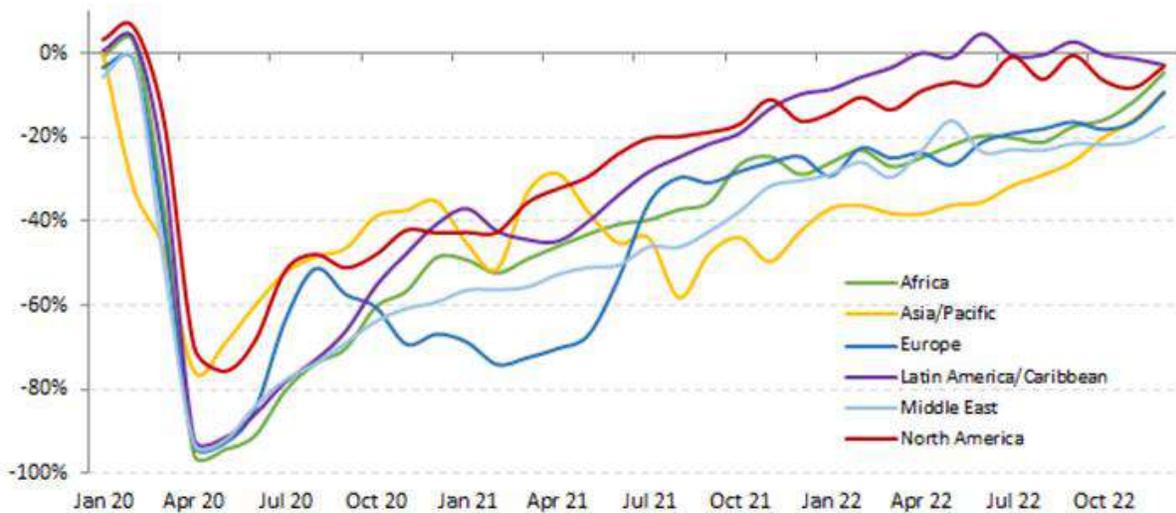
Solo el 20% de la flota actual en servicio son aviones de última generación que ahorran combustible. La sustitución de aviones de generaciones anteriores es una de las formas más sencillas de descarbonizar el sector.

Teniendo en cuenta el impacto generado por el COVID-19, la OACI informa que en el primer trimestre de 2021 se observó una disminución en la tasa de recuperación del tráfico aéreo mundial debido al fuerte aumento en ese momento en las infecciones por COVID-19. La situación se estabilizó ligeramente en el segundo y tercer trimestre, principalmente debido al aumento de las tasas de vacunación, y con la correspondiente relajación de las restricciones de viaje en varias partes del mundo durante la temporada alta de viajes. Sin embargo, esta tendencia al alza se estancó rápidamente en el cuarto trimestre, con la aparición de la variante Ómicron.

El impacto de la pandemia continúa pesando desproporcionadamente en los viajes nacionales e internacionales, y los primeros se recuperan a un ritmo más rápido. En general, el tráfico nacional de pasajeros se ha recuperado al 68 % de los niveles previos a la pandemia, mientras que el tráfico internacional se mantiene en solo el 28 %.

La recuperación de la aviación mundial también se ha caracterizado por una variación regional significativa, con las regiones de América del Norte y América Latina y el Caribe mostrando las tasas de

recuperación más altas, Europa repuntando notablemente durante la temporada de viajes de verano y África y Medio Oriente recuperándose moderadamente hasta que África se hundió de nuevo debido a las restricciones de Ómicron. Asia/Pacífico fue la región con peor desempeño como resultado de la desaceleración del tráfico nacional y el estancamiento de los niveles de tráfico internacional. (Gráfica 1).



Note: Optimistic scenario for 2022 outlook

Gráfica 1. Diferencia regional en el ritmo de recuperación (número de pasajeros, en comparación con los niveles de 2019)

Fuente: OACI, (2022). 2021 global air passenger totals show improvement from 2020, but still only half pre-pandemic levels. Montreal, Quebec, Canada.

Por otro parte, existe un escenario optimista con una pronta recuperación de la aviación civil y restablecimiento de la conectividad (OACI, 2021); para el período 2022-2023, la capacidad aeroportuaria es suficiente respecto al número de operaciones aéreas y para el año 2024, debe sostenerse el balance capacidad/demanda en la Región CAR/SAM pero también aplica a nivel global aunque su recuperación ha sido mucho mayor, conjuntamente con aumentos en la eficiencia, flexibilidad y posibilidad de predecir. Lo anterior permite estimar que la industria de la aviación mundial y regional continuará su desarrollo tecnológico en la puesta en marcha de nuevos procesos de sostenibilidad del mantenimiento aeronáutico y los servicios a la navegación aérea.

Actualmente, la OACI proyecta que el total de pasajeros para el 2022 será de 26 a 31 % menos que los niveles previos a la pandemia, con una capacidad de asientos del 20 al 23 %. En un escenario optimista, se espera que el tráfico de pasajeros se recupere al 86 % de sus niveles de 2019 para diciembre de 2022, con base en una recuperación del 73 % del tráfico internacional y del 95 % nacional.

Los escenarios más pesimistas apuntan a una recuperación del 75 % basada en un 58 % de recuperaciones internacionales y un 86 % de recuperaciones nacionales. Esta disminución continúa proyectada en el tráfico podría traducirse en pérdidas estimadas de \$ 186 a \$ 217 mil millones en ingresos operativos brutos de pasajeros de aerolíneas en 2022 en comparación con 2019.

Los pronósticos a largo plazo de la OACI indican que las recesiones actuales también afectarán los patrones de tráfico a largo plazo, con la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 2018-2050 de los ingresos por pasajero-kilómetro (RPK) global actualmente proyectada en 3,6 %, por debajo del 4,2 %, pronóstico porcentual previo a la COVID.

2.1.1 Mantenimiento Aeronáutico

En el panorama internacional, el Sector Aeronáutico del Sector Defensa se divide en Aviación Logística y Aviación de Combate y Entrenamiento, según su misión. Estos dos frentes demandan personal, infraestructura y recursos económicos vitales para su desarrollo y puesta en marcha.

- **Aviación Logística:** Las aeronaves logísticas son adaptaciones de aeronaves comerciales a las que se les realiza algunas modificaciones para ajustarlas a las necesidades del Sector Defensa (transporte, reconocimiento, reabastecimiento, ambulancia). Sin embargo, otros modelos son diseñados y fabricados especialmente para tal fin.
- **Aviación para Combate y Entrenamiento:** Dentro de este grupo caben todas las aeronaves cuya misión está orientada al ataque, defensa y adiestramiento de pilotos.

En la Tabla 2 se muestra la flota mundial de aviones militares activos en 2022, por país.

#	PAIS	FLOTA ACTIVA	CUOTA
1	USA	13.246	25%
2	Rusia	4.173	8%
3	China	3.285	6%
4	India	2.182	4%
5	Corea del Sur	1.595	3%
6	Japón	1.449	3%
7	Pakistán	1.387	2%
8	Francia	1.055	2%
9	Turquía	1.057	2%
10	Egipto	1.062	2%
11	Otros	22.781	43%
Total		53,271	100%

Tabla 2. Flota de Aviones Militares Activos en 2022 por País

Fuente: (Flight Global-Embraer, 2022).

En la figura 1 se muestra la flota de aviones activos en 2021 de las diferentes Fuerzas Aéreas de Latinoamérica, por país.



Figura 1. Aviones de Combate de América Latina

Fuente: (InfoDefensa, 2021)

Para el 2020, países como Estados Unidos, Rusia, China y los miembros de la Unión Europea tenían bastante desarrollada toda la infraestructura aeronáutica de sus Fuerzas, en cuanto al mantenimiento de sus aviones y la operación de las mismas. Sus avances han servido de referencia a países menos desarrollados en temas aeronáuticos para la formulación de políticas y planes de mantenimiento no solo por su experiencia en fabricación, sino porque su economía les permite destinar los recursos suficientes para investigación. Por estas razones sirven como referentes a otros países menos desarrollados en temas aeronáuticos, compartiendo guías, políticas y planes de mantenimiento.

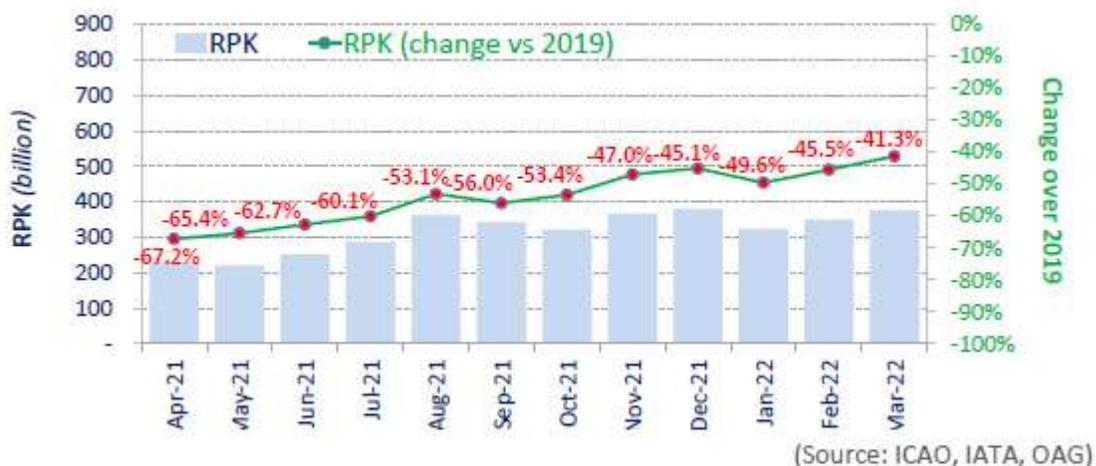
La aviación es el medio de transporte más seguro que existe en la actualidad y, para continuar siéndolo en el futuro, el diseño de los aparatos debe seguir desarrollando tanto la seguridad operacional (que los aviones no fallen en su funcionamiento) como la física (que el transporte aéreo sea capaz de afrontar cualquier “ataque” que trate de vulnerar la seguridad del vuelo y sus usuarios).

Se proponen líneas de actuación muy diversas, que van desde los estudios de la interacción hombre-máquina para toma de decisiones compartidas hasta el de la ciberseguridad en toda la cadena de valor de la aviación (los desarrollos de aeronaves cada vez más digitalizados o el control de vuelo o el de tráfico aéreo), incluyendo el uso del Big Data para monitorear comportamientos en aeropuertos y aviones e identificar posibles amenazas. La tecnología aeronáutica en el futuro estará basada fundamentalmente en la sostenibilidad, rentabilidad, versatilidad, potenciación de servicios y digitalización. Requerirá de medios productivos avanzados para estar preparados a cadencias de producción nunca vistas.

Los análisis de datos avanzados están sirviendo para que las aerolíneas optimicen al máximo sus vuelos, desde el mantenimiento de un motor hasta el ahorro del combustible y también para mejorar la experiencia del pasajero a bordo.

Es importante hablar del sector civil como principal protagonista en la cadena del mercado aeronáutico mundial. Si bien el Sector Aeronáutico en décadas anteriores obtuvo su máximo desarrollo durante las guerras, el escenario actual está regido por actividades como el turismo y el comercio, que han fomentado los avances en materia tecnológica con el objetivo de prestar un mejor servicio al viajero.

Muestra de esto son las cifras presentadas por la OACI, que indican que el tráfico mundial de pasajeros cayó un -41,3% en marzo de 2022 (respecto a 2019), 4,2 puntos porcentuales por encima del descenso del mes anterior. La tendencia al alza en la recuperación de los viajes aéreos desde febrero fue el resultado de la relajación de las restricciones contra Ómicron y la sólida demanda de viajes. Sin embargo, la mejora en los viajes aéreos nacionales se debilitó, principalmente debido a la caída significativa en los viajes nacionales de China, afectados por el nuevo confinamiento y las restricciones de viaje más estrictas. A medida que se relajan las restricciones relacionadas con el COVID-19, se espera que continúe la recuperación de los viajes aéreos a nivel mundial. (Gráfica 2.).



Gráfica 2. Ingresos (USD) pasajeros-kilómetros - RPK.
Fuente: OACI, MAY 2022: Air Transport Monthly Monitor, 2022.

Según informe realizado por la Aeronáutica Civil de Colombia en julio de 2022, el transporte aéreo sigue consolidándose como un factor fundamental de crecimiento económico, motor de desarrollo y fortalecimiento del turismo en el país. Las cifras así lo demuestran: desde el primero de enero hasta el 30 de junio del presente año se movilizaron por vía aérea 22.683.175 pasajeros, de los cuales, 15.848.687 corresponden a viajeros desde y hacia destinos nacionales y 6.834.488 a pasajeros desde y hacia destinos internacionales. En términos porcentuales, el incremento en el transporte de pasajeros alcanza el 101.8% en el primer semestre del presente año; esto es un poco más del doble en comparación con el mismo periodo de 2021.

Los aeropuertos de mayor movilización a nivel nacional son Bogotá, con 16.374.033 pasajeros, Rionegro con 5.906.394, Cali con 3.486.856 y Cartagena con 3.461.636 pasajeros; del mismo modo los aeropuertos de mayor movilización a nivel internacional son Bogotá con 4.859.895 pasajeros, Rionegro

con 1.195.289, Cali con 545.149 y Cartagena con 444.733 pasajeros movilizados. Y en lo referente al transporte aéreo de carga, durante los primeros seis meses de 2022 se transportaron un total de 454.032 toneladas, de las cuales 73.053 corresponden a carga nacional y 380.980 a internacional.

En cuanto al movimiento de carga, según cifras de la IATA (International Air Transport Association, en español Asociación Internacional de Transporte Aéreo), la demanda global medida en toneladas-kilómetros de carga registró un crecimiento en febrero de 2022 de un 2,9 % en comparación con febrero de 2021 (2,5 % para operaciones internacionales). Si bien los volúmenes de carga continuaron aumentando, la tasa de crecimiento se desaceleró desde la expansión interanual del 8,7% en diciembre de 2021. La capacidad fue un 12,5% superior a febrero de 2021 (8,9% para operaciones internacionales). No obstante, estos números positivos, en comparación con los niveles anteriores a COVID-19, la capacidad sigue siendo limitada, un 5,6 % por debajo de los niveles de febrero de 2019. (Mercojuris, 2022)

Deben tenerse en cuenta varios factores en el entorno operativo:

- La inflación general de precios al consumidor para los países del G7 (economías muy industrializadas: Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos) fue del 6,3 % interanual en febrero de 2022, la más alta desde fines de 1982. Si bien la inflación normalmente reduce el poder adquisitivo, esto se equilibra con los niveles de ahorro más altos que surgen de la pandemia.
- El índice de gerentes de compras (PMI) que rastrea los nuevos pedidos de exportación globales cayó a 48,2 en marzo de 2022. Este fue el más bajo desde julio de 2020, lo que indica que la mayoría de las empresas informaron una caída en los nuevos pedidos de exportación.
- La política de cero COVID en China continental y Hong Kong continúa creando interrupciones en la cadena de suministro como resultado de cancelaciones de vuelos debido a la escasez de mano de obra y porque muchos fabricantes no pueden operar normalmente.
- La invasión rusa a Ucrania ya afecta de lleno a los servicios internacionales de carga aérea, especialmente en las operaciones que enlazan Asia y Europa. Más allá de los incrementos en los precios de los combustibles, los combates han dejado en tierra gran parte de la flota de cargueros Antonov de Ucrania, con algunas de las aeronaves de carga más grandes del planeta, lo que ha restado capacidad al mercado y la incorporación de recargos en tarifas.

Así mismo, se prevé que los envíos de carga aérea se encarezcan por el gasto adicional de combustible y que, además, la necesidad de cargar más carburante reste capacidad de carga útil, lo que implicaría una reducción de la oferta.

La Aviación, para dar solución al creciente número de pasajeros, requiere que las actividades que se desarrollen cumplan con los altos estándares de calidad con el fin de mantener la seguridad de las operaciones. Es necesario contar con la infraestructura aeroportuaria apropiada tanto para recibir la aeronave cuando esté en tierra como para brindarle al pasajero las comodidades correspondientes. Esto ha llevado a que los aeropuertos sean cada vez más amplios, seguros y cómodos con el fin de brindar la mejor experiencia a los pasajeros.

En aspectos del mantenimiento que se debe realizar a una aeronave, aún se habla del MRO (Maintenance, Repair and Overhaul, en español Mantenimiento, Reparación y Revisión o reacondicionamiento). Los MRO son organizaciones donde se llevan a cabo tareas de mantenimiento y reparación en aeronaves y/o componentes. Estas estaciones incluyen departamentos tales como

planeación, ingeniería, sección administrativa, logística, técnica y operativa, que, integradas, tienen como misión garantizar la operación segura de las aeronaves a las cuales se les realizan los servicios de mantenimiento. El sector de la industria aeroespacial, las cadenas de suministro globales se han visto afectadas tanto por los impactos del lado de la demanda como por las interrupciones del lado de la oferta en 2020 y 2021.

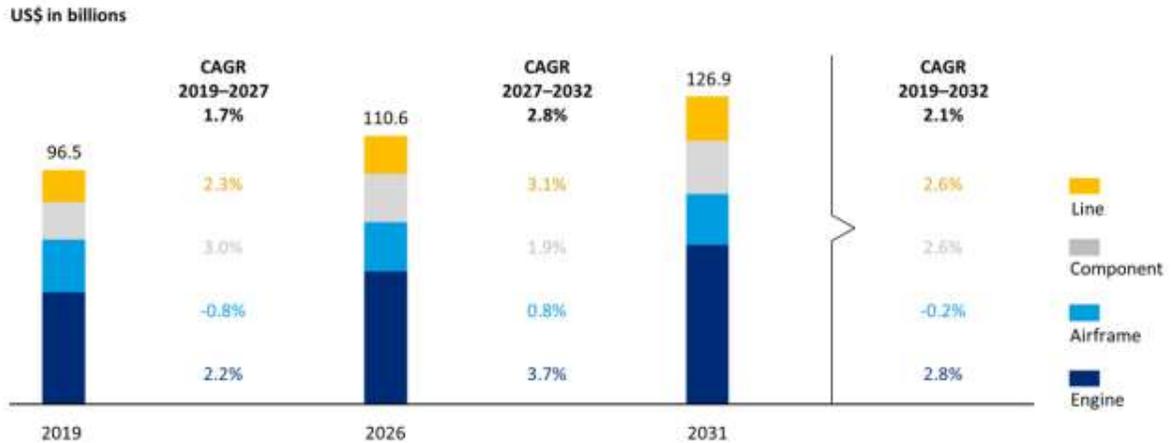
Las empresas necesitan sistemas flexibles y ágiles que puedan optimizar automáticamente el rendimiento en una red más amplia, adaptarse y aprender de las nuevas condiciones en tiempo real o casi real y, en algunos casos, ejecutar procesos de producción completos de forma autónoma. En 2022, se espera que las empresas aeroespaciales y de defensa adopten el hilo digital y la fábrica inteligente de manera más amplia para obtener visibilidad del suministro de componentes y materiales críticos para garantizar una producción eficiente y un diseño más rápido hasta la entrega.

Habilitar la secuencia digital puede ser crucial para que una empresa de aeroespacial se mantenga ágil en el cambiante entorno empresarial actual. El hilo digital se conecta a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde el diseño inicial hasta el producto final. Los conocimientos y acciones generadas por el ejercicio digital deberían ayudar a las empresas a acelerar el tiempo de comercialización del producto, reducir los costos generales del servicio y mantenerse flexibles para satisfacer las demandas en constante cambio de los clientes. Es probable que los actores de la industria aprovechen el uso de la tecnología digital para optimizar, diseñar, adaptar y mantener productos en cada etapa del viaje.

A nivel mundial vale la pena destacar los MRO de Emirates (Emiratos Árabes), American Airlines (Estados Unidos) y Lufthansa Technik Shenzhen (LTS) (Alemania) que recientemente, con la recuperación del mercado de la aviación china, han reanudado sus inversiones en nuevas capacidades.

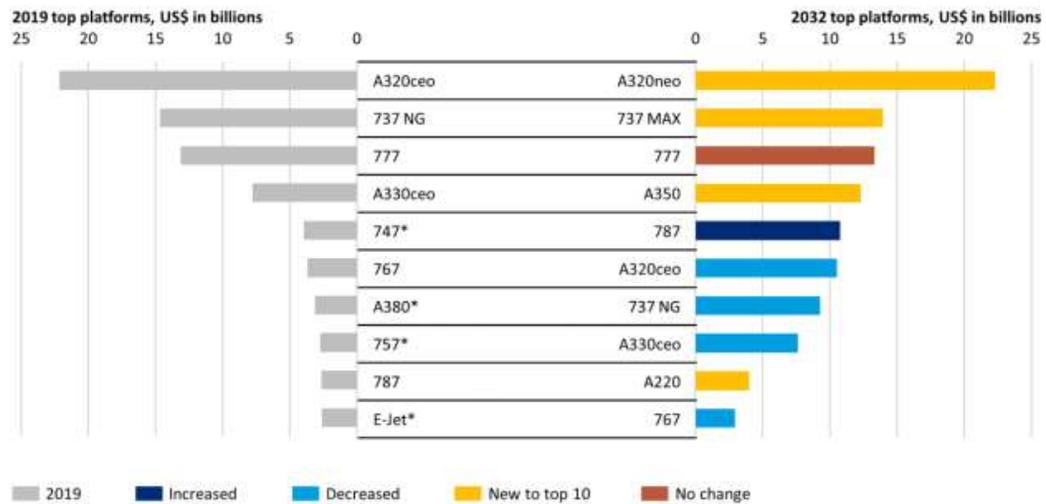
Latinoamérica tampoco ha sido ajena a estas condiciones de crecimiento, por lo que surge la necesidad de tener estaciones de mantenimiento que respondan a los requerimientos de las aerolíneas, que día a día vienen incrementando sus flotas como es el caso de Avianca (Colombia), Gol (Brasil) y la fusión entre LAN y TAM (LATAM, Chile - Brasil). Para estas aerolíneas resulta fundamental contar con Centros de Mantenimiento como parte del negocio, puesto que llevar sus aviones a mantenimiento en el extranjero resulta muy costoso y por otra parte se genera empleo y se aprovecha la calidad en mano de obra de estos países. En el continente americano existen algunas estaciones reparadoras, como Mexicana MRO; como el primer Taller autorizado para América Latina por el fabricante Airbus, Aeroman (El Salvador) y AAR (Norte América) que tienen contratos importantes con aerolíneas como American West, JetBlue, Azul, Volaris, US Airways y Avianca, brindando solución a la gran demanda de mantenimiento aeronáutico que existe en todo el continente. Colombia, por su ubicación geográfica como centro de Latinoamérica, desde México hasta la Argentina, cuenta con una excelente oportunidad de crecimiento en este sector.

Para el 2030, se espera que la demanda de MRO alcance los 118.000 millones de dólares, un 13 % por debajo de la previsión anterior a la COVID de 135.000 millones de dólares. Antes de la pandemia de COVID-19, el mercado comercial de MRO experimentó un crecimiento fuerte y constante durante más de una década, gracias a una expansión económica mundial que estimuló una mayor demanda de viajes aéreos. A su vez, la flota comercial aumentó en número y edad promedio, lo que impulsó la demanda de MRO. Luego, a principios de 2020, se produjo la pandemia de COVID-19, que puso fin a años de trayectoria ascendente constante de la industria. De repente, los operadores se enfrentaron a la necesidad de renovar la flota y las estrategias de utilización para satisfacer la demanda.



Gráfica 3 Pronóstico del mercado MRO por segmento, 2019–2031

Fuente: (Oliver Wyman, 2021)



Gráfica 4. Principales plataformas de aeronaves por gasto total en MRO, 2019 real frente a proyecciones para 2032.

Fuente: (Oliver Wyman, 2021)

Si bien la flota activa creció todos los meses después de febrero de 2021, la utilización por avión se interrumpió durante los períodos en que los operadores intentaron alinear la capacidad con la demanda decreciente. Pero la demanda demostró ser un objetivo móvil y, a pesar de los esfuerzos de las aerolíneas, hubo un exceso significativo de capacidad de asientos, reflejado en factores de carga global de menos del 70 % sobre una base anualizada.

Para los MRO, este desajuste entre la capacidad y la demanda fue un beneficio neto porque significaba que volaban más aviones y, por lo tanto, requerirían más mantenimiento. El resultado final para los MRO habría sido peor si las aerolíneas hubieran podido igualar la demanda y la capacidad con mayor precisión en 2021.

En total, se estima que el gasto en MRO en 2021 superó los 62.000 millones de dólares, un 17 % más que en 2020 pero un 31 % menos que en 2019. El gasto relacionado con motores, componentes y mantenimiento de línea se redujo drásticamente debido a la reducción de la utilización. Por otro lado, el gasto en verificación de fuselajes demostró ser más resistente porque la mayoría de las verificaciones ocurren en intervalos de tiempo de calendario que no se detienen cuando se almacena una aeronave. Las aeronaves que pasaron ciertos intervalos mientras estaban almacenadas deben tener esos controles completados antes de que puedan volver al servicio.

Se prevé que, durante el año 2022, el sector de Mantenimiento, Reparación y Revisiones (MRO) alcance un gasto de cerca de 78.6 mil millones de dólares, acercándose a los niveles registrados antes de la pandemia (90.8 mil millones); sin embargo, la escasez de personal, la inflación financiera y los retos en la sostenibilidad de las operaciones son desafíos que deben resolverse para alcanzar la recuperación de la crisis derivada de la pandemia. Si la industria mantiene el ritmo actual, en 2023 el gasto global de MRO alcanzaría los 89.4 mil millones, mientras que en 2024 se superarían los niveles prepandemia, con 98.3 mil millones.

A nivel regional, se proyecta que el 2022 será un año muy diferente para el crecimiento y la recuperación de MRO en varias partes del mundo. Comparando las proyecciones para China, América del Norte y Asia Pacífico: Mientras la flota activa china ya era más grande a fines de 2021 que en enero de 2020 y la demanda de MRO resultante fue mayor que antes de la pandemia, el MRO en América del Norte alcanzará la demanda del 2019 hacia finales de 2022.

Por el contrario, la recuperación de la flota de Asia Pacífico, un importante impulsor de la demanda de MRO a nivel mundial antes de COVID, se ha quedado atrás con respecto a otras regiones; su demanda de MRO de 2021 fue un 38% inferior a la de 2019 y su completa recuperación se estima que sea en el 2024.

Otro aspecto importante a considerar es la necesidad de pilotos-técnicos y de acuerdo con la proyección de Boeing “Pilot and Technician Outlook 2022–2041”, la proyección mundial de la demanda de nuevo personal aeronáutico como son pilotos, técnicos y auxiliares de vuelo será de 2.111.000 (100%), según se observa en la siguiente figura 2.

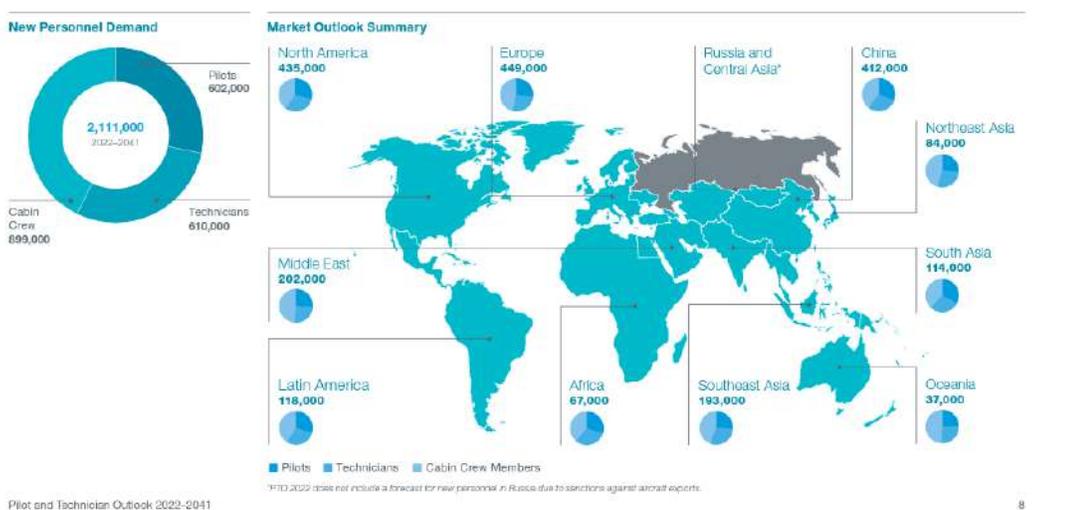


Figura 2. Pronóstico del mercado de personal aeronáutico 2022-2041.

Fuente: (Boeing, 2022)

De acuerdo con estudios de CMO (2022 Commercial Market Outlook) de Boeing, se espera que la disponibilidad de mano de obra, desde pilotos y tripulantes de cabina hasta técnicos e ingenieros, sea un tema de vigilancia a lo largo de la década. Las licencias, los despidos y las jubilaciones anticipadas han creado una escasez a corto plazo de pilotos y mantenedores. Ya ha habido un repunte de iniciativas para impulsar los esfuerzos de capacitación y contratación, así como inversiones en tecnologías digitales que mitiguen los efectos de la escasez de mano de obra.

Sin embargo, la escasez de personal técnico es visto como el principal factor que creará disrupción durante los próximos cinco años, siendo un obstáculo que limite el crecimiento de las operaciones ya que encontrar mecánicos y técnicos se ha convertido en un desafío. Lo anterior, se basa en que la pandemia aceleró las jubilaciones del personal más experimentado, y a pesar de que existen programas enfocados en la formación de nuevos profesionales, el ritmo de ingreso al mercado laboral no es suficiente para combatir la falta de personal.

Otro interruptor de la industria a tenerse en cuenta es la gestión de los costos de mano de obra y materiales, ya que a través de diferentes encuestas a nivel mundial se anticipa que los materiales aumentarán en más de 5% debido a la inflación a nivel mundial. Finalmente, la sostenibilidad es una prioridad para las actividades relacionadas con los MRO y, a pesar de existir compromiso en la industria, la mayoría de los esfuerzos en esta área aún se encuentran en las primeras etapas, siendo el reciclaje la estrategia más utilizada y se espera que la sustentabilidad se convierta en un costo requerido para hacer negocios, en lugar de un diferenciador de precios.

Las inversiones en soluciones digitales permiten a los operadores de aeronaves evitar interrupciones, mejorar la productividad y reducir los costos operativos generales. Las tecnologías de realidad virtual y aumentada seguirán evolucionando, y el mercado verá su mayor adopción en los mercados de servicios de capacitación y mantenimiento. De acuerdo con datos de Boeing, América Latina necesitará satisfacer una demanda de 126 mil nuevos profesionales entre 2022 y 2040, de los cuales 38 mil serán pilotos, 37 mil técnicos y 51 mil, personal de cabina.

De acuerdo al estudio de GMF 20 (Global Market Forecast) de Airbus la demanda de pilotos profesionales en el mundo, solo en los próximos 20 años, alcanzará las siguientes cifras:

Para la región Asia-Pacífico serán requeridos 248 mil nuevos pilotos, en Europa 147 mil, en Medio Oriente 63 mil, en África 23 mil, en Norteamérica 298 mil y en América Latina 50 mil, lo que confirma una cantidad total de 763 mil nuevos pilotos a nivel mundial.

Igualmente, Airbus estima que para 2040, las aerolíneas en la región latinoamericana necesitarán de 2.550 nuevos aviones, como parte de una expectativa de que algunos mercados de pasajeros crezcan al doble e incluso al triple de los niveles de 2019. Esto generará, además, una demanda de 33.000 nuevos pilotos y 43.000 técnicos en las siguientes dos décadas.

Así, está empezando la recuperación de la industria aérea mundial que resurgirá previsiblemente de manera impresionante en los próximos años empezando con Estados Unidos, Asia y Medio Oriente, principalmente.

A nivel de Latinoamérica, en la era Pre-COVID, Brasil se muestra como un buen referente en lo relacionado con la industria aeronáutica dados los grandes avances que se han logrado con la empresa

Embraer. La industria en este país se ha venido impulsando gracias a que hace algunos años el estado brasileño promovió el sector aeronáutico de manera estratégica, concentrando empresarios, Fuerzas Armadas, académicos e instituciones estatales e incluso el sector bancario, el cual facilitó las líneas de crédito a bajas tasas de interés y con plazos prolongados, generando un ambiente de confianza entre los diferentes entes que trabajan día a día por el desarrollo de la industria aeronáutica brasileña. El apoyo a la industria, también incluyó la compra de productos aeronáuticos a Embraer por parte de las agencias estatales y se incrementaron los impuestos para quienes importaban piezas con el fin de desestimular esta práctica y obligar a utilizar las capacidades nacionales.

A nivel Colombia, las nuevas oportunidades que llegan durante la actual situación hacen que este sector se reorganice para continuar con la búsqueda de la eficiencia operacional por medio de la tecnológica, la cual debe llevar a la disminución de los costos dentro de la operación aérea junto a su cadena productiva. Para esto, la innovación en la industria aeronáutica toma un rol importante para transformar productivamente este sector mediante la adopción temprana de la transformación digital que debe estar dentro de toda la cadena productiva de una operación aérea, como son, por ejemplo, MRO's, servicios en tierra o Ground Handling, proveedores de partes y consumibles, aeropuertos, transportadores terrestres y catering integrando nuevas tecnologías para optimizar más sus procesos, mejorando su competitividad y prestando el mejor servicio a sus clientes.

Ahora, otro de los retos grandes que tiene este sector hoy en día es lograr mantener al máximo el capital humano, a muchas de estas personas se le ha terminado su contrato por los altos costos que implica el sostenimiento de estas personas cuando solo hay aeronaves en tierra, volver a capacitar este recurso humano tomará tiempo e implica realizar más inversiones para la formación durante la nueva vinculación. Finalmente, el apoyo a esta industria por parte del gobierno será clave, los incentivos económicos y el apoyo a la integración por medio de los clústeres aeronáuticos y desde luego desde la FEDIAC – Federación de la Industria Aeroespacial de Colombia, hará que este sector retome fuerza para continuar generando empleo calificado y tecnología altamente competente en el mundo.

Después de una importante inestabilidad política y económica en los últimos años, y con un crecimiento de la flota estancado desde 2017, América Latina estaba lista para crecer a un ritmo lento pero constante de cara a 2020. Debido a la pandemia, la región sufrió un revés con el 70 % de su flota estacionada a principios del verano. Sin embargo, ya para el 2022 se ha presentado una gran recuperación, no sólo en Latinoamérica sino también a nivel mundial. Se espera que para 2041, aproximadamente el 42 % de las entregas de aviones nuevos se realizarán a aerolíneas con sede en la región de Asia-Pacífico. Un 44% adicional se entregará a aerolíneas en Europa y América del Norte, y la parte restante se entregará a Medio Oriente, América Latina y África. Estas tendencias regionales son relativamente constantes en los horizontes de pronóstico de 10 y 20 años. Finalmente, las empresas fabricantes y aérea han venido trabajando en la reducción de contaminantes por lo cual, se ha pronosticado un aumento de la demanda de aviones de última tecnología de bajo consumo de combustible (GMF21) para reemplazar aviones más antiguos y así mismo, la proporción de demanda para reemplazar aeronaves más antiguas según el GMF21 es estable y superior al GMF19. Es probable que aumente aún más en el futuro para lograr las ambiciones y compromisos de sostenibilidad del sector.

2.1.2 Servicios a la Navegación Aérea

Los proveedores de Servicios a la Navegación se encargan de cumplir las normas referentes a la aviación mundial en general, específicamente en este subsector, emitidas por medio del Plan Mundial de Navegación Aérea de la OACI, en el Documento 9750-AN/963 (OACI, 2016). Este Plan Mundial de

Navegación Aérea en su quinta edición 2016, es básicamente una estrategia de innovación planteada de manera metodológica, proyectada a 15 años a partir del 2016, con el que se está dando respuesta al creciente flujo aéreo a nivel mundial, y con el cual se pretende mejorar la prestación de los servicios de navegación a través de un desarrollo tecnológico, y la mejora de los sistemas que proporcionan un soporte para asegurar la navegación aérea. Esto se propone a través de bloques que están organizadas en intervalos de seis años que no se superponen a partir de 2013, continuando hasta 2031 y después, según las proyecciones de la OACI, y son recomendaciones para que todos los usuarios del espacio aéreo, reguladores y prestadores de servicios a la navegación, promuevan su implementación de manera paulatina a nivel mundial. Para encontrar un equilibrio al llevar a cabo la consolidación y al mantenerse al día respecto de los nuevos acontecimientos, el GANP fue objeto de una actualización más exhaustiva con la edición de 2019 “Estrategia del Plan Global de Navegación Aérea (GANP)”, en armonía con los períodos correspondientes a los bloques, elaborado en colaboración con partes interesadas para beneficio de las mismas, el GANP contribuye de manera fundamental al logro de los objetivos estratégicos de la OACI y desempeña una función importante en apoyar la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible.

La OACI también coordina las actividades de los Grupos regionales de planificación y ejecución (PIRG) para asegurar que estén en armonía con el GANP y garantiza una estrecha coordinación entre los PIRG y los Grupos regionales de seguridad operacional de la aviación (RASG). Para verificar la eficacia y el grado de implementación de las mejoras operacionales, la OACI proporciona datos y herramientas en apoyo del seguimiento del desempeño y la implementación y facilita la compartición de información pertinente y mejores prácticas a través de las regiones.

Teniendo en cuenta lo establecido dentro del GANP, Colombia, a través del Plan de Navegación Aérea para Colombia (PNACOL) como documento de planeación estratégica, guía la priorización para la ejecución de proyectos de sostenibilidad del sistema de navegación aérea, bajo los parámetros establecidos en el marco de Elementos Constitutivos Básicos (BBB), y luego en los avances requeridos del enfoque de Mejoras por Bloques del Sistema de Aviación (ASBU) del (GANP), conforme a la necesidad operacional. Teniendo en cuenta lo anterior, la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil reestructuró los proyectos de inversión utilizando el criterio de presupuesto encaminado a la obtención de resultados, recomendado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), con el fin de adecuarlos para atender la operación y mantenimiento de los servicios actualmente ofrecidos, así como las mejoras de acuerdo con la priorización orientada desde el Plan Estratégico Aeronáutico (PEA) 2030 y el PNACOL. Por lo tanto, la Aerocivil a través del PNACOL establece las directrices para la prestación de los servicios de Navegación Aérea hacia todas las entidades civiles y militares para que estas sean incluidas dentro de sus planes estratégicos y sectoriales, con el fin de estandarizar estos servicios a nivel nacional. (UAEAC, 2020)

En Europa, la Comisión Europea, en el año 2004, desarrolló un proyecto llamado SES (Single European Sky, en español Cielo Único Europeo) para reducir la fragmentación del espacio aéreo en Europa y mejorar el rendimiento de la gestión del tráfico aéreo en términos de seguridad, capacidad, rentabilidad y medio ambiente. Con la implementación de SES se pretendía diseñar, administrar y regular el espacio aéreo europeo garantizando la seguridad y la eficacia a través de un sistema de control de tráfico aéreo innovador. De manera general, la creación de un cielo único europeo buscaba no solo medidas técnicas y operativas conjuntas, sino también la gestión colectiva del espacio aéreo, que debería permitir una reorganización sustancial de sus estructuras y organización. Y esta reorganización se basó en medidas específicas, tales como:

- Los sectores se subdividen y las rutas se establecen independientemente de las fronteras nacionales. Esto permitirá que el espacio aéreo se utilice de manera más eficiente.
- La división del espacio aéreo entre usuarios civiles y militares teniendo en cuenta las nuevas realidades geopolíticas y formando parte de un marco coherente y eficiente (EU, 2007).

En el año 2008 la Comisión Europea realizó una revisión del proyecto SES, que denominaron SES-II, llamada así, como una segunda fase de SES, la cual fue enfocada en cuatro pilares: regular el rendimiento, un marco de seguridad único, apertura a nuevas tecnologías y gestionar la capacidad aeroportuaria (EU, 2008). En resumen, el primero fue darle forma a la legislación de SES, la segunda fue desarrollar la tecnología necesaria a través de un programa llamado SESAR (Single European Sky ATM Research, en español Investigación ATM del Cielo Único Europeo) (Commission, s.f.), la tercera fue extender la competencia de EASA (European Aviation Safety Agency, en español Agencia Europea de Seguridad Aérea) a aeródromos, gestión del tráfico aéreo y servicios a la navegación (EASA, 2016) y la última fue un plan de acción para capacidad, eficiencia y seguridad aeroportuaria.

En 2013, la Comisión presentó una propuesta para una revisión del cielo único europeo (SES 2+), pero las negociaciones en el Consejo se han estancado desde 2015. En 2019, se creó un grupo de expertos, compuesto por 15 especialistas en la materia, para evaluar la situación actual y las necesidades futuras de gestión del tráfico aéreo en la UE, lo que dio lugar a varias recomendaciones. A continuación, la Comisión modificó su texto de 2013, introduciendo nuevas medidas, y redactó una propuesta separada para modificar el Reglamento de base de la EASA.

En 2020, la Comisión Europea propuso una actualización del marco regulatorio del Cielo Único Europeo que viene inmediatamente después del Pacto Verde Europeo (objetivo último de alcanzar la neutralidad climática de aquí a 2050). El objetivo es modernizar la gestión del espacio aéreo europeo y establecer rutas de vuelo más sostenibles y eficientes. Esto puede reducir hasta un 10% las emisiones de CO₂ del transporte aéreo. La propuesta surge en momentos en que la fuerte caída del tráfico aéreo provocada por la pandemia de coronavirus exige una mayor resiliencia de la gestión del tráfico aéreo, facilitando la adaptación de las capacidades de tráfico a la demanda.

El Pacto Verde Europeo, y también los nuevos desarrollos tecnológicos, como el uso más amplio de drones, han situado la digitalización y la descarbonización del transporte en el centro mismo de la política de aviación de la UE. Sin embargo, reducir las emisiones sigue siendo un desafío importante para la aviación, por lo tanto, el cielo único europeo facilita el camino para la utilización del espacio aéreo de manera óptima y con el uso de las tecnologías modernas; garantizando una gestión de red colaborativa que permite a los usuarios del espacio aéreo volar rutas ambientalmente óptimas. (Comisión Europea, 2020).

La Comisión presentó en julio de 2021 la propuesta «ReFuelEU aviation» dentro del paquete de medidas “Objetivo 55”. Esta propuesta tiene por objeto reducir la huella ambiental de la aviación y ayudar a la UE a alcanzar sus objetivos en materia climática, asegurando al mismo tiempo igualdad de condiciones para un sector del transporte aéreo sostenible.

En junio de 2022, los ministros de Transporte de la UE han alcanzado un acuerdo sobre una posición conjunta en relación con la propuesta «ReFuel aviation». Han apoyado en términos generales los objetivos de la propuesta y presentado sus opiniones sobre cómo se alcanzarían estos objetivos utilizando diferentes tipos de combustible y con diferentes niveles de adopción de combustibles en los próximos años. Asimismo, han exaltado la importancia de garantizar una capacidad de producción y distribución

suficiente para suministrar los combustibles sostenibles de aviación necesarios en el sector y para evitar la fragmentación del mercado.

Estados Unidos tiene una perspectiva parecida, la FAA implementó en el 2011 el proyecto llamado NextGen que pretende, a través de un desarrollo tecnológico, realizar cambios significativos en la gestión del tránsito aéreo, con miras a mejorar la eficiencia del sistema y en general, optimizar los servicios de navegación aérea (FAA F. A., 2016).

Actualmente, la FAA y sus socios están implementando nuevas tecnologías y capacidades importantes, igualmente están configurando un Sistema de Espacio Aéreo Nacional más moderno, resistente y seguro para atender de manera más eficiente a más de 2.7 millones de pasajeros y 44.000 vuelos por día.

NextGen se encuentra aproximadamente a la mitad del plan de implementación e inversión de varios años. Desde hace varios años, ha introducido continuamente nuevas tecnologías para mejorar los viajes aéreos. La FAA planea seguir introduciendo tecnologías, procedimientos y políticas de vanguardia que beneficien a los pasajeros, la industria de la aviación y el medio ambiente hasta 2025 y más allá (FAA, 2021).

Actualmente, NextGen está brindando beneficios y adaptando la operación de las capacidades de NextGen en todo el Sistema Nacional del Espacio Aéreo de los EE. UU. que implementará completamente capacidades innovadoras en todo el país y con visión de hacer la transición de la gestión del tráfico aéreo a operaciones basadas en trayectoria. La industria de la aviación espera aumentar el equipamiento de las aeronaves y aumentar el uso de las capacidades desplegadas por parte de los pilotos. (FAA, 2022)

Existe también la CANSO (Civil Air Navigation Services Organization), en español Organización Privada de Servicios a la Navegación Aérea), una asociación civil que se encarga de reunir a los proveedores de servicios de navegación aérea del mundo, a los principales innovadores de la industria y a los especialistas en gestión del tráfico aéreo para compartir conocimientos, desarrollar las mejores prácticas y dar forma al futuro para un espacio aéreo seguro y sin problemas o en general todo lo relacionado a servicios para la navegación aérea, el cual incluye todo lo que necesita una aeronave para volar de forma segura. (CANSO, 2021).

Uno de los objetivos fundamentales de CANSO es compartir y diseñar nuevas políticas con el fin de mantener y mejorar la seguridad en los ANS (Air Navigation Service, en español Servicios de Navegación Aérea), tanto en tierra como en aire, a través de sus miembros, conocidos a nivel internacional como ANSP (Air Navigation Service Providers, en español Proveedores de Servicio a la Navegación).

Retomando las estrategias de la OACI, las cuales pretenden ayudar y motivar a las regiones y a todas las partes directamente involucradas, a través de la conformación de los grupos, a mejorar sus niveles de servicio con programas cooperativos regionales, un ejemplo de esto es la región de Latinoamérica llamada SAM (South América, en español Suramérica).

En 1964 se redefinieron las regiones de navegación aérea en el entendimiento de que el área, al ser considerada una reunión regional de navegación aérea, podría abarcar una o más regiones de navegación aérea, o partes de las mismas, dependiendo de la cobertura de la red de rutas aéreas internacionales establecida por la Comisión de Navegación Aérea. Siguiendo estos lineamientos, los países que hacen parte de la OACI como miembros fueron invitados a adoptar objetivos a corto y mediano plazo firmando una resolución que se encuentran contempladas en el Documento 10140 Resoluciones Vigentes de la

Asamblea (al 4 de octubre de 2019). Las regiones, junto con sus denominaciones, se pueden ver más detalladamente en el Apéndice 1 de las Directivas para las reuniones regionales de navegación aérea y el Reglamento para su realización (Doc. 8144-AN / 874). En la Decimotercera Conferencia De Navegación Aérea realizada en Montreal, Canadá, octubre de 2018, se trataron los Objetivos estratégicos de seguridad operacional y Capacidad y eficiencia de la navegación aérea. En este reporte se dio particular importancia a diferentes prioridades, algunas de las más importantes son:

- Establecer un plan para la certificación de aeródromos en su jurisdicción, incorporando la identificación de brechas y la implementación de soluciones, incluida la evaluación y el desarrollo de medidas de mitigación en áreas de no cumplimiento;
- Revisión de todas las opciones para incrementar la capacidad de los aeródromos según se requiera, incluyendo el incremento de la eficiencia de la infraestructura de aeródromos existente, revisando la necesidad de invertir en nueva infraestructura, y mitigando las restricciones en el espacio aéreo circunvecino;
- Continuar con la implementación del PBN (Performance Based Navigation, en español Navegación Basada en Rendimiento);
- Utilización del sistema ATFM (Air Traffic Flow Management, en español Administración del Flujo de Tráfico Aéreo);
- Continuar con la implementación del AIM (Aeronautical Information Management, en español Gestión de la Información Aeronáutica);
- Continuar con la implementación del GGDCT (Ground-Ground Digital Coordination/Transfer, en español Transferencia/Coordinación Digital Tierra-Tierra).

De una forma general, los pronósticos de tráfico a largo plazo de la OACI indican que el tráfico mundial de pasajeros casi que se duplicará para 2032, alcanzando más de 6.000 millones de pasajeros anualmente (en comparación con 3.500 millones en 2016), con más de 60 millones de vuelos. Con el aumento del tránsito aéreo, la congestión en los aeropuertos sigue siendo una de las limitaciones más grandes del sistema de aviación civil para el aumento de la capacidad. Debido a que no es de esperar que se incremente significativamente el número de aeródromos que atienden operaciones internacionales, y ciertamente, no en proporción con los pronósticos de crecimiento del volumen de pasajeros y de movimiento de aeronaves, el verdadero desafío está en determinar cómo garantizar una capacidad sostenible para dar cabida a dicho tráfico con los aeródromos actuales y los nuevos aeródromos, manteniendo a la vez la seguridad operacional y la regularidad.

Según el informe suplementario sobre las actividades de la organización durante el primer semestre de 2019 y reseña de las medidas tomadas en cumplimiento de las resoluciones del 39º período de sesiones de la asamblea, se analizaron los siguientes eventos emergentes en la aviación actual:

- Uso creciente de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) y sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS): El uso de pequeñas aeronaves no tripuladas (UA) sigue creciendo a un ritmo acelerado en todo el mundo, lo que supone un desafío para los reguladores, ya que deben elaborar los reglamentos necesarios para garantizar la seguridad operacional y la seguridad de la aviación, permitiendo al mismo tiempo el progreso de la industria. Los Estados miembros han solicitado la asistencia de la OACI para la elaboración de un marco reglamentario armonizado que respalde las operaciones nacionales e internacionales. Esa labor está a cargo del Grupo asesor sobre UAS y un nuevo Equipo especial sobre UAS para la ayuda humanitaria y el desarrollo (TF-UHAD) y también tiene lugar a través de los Simposios DRONE ENABLE.

- En la Séptima Reunión Virtual de los Puntos Focales UAS/RPAS de los Estados SAM y del SRVSOP realizada en Lima, Perú, el 09 de mayo de 2022, se realizó la presentación de los borradores finales de los LAR UAS 100 y 101, para ayudar a los Estados a conocer y establecer orientaciones reglamentarias para las operaciones de los UAS.
- Financiación de infraestructura y sistemas para la aviación: El rápido crecimiento del tránsito aéreo aumentará la presión sobre la actual infraestructura para la aviación. En consecuencia, la OACI ha estado trabajando con los Estados miembros en la financiación del desarrollo de una infraestructura de calidad para la aviación, especialmente a través del Foro mundial sobre aviación de la OACI (IWAF), plataforma que reúne a responsables políticos de los Estados, asociados para el desarrollo y a instituciones de inversión y financiación.
- Capacidad y eficiencia de la navegación aérea:
 - Prioridades de la navegación aérea mundial (GANP): En junio de 2019, se aprobó la sexta edición del GANP, que evoluciona hacia una plataforma en línea, que aportará una visibilidad mejorada y facilitará la comunicación de su contenido a todas las partes interesadas de la aviación y otros sectores.
 - En el Simposio GRF2019 se presentó el Formato mundial de notificación del estado de la superficie de la pista (GRF) 2019 que entró en vigencia en noviembre de 2020 para la aplicación de las normas y métodos recomendados y procedimientos conexos. El formato mundial de notificación es una importante novedad relacionada con la seguridad operacional que no solo reducirá la cantidad de salidas de pista, sino que contribuirá también a mejorar la eficiencia de las pistas.
 - En el Seminario Regional Virtual sobre la implementación del Formato Global de Notificación del estado de la superficie de la pista (GRF2021) se presentaron las actualizaciones, con terminología clara para evitar confusiones y diferentes requerimientos para ser incluidos dentro del GFR así como, por parte de la OACI el establecimiento de mecanismos de seguimiento del estado de la implementación a nivel mundial por las partes interesadas como son; los Estados, Explotadores de aeródromos y ANSP, Explotadores de aeronaves.
 - Compromisos por parte de los Estados
 - Promulgar reglamentos, orientaciones y capacitar
 - Notificar a la OACI y publicar las diferencias si las hubiere.
 - Evaluación completa de riesgos de seguridad a nivel estatal
 - Desarrollar un plan de implementación nacional.
 - Compromisos por parte de los Explotadores de aeródromos y ANSP
 - Comenzar la preparación de la implementación
 - Uso de la estructura de los Equipos de seguridad operacional en la pista del aeropuerto para la planificación, coordinación, apoyo, seguimiento, monitoreo e informes de implementación.
 - Evaluación completa de riesgos de seguridad a nivel de aeropuerto bajo SMS, incluido ATS
 - Emitir SNOWTAM para agua estancada
 - Completar el curso GRF de capacitación en línea de OACI/ACI
 - Llevar a cabo capacitación en el trabajo a nivel de aeropuerto (OJT)

- Compromisos por parte de los Explotadores de aeronaves
 - Garantizar la formación de las tripulaciones de vuelo y los despachadores
 - Evaluación completa de riesgos de seguridad aérea bajo SMS
 - Actualización de manuales
 - Promover la importancia de la seguridad operacional con aeropuertos, ANSP y Estados

Sin embargo y teniendo en cuenta el comportamiento y la recuperación de la aviación mundial, el aumento en la demanda de los vuelos implica tener que mejorar los sistemas de seguridad. Por esta razón la OACI toma como una prioridad en su Plan de Navegación Mundial implementar los programas regionales, con el fin de lograr la interoperabilidad mundial a través de los PIRG.

La implementación del PBN es una de las principales prioridades de la OACI como ente regulador, tanto así que a través de la resolución A37-11 de la asamblea de la OACI (OACI O. d., 2010) y al ver que no todos los Estados miembros estaban adoptando estos requerimientos, los motivó a instalar los nuevos sistemas de navegación a través de la siguiente frase “La Asamblea, insta a todos los estados a implantar rutas de servicio de tránsito aéreo (ATS) y procedimiento de aproximación con RNAV y RNP de conformidad con el concepto PBN de la OACI definido en el manual sobre la navegación basada en el performance (Doc. 9613)” (OACI O. d., Asamblea - 37 Período de Sesiones, 2010).

En general, el PBN es una mejora tecnológica en los sistemas incorporados en la aeronave, en tierra y que, a través de la gestión en los procedimientos, las aeronaves mantendrán operaciones en términos de mejora en la precisión, integridad de la operación, continuidad y funcionalidad de manera que el espacio aéreo sea optimizado y mantenga los niveles de seguridad en las operaciones aéreas.

La implementación del PBN implica un cambio que afectará de manera directa e indirecta a varias dependencias y especialidades dentro de la industria aérea, además de esto la implementación de esta nueva tecnología obligará a la adopción de una nueva normatividad que requiere de una continua evaluación y perfeccionamiento hasta lograr concebir un sistema óptimo.

Según lo tratado en la Reunión Virtual para Directores Generales de las Autoridades de Aviación Civil (AAC) sobre recuperación y reinicio de la aviación en los Estados (NACC) realizada en abril de 2021, se pretende continuar el apoyo para la implementación del concepto de estructura del modelo para el espacio aéreo y las áreas terminales (TMA) de la Región CAR (Implementación del concepto del espacio aéreo PBN CAR/SAM) y en el resto de Regiones que así lo requieran, la cual permite la afluencia continua en el espacio aéreo superior e inferior de las Regiones de Información de Vuelo (FIR) y TMA adyacentes, proponiendo una posible solución a la compleja estructura de las FIR existentes en las diferentes regiones.

Con la finalidad de acelerar la implementación de la PBN, y al mismo tiempo considerando los beneficios de seguridad operacional significativa, acceso, eficiencia y reducción en el impacto al medio ambiente de la PBN, un grupo de Autoridades de Aviación Civil de la Región CAR, con la asistencia de la OACI, establecerá el Programa de procedimientos de vuelo (FPP) en 2021. Considerando el endoso del FPP, los Estados y Organizaciones Internacionales cubrirán el periodo 2021-2025.

Finalmente, se puede establecer que el panorama a nivel mundial en la prestación de servicios a la navegación se encuentra en una etapa de cambio, que proyecta implementar mejoras en cuanto a la optimización del espacio aéreo. Esta necesidad nace debido al incremento de las operaciones aéreas a nivel mundial, dado que los procedimientos y la tecnología actuales, llevarían a un colapso en la prestación del servicio al no haber sido diseñados para soportar el incremento tan grande en las operaciones aéreas, y una consecuencia de esto sería la disminución de los niveles de seguridad, alcanzando un nivel inaceptable en donde la industria aérea estaría en riesgo potencial y permanente.

2.1.3 Entrenamiento y Formación Aeronáutica

La capacitación y los entrenamientos horizontales favorecen el trabajo en equipo, brindando a los alumnos las herramientas para solucionar problemas que se han presentado en el tiempo y una visión global de la empresa y del sector y las transferencias tecnológicas empresa-academia, son indispensables en este momento con el fin de generar programas de capacitación directamente dirigidos a las empresas aéreas y cuyo objetivo sea formar un recurso humano técnicamente especializado que genere un alto valor agregado a la empresa y que mejore su productividad.

Teniendo en cuenta la Resolución A23-11 Apéndice H de la 23ª Asamblea de la OACI, el programa de entrenamiento de la OACI se basa en los siguientes principios:

- El entrenamiento en la aviación es responsabilidad de los Estados contratantes.
- La asistencia mutua entre Estados contratantes en el entrenamiento del personal de aviación debería fomentarse y facilitarse, particularmente en aquellas áreas donde la falta de un adecuado entrenamiento pueda afectar la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional.
- La Organización no participaría en la operación de las facilidades de entrenamiento, pero si alertaría y avisaría a los Estados Contratantes sobre la operatividad de dichas facilidades.
- En la RAN/CAR/SAM 1 celebrada en Lima del 5 al 28 de octubre de 1976 se empieza a considerar la importancia de contar con recursos humanos y capacitación adecuada para poder dar cumplimiento al plan de navegación aérea regional y al respecto se formulan varias recomendaciones.
- En la Reunión GREPECAS IX (Grupo Regional CAR/SAM de Planificación e Implantación) Rio de Janeiro del 7 al 12 de agosto del 2000, a través de la Decisión 9/20, se establece la creación de un Subgrupo de Recursos Humanos y Capacitación, el cual realiza las coordinaciones para capacitación y recursos humanos en la Región CAR/SAM (Caribe y Suramérica).

Dentro de las principales actividades del subgrupo de Recursos Humanos y Capacitación de la OACI se encuentran las siguientes: Planificación de recursos humanos y capacitación, Actividades del programa TRAINAR (Conjunto de Material Didáctico Normalizados) a nivel Regional y Mundial, Fomentar la capacitación sobre los nuevos sistemas CNS/ATM, Cooperación entre centros de instrucción de aviación civil, entre otros.

Igualmente, el Subgrupo de Recursos Humanos y Capacitación tiene como tarea principal el determinar los requisitos regionales de capacitación y la capacidad de las Regiones para satisfacer la demanda de recursos humanos calificados para implementar las instalaciones y servicios especificados en el Plan de Navegación Aérea.

En la actualidad, debido al crecimiento constante que está experimentando el sector aeronáutico y a pesar de las consecuencias en el sector generadas por el COVID-19, una de las profesiones más visibles y con mayor demanda es la de pilotos. Hoy más que nunca se requiere cubrir puestos de pilotos debido a la fabricación de nuevas flotas de aeronaves, el surgimiento de nuevas aerolíneas de bajo costo y el aumento del tráfico de pasajeros.

En el país se encuentran diversas escuelas de aviación las cuales son reguladas bajo la normatividad establecida por la Aeronáutica Civil, se encuentran distribuidas en diferentes ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Villavicencio, Ibagué y Girardot entre otras. En algunas de estas instituciones es necesario adquirir nuevos equipos entrenadores de vuelo por el crecimiento exponencial que ha tenido la demanda en la prestación de dichos servicios. El crecimiento de este mercado está dado en función del crecimiento del sector aeronáutico en el país, que incentiva la demanda de la prestación de servicios académicos aeronáuticos.

2.1.3.1 Actualidad y retos de la realidad virtual para el entrenamiento en la industria aeronáutica

Para entender un poco los conceptos que se manejan dentro del entrenamiento aeronáutico, a continuación, se darán a conocer las definiciones más importantes.

- **Realidad virtual (RV):** Es la simulación de un entorno virtual creado por un ordenador en el que el usuario tiene la sensación de estar dentro de ese ambiente y al mismo tiempo que puede interactuar usando dispositivos suplementarios.
- **Simuladores:** Son objetos de aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento. Permite al usuario modificar parámetros y ver o sentir cómo reacciona el sistema ante el cambio producido.
- **Simulador de vuelo:** Proporciona una representación exacta del puesto de pilotaje de un tipo particular de aeronave, hasta el punto que simula positivamente las funciones de los mandos de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, etc., de la aeronave, el medio ambiente normal de los miembros de la tripulación de vuelo, y la performance y las características de vuelo de ese tipo de aeronave. (OACI, 2008)
- **Ambiente Virtual (AVA):** Ambiente generado para apoyar la modalidad de enseñanza presencial entre tutores y estudiantes favoreciendo así la retroalimentación a través de plataformas, email, foros, videoconferencias, para aumentar el desarrollo de habilidades y competencias.

La realidad virtual para el entrenamiento es el sistema utilizado por algunos países a nivel mundial que son claros ejemplos de innovación en sostenimiento. El desarrollo de este tipo de entrenamiento permite, a través de la interacción –cliente y fabricante-, el planteamiento de forma conjunta del diseño, el desarrollo y la producción, la reducción de costos y el fomento a la transferencia de conocimientos, lo que permite nuevas oportunidades de crecimiento y perfeccionamiento y así, a futuro, este tipo de entrenamiento será utilizado de forma complementaria a los otros tipos de instrucción aeronáutica.

Lo más relevante de la creciente demanda de la industria aeronáutica es poder contar con un sistema orientado a la generación, gestión y transferencia del conocimiento, del que se pueda beneficiar el cliente final. Respondiendo a las exigencias, el docente debe estar en la capacidad de crear contenidos basados en maquetas 3D, diseñadas para el entrenamiento virtual y soporte técnico. Además, debe permitir la generación y realización de prácticas interactivas de mantenimiento, y la gestión integral de la formación mediante acceso on-line con interfaz de usuario intuitiva. Por último, atendiendo a criterios de seguridad, la información debe estar encriptada, garantizando la integridad y confidencialidad de prácticas, maquetas y documentación asociada.

En España, el sistema utilizado por la Academia Básica del Aire se denomina REVIEN, el cual no es un simulador, sino que es un sistema que aplica conceptos de realidad virtual al mundo del entrenamiento en el mantenimiento de sistemas complejos, como es el caso de los motores. El objetivo es dotar a los centros de entrenamiento de los medios más modernos y efectivos mediante el uso de una maqueta digital en 3D de un sistema, por ejemplo, un motor. La razón de este tipo de maquetas permite la capacitación práctica sin necesidad de estar físicamente delante de un motor, una cabina o un fuselaje, reduciendo costos hora/alumno y de inmovilización de sistemas valiosos.

Las ventajas son notables: posibilita el cambio del diseño, el montaje-desmontaje, la desinstalación e instalación de piezas y la inmediatez en el aprendizaje, con las ventajas que eso conlleva para la actividad docente. Su uso abarata en un 60% la enseñanza de un mecánico y reduce considerablemente la inversión en instructores.

Otra gran posibilidad se encuentra en el salto de la realidad virtual a la realidad aumentada para desarrollar el mantenimiento de aeronaves. Es el caso del sistema cibernético experto para la captación, almacenamiento, gestión y transferencia del conocimiento en el mantenimiento de aeronaves militares (SICEMAN). Con la toma de datos a través de distintos sistemas de captura, que incluyen fotogrametría/visión computacional, un brazo robótico, gaming sensor y luz estructurada, SICEMAM crea modelos tridimensionales que proporcionan un entorno virtual en tiempo real para el desempeño de dos de las tareas fundamentales a testar en estas aeronaves como son, el mantenimiento del paquete de frenos y la compuerta de aterrizaje. Los casos de éxito de realidad aumentada orientados al entrenamiento y la enseñanza aeronáutica transformarán el taller y, en un futuro cercano, veremos a un operario con un casco integrado y adaptado a la vista y una tableta como sus herramientas principales.

El sector aeronáutico, como el automotriz, viene implementado la tecnología de realidad virtual (RV) y aumentada (RA) en sus procesos, el jefe de operación de fuselaje, pilón y madurez de diseño de la compañía AIRBUS, opina que se pueden optimizar los procedimientos y las tareas incluidas en los boletines de servicio, como los que realiza la empresa AIRBUS, antes de realizar modificaciones en aeronaves que están en servicio o para revisiones de arquitectura del sistema. Permitiendo que antes de ejecutar una tarea de mantenimiento mayor o especial en una aeronave o componente, sea necesario contar con la estimación de tiempos, riesgos y procedimientos, para así retornar la aeronave al servicio con mayores estándares de seguridad y en menor tiempo gracias al desarrollo de estas nuevas tecnologías.

Por otra parte, los simuladores de vuelo son empleados en el entrenamiento de pilotos de la industria aeronáutica comercial y militar. En particular, para que puedan prepararse, a través de simulación, en la atención de desastres o fallas en vuelo y para recibir comentarios y mejoras a aplicar en las cabinas de las aeronaves. Los diversos tipos de simuladores de vuelo van desde videojuegos hasta réplicas de cabinas en tamaño real montadas en actuadores controlados por computador. Para un simulador de vuelo, la

robótica debe combinar álgebra, electrónica, telecomunicaciones, autómatas programables, análisis mecánicos e informática, para ofrecer mejores simulaciones del vuelo.

La tecnología actual de RV utiliza auriculares o entornos multiproyección que simulan la presencia física de un usuario en un entorno virtual. Pero el dispositivo que más avanzando está en el entrenamiento de pilotos de RV es conocido como un sistema háptico (también llamado "Force Feedback" en aplicaciones de videojuegos y entrenamiento militar), que tiene la capacidad de transmitir vibraciones y otras sensaciones al usuario. Los avances en el mundo virtual han llevado a las Fuerzas Aéreas a usar la tecnología como parte de sus sistemas de entrenamiento y han tenido resultados particularmente positivos con las personas con Trastorno de Estrés Postraumático.

Las simulaciones de vuelo de RV pueden no sustituir la experiencia real en el aire, pero pueden abrir las posibilidades de una carrera en aviación para toda una nueva generación para la que los simuladores de gama alta son demasiado costosos. En primera medida se busca, que, por medio de la realidad virtual, no se envíen más pilotos a entrenar en las casas matrices (teoría, simulador, en vivo), y, en cambio, adoptar la tecnología de realidad virtual y aumentada en misiones de entrenamiento, teniendo como fin la reducción de emisión de gases contaminantes, costos de operación, desgaste en las aeronaves y aumentando el soporte logístico con mejores estándares de seguridad y calidad.

2.1.4 Sector Aeroespacial

A nivel mundial, debido a la etapa de desarrollo generalmente silencioso y lento que define gran parte del sector espacial comercial emergente y al enfoque reservado adoptado por las empresas espaciales comerciales establecidas, es poco probable que durante el 2022 se produzcan cambios significativos en el sector espacial comercial. Existe una gran probabilidad, de que se continúe enfocando el sector con más fuerza en la modernización de las misiones espaciales militares y la fortaleza de las capacidades espaciales.

La nueva apreciación de los gobiernos en especial el de Estados Unidos por las amenazas planteadas por las armas antisatélite (ASAT) ha provocado un fuerte aumento de la preocupación por el uso militar del espacio cercano a la Tierra. Teniendo en cuenta la amenaza ASAT, Estados Unidos y otros países están aumentando las inversiones en investigación, tecnología y servicios comerciales, así como también están alterando las estrategias organizacionales para mejorar la capacidad de recuperación de las capacidades de sus fuerzas armadas y sus capacidades espaciales.

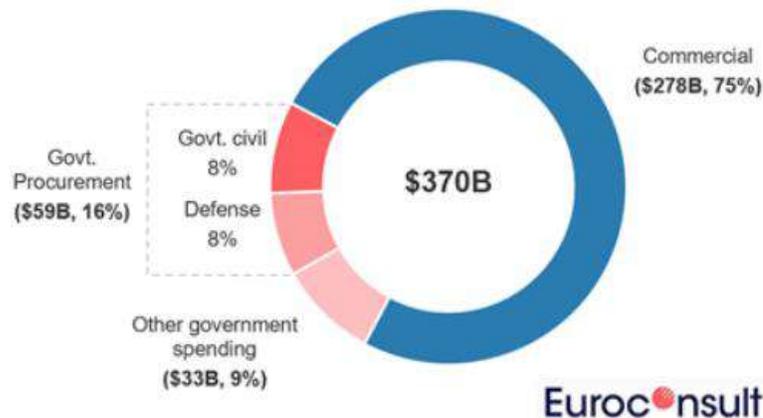
Teniendo en cuenta lo publicado por la empresa Lockheed Martin, esta empresa se encuentra trabajando en el desarrollo de un arma enemiga antisatélite (ASAT) junto con los EE. UU. y países aliados en donde a través del uso de JADO; Operaciones multidominio / operaciones conjuntas de todos los dominios (por sus siglas en ingles Multi-Domain Operations/Joint All-Domain Operations) para coordinar y contrarrestar rápidamente esta amenaza utilizando todos los recursos disponibles en todos los dominios como son los del espacio, en tierra y cibernéticos y con el uso de los datos compartidos entre sistemas que permitirán que las diferentes Fuerza Militares puedan tomar las decisiones de forma sincronizada, acertada y eficaz.

Se ha observado que el gobierno de los EE. UU. impulsa la innovación y la modernización, lo que da como resultado nuevas autoridades de adquisición, fuentes sustancialmente mayores de financiamiento gubernamental y el diseño de nuevos conceptos de operaciones militares basados en el espacio. Durante los próximos años, se espera que continúen estas inversiones y cambios organizativos, pero sigue siendo poco probable que se produzcan cambios significativos en el uso militar del espacio, es decir, colocar

armas que no sean satélites en el espacio, así como tampoco se producirá el despliegue de nuevos conceptos espaciales militares hasta finales de la década.

La Asociación de la Industria de Satélites de Estados Unidos (SIA) publicó que en el 2019 comenzó con el mayor número de satélites operativos en el espacio de toda la historia de la astronáutica, con un aumento del 20 % sobre 2018 tras haberse lanzado 314 satélites a lo largo de 2018. Según el informe más de 2.100 satélites están en funcionamiento en órbita terrestre cumpliendo misiones de observación, comunicaciones, científica, tecnológicas y de navegación, lo que es un gran avance.

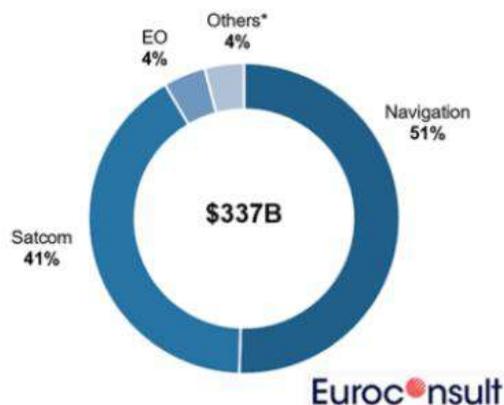
En el ámbito económico, según el “The Space Economy Report 2021” de Euroconsult, se estima que la economía espacial, incluidas las inversiones gubernamentales en las actividades espaciales comerciales, dieron un total de USD 370 mil millones en 2021, una cantidad inferior a la presentada en el 2020. Dentro de este total se encuentra primero, el mercado espacial (\$337 mil millones en 2021), que incluye los ingresos del espacio comercial y la contratación pública para actividades espaciales contratadas al sector privado y, en segundo lugar, se encuentran otros gastos de organizaciones gubernamentales (\$33B) para realizar sus actividades espaciales (costos internos e I+D).



Gráfica 5. Economía espacial por tipo de cliente– 2021

Fuente: (Euroconsult, 2022)

Se espera que la economía espacial crezca un 74 % para 2030 hasta alcanzar los 642.000 millones de dólares (6,3 % CAGR), renovando su fuerte patrón de crecimiento tras una disminución del 4 % en 2020 bajo el efecto del impacto de la crisis del COVID en los servicios espaciales comerciales. En la gráfica que se muestra a continuación se puede observar el desarrollo de la economía espacial durante el 2021.



Gráfica 6. Mercado espacial por aplicación

Fuente: (Euroconsult, 2022)

*Incluye otras actividades comerciales como SSA, logística espacial y misiones de demostración de tecnología.

El mercado espacial global estuvo valorado en USD\$ 337 mil millones en 2021, un aumento del 6% en comparación con 2020, es decir, un valor de mercado comparable al de 2019 antes de la crisis de COVID que afectó los ingresos del servicio satelital en 2020. Los mayores impulsores de ingresos siguen siendo la navegación y las comunicaciones satelitales, que representan 50% y 41% del valor total del mercado respectivamente, impulsado por aplicaciones B2C. En comparación, EO (Observación de la tierra) todavía representa un 5% marginal del valor total, pero con una proporción mucho mayor. SATNAV ha superado a SATCOM, creciendo aproximadamente del 37% de los ingresos totales en 2016 a más del 50% en 2021, en gran parte debido a los servicios habilitados por los servicios GNSS y sus dispositivos relacionados.



Gráfica 7. Cadena de valor del mercado espacial

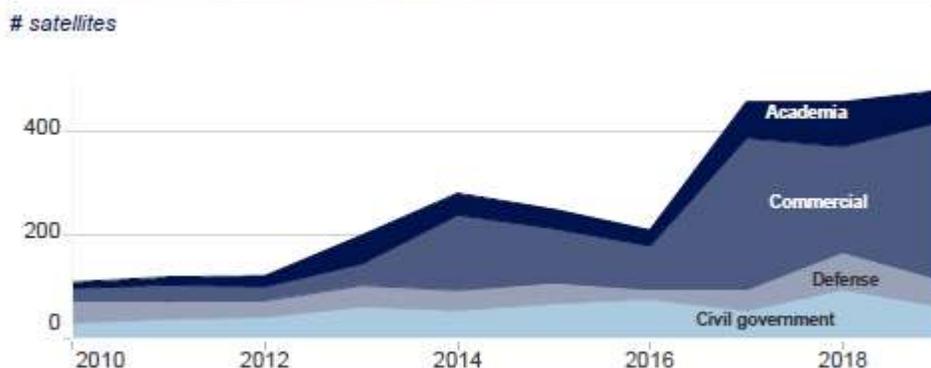
Fuente: (Euroconsult, 2022)

*Incluidos los usuarios de terminales finales.

Según el informe emitido de la economía del espacio de 2020 de Euroconsult, los satélites que fueron lanzados durante la década del 2010 al 2019 se encuentran descritos a continuación:

- Las Agencias gubernamentales y clientes comerciales lanzaron un total de 2.663 satélites en todo el mundo durante la década, un promedio anual de 266 unidades durante 2010-2019.
- Earth Observation es la aplicación más grande con 880 satélites lanzados durante 2010-2019; seguido de Tech (729) y Satcom (609). Estos tres representan el 83% del recuento total de satélites.
- Durante 2010-2019, América del Norte y Asia lanzaron un total de 2.023 satélites, principalmente para entidades comerciales. América del Norte lideró la demanda comercial con 929 satélites lanzados, de los cuales 606 en los últimos 3 años.
- En 2020 se lanzaron 1.283 satélites, lo que supone el mayor número de lanzamientos de satélites en un año respecto a todos los anteriores. Sin embargo, en 2021, se lanzaron casi 850 satélites según lo marcado a fines de abril, que es el 66,25% de 2020.
- Según Union of Concerned Scientists (UCS), que lleva un registro de los satélites operativos, hay 6.542 satélites, de los cuales 3.372 satélites están activos y 3.170 satélites están inactivos, según lo registrado al 1 de enero de 2021. (Mohanta, 2021)
- En junio del 2021, a través del Falcon 9, se lanzó al espacio el Transporter-2, la segunda misión del Programa de viajes SmallSat de SpaceX, desde el Space Launch Complex 40 en la Estación de Cabo Cañaveral en la Florida. A bordo de este lanzamiento se encontraban 85 naves espaciales comerciales y gubernamentales (incluidos CubeSats, microsátélites y vehículos de transferencia orbital) y 3 satélites Starlink. (SpaceX, 2021)

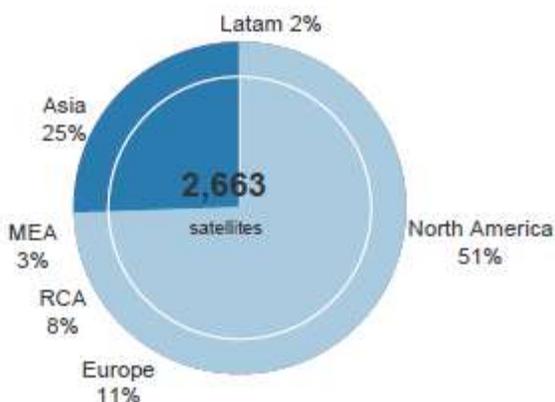
Satellites launched by client type (2010-2019)



Gráfica 8. Satélites lanzados por tipo de cliente 2010 – 2019

Fuente: (EUROCONSULT, 2020)

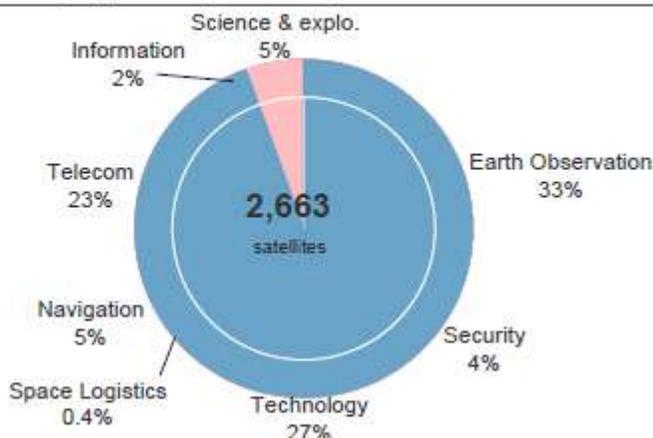
Satellites launched by region of operators (2010-2019)



Gráfica 9. Satélites lanzados por región de los operadores 2010 – 2019

Fuente: (EUROCONSULT, 2020)

Satellites launched by application (2010-2019)



Gráfica 10. Satélites lanzados por aplicación 2010 – 2019

Fuente: (EUROCONSULT, 2020)

- El 2021 marcó un antes y un después en la exploración espacial. Desde aproximadamente el año 2010 ha quedado claro que los vuelos al espacio no son únicamente competencia de la NASA. Las empresas privadas como SpaceX también preparan misiones y viajes aeroespaciales.

La carrera espacial ha vuelto y la exploración lunar liderará el 2022 con varios países detrás de enviar naves reutilizables construidas por SpaceX, Boeing y Blue Origin que, finalmente, pueden alcanzar la órbita. Mientras tanto, agencias espaciales como la Organización de Investigación Espacial de la India y el Instituto de Investigación Aeroespacial de Corea están entrando en el juego espacial. A continuación, se describen algunos de los grandes eventos espaciales que se han dado y se van a dar en 2022.

- En enero, SpaceX inició el 2022 con el lanzamiento de 49 satélites Starlink a la órbita de la Tierra, a bordo de un cohete Falcon 9. Fenómeno que lleva su número de satélites en órbita a casi 2.000.
- A enero de 2022, ya son más de 8.000 los satélites que orbitan el planeta Tierra.
- La misión de turismo espacial Axiom-1 fue la primera misión en enviar tripulación privada a la Estación Espacial Internacional, igualmente, es la cuarta misión tripulada realizada de la Crew Dragon de SpaceX a la Estación Espacial Internacional (ISS), operada por SpaceX en nombre de Axiom Space. El vuelo fue lanzado el 8 de abril de 2022 y transportó cuatro personas a la ISS por una estancia de aproximadamente ocho días.
- El 27 de abril de 2022, un cohete Falcon 9 de SpaceX puso en órbita una nave Crew Dragon con cuatro astronautas de la NASA y uno de la ESA (Agencia Espacial Europea). SpaceX Crew-4 es el cuarto vuelo operacional de una nave Crew Dragon dentro del programa COTS, el quinto vuelo de SpaceX con astronautas de la NASA, y el sexto vuelo tripulado a la ISS. Los astronautas de la Crew-4 realizarán más de 200 experimentos científicos en áreas como la ciencia de los materiales, las tecnologías de la salud y la agricultura espacial. Algunas de estas investigaciones ayudarán a preparar estancias de larga duración en la Luna y en Marte.
- La Nasa lanzó en el mes de junio la misión Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment, (CAPSTONE) a bordo del cohete Electron de Rocket Lab desde el Rocket Lab Launch Complex 1 en la península de Mahia en Nueva Zelanda. El lanzamiento de este satélite a la órbita lunar seguirá la trayectoria elíptica de la misma utilizando nuevas tecnologías de navegación.
- China lanzó en el mes de junio dos misiones Shenzhou-14 con tres taikonautas a bordo cada una, que estarán seis meses en la estación espacial Tiangong y su misión es finalizar la construcción de la instalación.
- Corea del Sur lanzó el 04 de agosto su primera misión Danuri Lunar (el Orbitador Lunar Pathfinder) desde el Centro Espacial Kennedy a bordo del cohete Falcon 9 de SpaceX. La nave espacial se colocó en una órbita de transferencia lunar que ahorra combustible y debería llegar a la órbita lunar en diciembre. Si entra en órbita con éxito en la Luna, Corea del Sur se convertirá en la séptima nación en emprender la exploración lunar.
- Misión Artemis I - NASA, un vuelo sin tripulación que tiene como objetivo probar la entrada, el descenso y el amerizaje de un módulo de tripulación, en preparación para misiones que tendrán una tripulación completa a bordo. El equipo de Artemis apunta a una primera ventana de lanzamiento el lunes 29 de agosto, con opciones alternas de lanzamiento para el 2 y el 5 de septiembre, si la primera alternativa falla.

Perspectivas de la industria satelital

La digitalización impacta nuestra vida diaria a un ritmo acelerado, creando así una mayor necesidad de expansión del mercado satelital de alto rendimiento. En 2017, el tamaño estimado del mercado de satélites de alto rendimiento fue de aproximadamente tres mil millones de dólares estadounidenses. Sin embargo, se espera que el tamaño del mercado crezca exponencialmente en menos de seis años, alcanzando más de 15 mil millones de dólares estadounidenses para 2023. Además de las operaciones satelitales a gran escala, también se lanzan satélites relativamente pequeños para varios propósitos. Aplicaciones como la teledetección, la comunicación y la navegación son algunos de los impulsores de la industria de los satélites comerciales pequeños. Entre 2018 y 2030, los lanzamientos de pequeños

satélites en todo el mundo aumentarán exponencialmente en todos los sectores de aplicación, incluidos los de defensa, gobierno, académico y comercial. Se proyecta que el sector comercial de satélites pequeños se convierta en el segmento más grande y de más rápido crecimiento en ese mercado.

La SIA (The Satellite Industry Association) remarca que las nuevas constelaciones de satélites que ahora se están diseñando y probando, en el futuro inmediato, van a generar grandes avances tecnológicos en la fabricación y puesta a punto de satélites de alto rendimiento (HTS), pequeñas plataformas y CubeSat. Su utilización ofrecerá, a nivel global, mejores servicios de comunicaciones de alta velocidad, banda ancha, radio, televisión, navegación y localización en cualquier parte del mundo.

En Colombia, a través del decreto 2442 del 18 de julio de 2006 se creó la Comisión Nacional del Espacio, en donde se considera que la utilización de las tecnologías espaciales son un factor importante para el desarrollo económico y social del país, así como su contribución para el aumento de la productividad, eficiencia y competitividad de los diferentes sectores económicos de la Nación. Igualmente, Colombia, por su posición geoestratégica, posee grandes ventajas para el desarrollo de actividades aeroespaciales orientadas al uso pacífico del espacio ultraterrestre en beneficio del país y de la comunidad internacional. Esta Comisión fue creada como un órgano intersectorial de consulta, coordinación, orientación y planeación para la alineación en la ejecución de políticas para el desarrollo y aplicación de las tecnologías espaciales, así como la elaboración de programas y proyectos de este sector.

El 17 de abril de 2007 fue lanzado el primer satélite colombiano denominado “Libertad 1”, este fue enviado al espacio en el cohete Dnepr 2, desde el cosmódromo Baikonur, en Kazajstán, Asia Central, e identificado con la bandera colombiana, que lo puso en órbita, a casi 800 km de altura. Este logro nacional fue realizado por investigadores, y personal de la Escuela de Ingeniería y del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda quienes desarrollaron el proyecto Picosatélite Libertad 1, logrando obtener conocimientos de alto nivel en este campo, al diseñar e implementar por primera vez tecnología satelital en Colombia. La principal característica del satélite era que tenía forma de cubo por la que recibió la denominación técnica de Cubesat, con 30 centímetros de alto por 10 centímetros de ancho en cada uno de sus lados y un peso de cuatro kilogramos, cuenta con sistemas de navegación, estabilización, comunicaciones, de mando y control, antenas y una cámara de observación y por último se estimó una vida útil de 50 días. (Univ. Sergio Arboleda, 2007).

Teniendo en cuenta los proyectos de investigación espacial, Colombia se encuentra en proceso de desarrollo en el campo de las ciencias aeroespaciales. Gracias a la misión Libertad 1 se demostró la capacidad del país de ingresar a la carrera espacial en donde años atrás muy pocos países tenían el privilegio de hacer parte, debido a los altos costos de este tipo de investigaciones. Actualmente, las instituciones educativas han sido parte importante para llevar a cabo proyectos aeroespaciales mediante estándares de bajo costo como el CubeSat y por consiguiente el diseño de prototipos para uso satelital y contribuir en el adelanto tecnológico del País y del sector.

El sector aeroespacial colombiano ha mantenido un crecimiento silencioso durante los últimos años, por lo cual, en el 2011 se constituye la Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales (Acopaer), ante la necesidad de la industria para potencializarla a nivel internacional. Esta asociación promueve la integración, el desarrollo, el crecimiento, la defensa y la organización de la industria aeroespacial colombiana, representando a sus integrantes ante el gobierno, la industria privada nacional e internacional, como también, el fomento a la investigación y desarrollo tecnológico del sector con el apoyo del Estado, academia y empresarios. Está conformada por 19 compañías que trabajan conjuntamente en un esquema de cadena de valor, a través de cinco canales de servicios: ingeniería

(laboratorios de ensayos y de pruebas que generan procesos y certificaciones), fabricación de piezas y componentes aeroespaciales, mantenimiento, educación y suministros.

En cuanto a las tecnologías utilizadas actualmente para la producción de componentes aeroespaciales, en donde se han realizado esfuerzos por su crecimiento constante, adaptándose a las nuevas tecnologías de la industria, actualmente se importan las materias primas y, con las máquinas adquiridas, se producen los componentes solicitados por la industria, cuya principal demanda se centra en el sector defensa y en el sector privado, como en la aviación de general y de vuelos especiales, entre otros.

A nivel internacional, Colombia se ha adherido al "Convenio Sobre la Responsabilidad Internacional por Daños Causados por Objetos Espaciales", firmado en Washington, Londres y Moscú el 29 de marzo de 1972 y al "Convenio sobre el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre", suscrito en Nueva York, Estados Unidos de América, el 12 de noviembre 1974 a través de los Decretos 1065 del 10 de junio de 2014 y el Decreto 328 del 24 de febrero de 2016 respectivamente.

La Comisión Colombiana del Espacio, mediante Acta No. LI I 2015 del 26 de octubre de 2015, presenta concepto favorable y elige por unanimidad a la Fuerza Aérea Colombiana como la entidad que llevará a cabo el registro de los lanzamientos realizados al espacio exterior desde suelo colombiano y por entidades nacionales, con la salvedad de que el registro se realizará hasta que se cree la Agencia Espacial Colombiana", y para el efecto, a través de la adición al Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Defensa, Decreto 1070 de 2015, dar cumplimiento a la ejecución del "Convenio sobre el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultra terrestre" y se considera de gran importancia para el control y la seguridad del espacio aéreo nacional, la reglamentación de todo lo pertinente al registro de objetos lanzados al espacio, atendiendo que el control del espacio exterior implica el desarrollo de actividades, tales como: el conocimiento y la identificación del objeto espacial, su propietario, los controladores, la actividad o función que realiza, su posición y trayectoria, la fecha aproximada de su desintegración y el regreso o cambio de órbita. (MDN, 2018)

Gracias a una alianza entre la Fuerza Aérea Colombiana, la Universidad Industrial de Santander (UIS), la Universidad del Valle, la Universidad Sergio Arboleda y la Escuela Militar de Aviación, estas instituciones contarán con la financiación del Ministerio de Ciencias (Minciencias) para la fase inicial, se tiene el 2025 como año estimado en el que Colombia podría contar con un instrumento satelital de fabricación propia.

“El proyecto se encuentra contemplado dentro de la iniciativa ‘Análisis de misión y estudio de factibilidad para una misión satelital tipo cubesat de tres unidades’, cuyo objetivo es diseñar una plataforma satelital que llevará como carga útil una cámara multispectral, capaz de observar el territorio en el rango visible e infrarrojo cercano y, además, hacer análisis del espectro, es decir, de identificar la ‘huella digital de luz’ que refleja cada objeto”, según lo publicado en el Periódico el Tiempo, noviembre 2020.

De lograr llevar a cabo el proyecto del primer instrumento satelital de fabricación propia, el satélite sería el tercero de Colombia. El primero fue el Libertad-1, desarrollado por la Universidad Sergio Arboleda y puesto en órbita en noviembre del 2007. Aquel lanzamiento tuvo lugar desde el famoso cosmódromo de Baikonur, en Kazajistán. El segundo fue el Facsat-1, lanzado el 28 de noviembre de 2018 desde el Satish Dhawan Space Centre, en la India, y el cual es operado y monitoreado desde la Escuela Militar de Aviación, de la FAC. (Bustamante, 2020).

Para el periodo entre noviembre y diciembre de 2022 se tiene previsto poner en órbita el segundo satélite “Chiribiquete” de la Fuerza Aérea Colombiana, que se está ensamblando (componentes y subsistemas) en las instalaciones de GomSpace A/S en Dinamarca. El objetivo y la misión de este activo espacial será la toma de imágenes sobre el territorio colombiano y el análisis de gases de efecto invernadero a través de sensores, los cuales pueden captar imágenes milimétricas con máxima calidad y nitidez. (Méndez, 2022).

2.2 Entorno Organizacional

A nivel mundial, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es el ente que se encarga de normalizar y promover la reglamentación como ente superior en todo lo relacionado con la aeronáutica mundial, su sede principal está ubicada en Montreal, Canadá, y actúa con esta facultad desde que se llevó a cabo la conferencia de Aviación Civil en Chicago, el 1 de noviembre de 1944.

La OACI cuenta con un Consejo Ejecutivo conformado por 36 Estados y a través de su Asamblea, pretende realizar un control de los aspectos de tipo técnico, jurídico, económico y de asistencia a nivel general en la aviación y se plantean directrices a seguir en pro de un beneficio global. La OACI a través de sus 19 anexos normaliza y regula la aviación a nivel mundial, algunos de estos aspectos son de carácter normativo y otros son recomendaciones, además de otras publicaciones según exista la necesidad. Los anexos de la OACI se indican a continuación:

- Anexo 1: Licencias al Personal Aeronáutico.
- Anexo 2: Reglamento del Aire.
- Anexo 3: Servicio Meteorológico Internacional.
- Anexo 4: Cartas Aeronáuticas.
- Anexo 5: Unidades de Pesos y Medidas.
- Anexo 6: Operación de Aeronaves (Parte I, II y III).
- Anexo 7: Marcas de Nacionalidad y Matrícula.
- Anexo 8: Aeronavegabilidad.
- Anexo 9: Facilitación del Transporte Aéreo.
- Anexo 10: Telecomunicaciones Aeronáuticas.
- Anexo 11: Servicios de Tránsito Aéreo.
- Anexo 12: Búsqueda y Salvamento.
- Anexo 13: Investigación de Incidentes y Accidentes.
- Anexo 14: Aeródromos.
- Anexo 15: Servicios de Información Aeronáutica.
- Anexo 16: Protección del Medio Ambiente.
- Anexo 17: Seguridad Aeroportuaria.
- Anexo 18: Transporte sin Riesgos de Mercancías Peligrosas.
- Anexo 19: Gestión de Seguridad Operacional

Además de los anexos, la OACI emite unos documentos con los cuales se pretende promover la seguridad operacional y optimizar la puesta en marcha de procesos ya existentes. Algunos de los más representativos son:

- Reporte de Navegación Aérea
- Regulación de Aviación Civil para los Servicios de Navegación Aérea (Sample Civil Aviation Regulation for Air Navigation Service)

- Manual Económico de Servicios a la Navegación Aérea (Air Navigation Service Economics)
- Plan Mundial de Navegación Aérea

Otro importante ente regulador es la FAA (Federal Aviation Administration, en español, Administración Federal de Aviación) cuya misión es implementar las acciones necesarias para formar un sistema nacional de control, monitoreo, regulación y modernización de todo lo relacionado con la aviación en el espacio aéreo de los Estados Unidos. Otra de sus funciones es la generación y publicación de las normas y regulaciones aplicables a la industria, a través de las FAR (Federal Aviation Regulations, en español Regulaciones Federales de Aviación). También actúa como proveedor de Servicios a la Navegación Aérea en Estados Unidos brindando todo el soporte referente a los servicios de navegación aérea en ese país, además de supervisar la seguridad operacional de todas las empresas que están bajo su competencia.

En Europa también se pueden encontrar diferentes entidades que hacen las veces de prestadores de los Servicios a la Navegación Aérea, algunas de ellas son ENAIRE en España, DSNA (Direction Des Service De La Navigation Aérienne, en español Dirección de Servicios a la Navegación Aérea) en Francia, DFS (Deutsche Flugsicherung, en español Control del Tráfico Aéreo Alemán) en Alemania, entre otras, las cuales son las gestoras de todo lo concerniente a la prestación de este tipo de servicios.

También, se encuentra la EASA (European Aviation Safety Agency, Agencia Europea de Seguridad Aérea), que es la encargada de regular y ejecutar las tareas concernientes a la seguridad en la aviación civil. La EASA, con domicilio en Cologne (Alemania), fue creada en el año 2003 con el fin de adoptar responsabilidades que están enfocadas a:

- Realizar análisis e investigaciones sobre la seguridad.
- Implementar y monitorear reglas de seguridad incluyendo inspecciones en los países que son miembros.
- Brindar certificación tipo de aeronaves y componentes, así como aprobación de los organismos involucrados en el diseño, fabricación y mantenimiento de productos aeronáuticos entre otras.
- Promover los más altos estándares de seguridad y de protección al medio ambiente en la aviación civil.
- Certificar los productos aeronáuticos y las organizaciones que participan en el diseño, producción y mantenimiento de dichos productos.
- Emitir las regulaciones en cuanto a la normatividad de seguridad básica y derechos de los pasajeros.

Adicionalmente, han surgido otras entidades que apoyan las actividades aéreas, estas se describen a continuación:

- El IAQG (International Aerospace Quality Group, en español Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial), cuyas funciones incluyen implementar iniciativas relevantes en materia de calidad, impulsar iniciativas en materia de reducción de costos y emitir la normatividad relacionada con sistemas de gestión aeroespacial (AS9100, EN9100 y JISQ 9100).
- El PRI (Performance Review Institute) es una entidad sin ánimo de lucro cuya función es proveer a nivel internacional, de manera imparcial e independiente, servicios de evaluación y certificación de fabricación de productos, y facilitar la relación entre ensambladores finales y proveedores. El PRI está adscrito a la Normatividad NADCAP (National Aerospace & Defense

Contractors Accreditation Program, en español Programa Nacional de Acreditación de Contratistas del Sector Defensa y Aeroespacial).

- La SAE (Society of Automotive Engineers, en español Sociedad de Ingenieros Automotrices) que, con 90.000 miembros de 97 países, se encarga de desarrollar información técnica referente a diferentes vehículos, la cual involucra estándares para algunos materiales de consumo o de procesos de fabricación y de operación. El principal producto de SAE son los estándares aeroespaciales.
- EUROCONTROL, es una organización pan-europea civil-militar dedicada a apoyar la aviación europea, creada en 1963 e integrada por 40 Estados y cuenta con un centro de control de tráfico aéreo MUAC (Maastricht Upper Area Control Center) el cual, es el único proveedor de servicios de navegación aérea civil-militar transfronteriza en Europa. Esta organización se encuentra comprometida con la visión de la Unión Europea de un cielo único europeo; apoyando a los Estados miembros y a las partes interesadas (incluidos los proveedores de servicios de navegación aérea, los usuarios del espacio aéreo civil y militar, los aeropuertos y los fabricantes de aeronaves / equipos) en un esfuerzo conjunto para que la aviación en Europa sea más segura, más eficiente, más rentable y con un mínimo impacto medioambiental. (EUROCONTROL, 2021)
- La Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC) que busca, como sus homólogos en Europa, impulsar el desarrollo y la seguridad de la industria aérea en esta región; a través de ella se pretende lograr una planificación y gestión de las medidas requeridas para la cooperación y coordinación de las actividades de aviación civil. La CLAC alienta la aplicación de las normas y métodos recomendados de la OACI, así como las decisiones propias de ella, con el fin de facilitar y proponer medidas suplementarias para lograr un desarrollo más acelerado en el movimiento de pasajeros, carga y correo en la región; además este organismo se encarga de propiciar acuerdos entre los Estados miembros, que contribuyan a la mejor ejecución de los planes regionales de la OACI para el establecimiento de las instalaciones y servicios de navegación aérea y a la adopción de las especificaciones de la OACI en materia de seguridad operacional, aeronavegabilidad, mantenimiento y operación de aeronaves, licencias del personal e investigación de accidentes de aviación.
- Comisión Africana de Aviación Civil, Comisión Árabe de Aviación Civil y Corporación Centroamericana de Servicios de Regulación Aérea. Estas organizaciones emiten resoluciones y recomendaciones buscando una cooperación de los estados a nivel de sus propias regiones, buscando la cooperación de ellos similar a la función que hace CLAC en Suramérica.
- Administración de Aviación Civil China (CAAC), autoridad aeronáutica que se encuentra bajo el control del Consejo de Estado de la República Popular China. China es un país que viene incursionando de manera progresiva en los mercados aeronáuticos mundiales, tanto así que ya se están diseñando y fabricando aeronaves con el propósito de entrar en un mercado que es dominado por Airbus y Boeing, es aquí donde la autoridad empieza a jugar un papel relevante en la estandarización de procesos y regulación del sector aeronáutico en este país. Luego de ello, aparece la gran oportunidad de desarrollar estrategias y un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo que garantice posicionar a su país como potencia en este medio de transporte.

- La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, sigla de International Air Transport Association) es una organización que agrupa a más de 230 compañías aéreas que realizan vuelos de carácter regular, esta organización busca integrar a dichas empresas con la industria del turismo y generar acuerdos de cooperación de tal manera que se pueda ayudar a las líneas aéreas en la simplificación de procesos, mejorando su flujo financiero, reduciendo costos y aumentando su eficacia. Entre otras funciones de la IATA están: Permitir que bajo normas definidas las aerolíneas operen de manera segura, eficiente y económica; simplificar procesos a los pasajeros en cuanto a viajes; y proveer soporte, publicaciones y consultas.

2.3 Marco Regulatorio

En cuanto a reglamentaciones o lineamientos que deben cumplir los centros de mantenimiento aeronáutico, centros de entrenamiento, sector aeroespacial y los prestadores de Servicios a la Navegación Aérea a nivel mundial, se destacan los establecidos por la FAA, al igual que los reglamentos aeronáuticos del país en donde estén establecidas; a continuación, se presenta un resumen de las reglamentaciones más importantes del Sector Aeronáutico en el mundo con influencia directa en nuestro país.

2.3.1 Regulaciones Federales de Aviación (FAR) de la FAA

Las Regulaciones Federales de Aviación (FAR, Federal Aviation Regulations), son reglas prescritas por la FAA que regulan todas las actividades aéreas. Las FAR son parte del Título 14 del CFR (Code of Federal Regulations, en español Código de Regulaciones Federales).

Las FAR están organizadas en secciones, llamadas partes debido a su organización dentro del CFR. Cada parte se ocupa de un tipo específico de actividad. Por ejemplo, el Título 14 del CFR Subcapítulo C AERONAVES en su parte 23 habla de Normas de Aeronavegabilidad. A continuación, se describen del título 14 y sus subcapítulos, aquellos que competen directamente al objeto de este documento (FAA, 2021):

Título 14 - Aeroespacial

Capítulo I-Administración Federal de Aviación, Departamento de Transporte

Subcapítulo A - Definiciones y disposiciones generales

- FAR 1: Definiciones y Abreviaturas
- FAR 2: Requerimientos Generales
- FAR 5: Sistemas de Gestión de la Seguridad

Subcapítulo C - Aeronaves

- FAR 21: Procedimientos de Certificación de Productos y Artículos
- FAR 23: Normas de Aeronavegabilidad: Aviones Categoría Normal.
- FAR 25: Normas de Aeronavegabilidad: Aviones Categoría Transporte
- FAR 26: Aeronavegabilidad Continuada y Mejoras de Seguridad para Aviones Categoría Transporte
- FAR 27: Normas de Aeronavegabilidad: Helicópteros Categoría Normal
- FAR 29: Normas de Aeronavegabilidad: Helicópteros Categoría Transporte
- FAR 31: Normas de Aeronavegabilidad: Globos Tripulados Libremente
- FAR 33: Normas de Aeronavegabilidad: Motores de Aviación

- FAR 34: Purga de Combustible y Emisiones de Escape. Requisitos de los Aviones Motorizados con Turbina
- FAR 35: Normas de Aeronavegabilidad: Hélices
- FAR 36: Normas de Ruido: Tipo de Aeronave y Certificación de Aeronavegabilidad
- FAR 39: Directivas de Aeronavegabilidad
- FAR 43: Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Reconstrucción y Alteración
- FAR 45: Identificación y Registro de Marcado
- FAR 47: Registro de Aeronaves
- FAR 48: Requisitos de Registro y Marcado para Pequeñas Aeronaves No Tripuladas
- FAR 49: Grabación de Títulos Aeronave y Documentos de Seguridad
- FAR 50-59: Reservado

Subcapítulo E-Espacio Aéreo

- FAR 71: Designación de Clase A, B, C, D, y E Áreas del Espacio Aéreo; las Rutas de Servicios de Tránsito Aéreo; y Puntos de Notificación
- FAR 73: Espacio Aéreo de Uso Especial
- FAR 75: Reservado
- FAR 77: Uso Eficiente, Seguro y la Conservación del Espacio Aéreo Navegable

Subcapítulo F – Tránsito Aéreo y Normas Generales de Funcionamiento

- FAR 89: Identificación Remota de Aeronaves No Tripuladas
- FAR 91: Normas de Vuelo y Operación General
- FAR 93: Reglas de Tránsito Aéreo Especial
- FAR 95: Altitudes IFR
- FAR 97: Procedimientos Estandarizados de Instrumentos
- FAR 99: Control de la Seguridad del Tránsito Aéreo
- FAR 101: Globos Amarrados, Cometas, Cohetes Amateur, Globos Libres No Tripulados
- FAR 103: Vehículos Ultralivianos
- FAR 105: Operaciones de Paracaidismo
- FAR 106: Reservado
- FAR 107: Sistemas de Pequeñas Aeronaves No Tripuladas
- FAR 108-109: Reservado

Subcapítulo H- Escuelas y otras Agencias Certificadas

- FAR 140: Reservado
- FAR 141: Escuelas de Pilotaje
- FAR 142: Centros de Entrenamiento
- FAR 143: Reservado
- FAR 145: Estaciones de Reparación
- FAR 147: Escuelas de Técnicos de Mantenimiento de Aviación

Subcapítulo J - Instalaciones de la Navegación

- FAR 170: Criterios de Creación y Terminación para Instalaciones de Servicios de Control de Tránsito Aéreo y Navegación
- FAR 171: Instalaciones No Federales de Navegación

Particularmente, la FAR 91, REGLAS GENERALES DE OPERACIÓN Y VUELO, incluye al personal que hace parte de la tripulación de vuelo y en la Subparte K se relacionan las reglas que competen al entrenamiento de las tripulaciones de vuelo:

- 91.1063 Pruebas y capacitación: aplicabilidad y términos utilizados.
- 91.1065 Requisitos de pruebas piloto iniciales y recurrentes.
- 91.1067 Requisitos de pruebas iniciales y recurrentes de los miembros de la tripulación de asistentes de vuelo.
- 91.1069 Tripulación de vuelo: requisitos de verificación de competencia instrumental.
- 91.1071 Tripulante: Pruebas y verificaciones, disposiciones de gracia, capacitación para los estándares aceptados.
- 91.1073 Programa de formación: General.
- 91.1075 Programa de capacitación: reglas especiales.
- 91.1077 Programa de capacitación y revisión: aprobación inicial y final.
- §91.1079 Programa de formación: plan de estudios.
- 91.1081 Requisitos de capacitación de los miembros de la tripulación.
- 91.1087 Aprobación de simuladores de aeronaves y otros dispositivos de entrenamiento.
- 91.1089 Cualificaciones: Verificar pilotos (aeronaves) y verificar pilotos (simulador).
- 91.1091 Cualificaciones: Instructores de vuelo (aeronave) e instructores de vuelo (simulador).
- 91.1093 Entrenamiento y verificación inicial y de transición: Verificar pilotos (aeronaves), verificar pilotos (simulador).
- 91.1095 Entrenamiento y verificación inicial y de transición: Instructores de vuelo (aeronave), instructores de vuelo (simulador).
- 91.1097 Programas de formación de tripulantes para pilotos y asistentes de vuelo.
- 91.1099 Requisitos de entrenamiento inicial y periódico de los miembros de la tripulación.
- 91.1101 Pilotos: Entrenamiento en tierra inicial, de transición y de actualización.
- 91.1103 Pilotos: Entrenamiento de vuelo inicial, de transición, de mejora, de recalificación y de diferencias.

De la misma manera, en el título 14 CFR Parte 61 se relacionan las reglas para la certificación de: pilotos, instructores de vuelo e instructores de tierra y en la parte 141 se establecen las reglas para las Escuelas para pilotos.

En su parte 61.5, Certificados y calificaciones, menciona los requerimientos legales básicos, hace una clasificación del personal que se desempeña como piloto que igualmente está supeditada a la categoría de la aeronave, dando las siguientes habilitaciones:

- (1) Certificados de piloto
 - (i) Estudiante piloto.
 - (ii) Piloto deportivo.
 - (iii) Piloto recreativo.
 - (iv) Piloto privado.
 - (v) Piloto comercial.
 - (vi) Piloto de transporte de línea aérea.
- (2) Certificados de instructor de vuelo.
- (3) Certificados de instructor de tierra.

Específicamente, la FAR 65 incluye al personal que trabaja en el sector aéreo que no hace parte de una tripulación de vuelo, en la Subparte D—Mecánicos se relaciona al personal de Mantenimiento Aeronáutico.

- 65.71: Requerimientos de Elegibilidad: Generalidades.
- 65.73: Clasificación.
- 65.75: Requisitos de Conocimiento.
- 65.77: Requisitos de experiencia.
- 65.79: Requisitos de Pericia o Habilidades.
- 65.80: Certificación de una escuela técnica de aviación.
- 65.81: Privilegios y Limitaciones generales.
- 65.83: Requerimientos de experiencia Reciente.
- 65.85: Privilegios adicionales; para la clasificación Airframe (Aeronave en general).
- 65.87: Privilegios adicionales; para la clasificación Plantas Motrices.
- 65.89: Certificación.
- 65.91: Autorización de Inspección.
- 65.92: Duración de la Autorización de inspección.
- 65.93: Renovación de la autorización de inspección.
- 65.95: Privilegios y Limitaciones de la Autorización de inspección.

En su parte preliminar menciona los requerimientos legales básicos, hace una clasificación del personal que se desempeña como mecánico de aviación, dando solo tres categorías o habilitaciones:

1. Categoría Estructura de avión (Airframe).
2. Categoría Plantas motrices. (Power Plant)
3. Categoría especial que une las dos anteriores, esta es considerada como A&P (Airframe and Power Plant).

Estas son las únicas licencias que considera la FAA para el personal de mantenimiento aeronáutico. Estas FAR establecen los requerimientos de conocimientos, experiencia, habilidades, la importancia de la certificación, el alcance y limitación de ser un A&P, y definen la certificación por parte de una escuela de entrenamiento, remitida a la FAR 147. En la FAR 147.21 se menciona el currículo general para estas tres categorías así:

1. Aeronave en General (Airframe) – 1.150 horas (400 generales y 750 de estructura de aeronaves).
2. Plantas motrices – 1.150 horas (400 generales y 750 de plantas motrices).
3. Combinación de Aeronave en General (Airframe) y Plantas Motrices (Power Plant), denominada A&P – 1.900 horas (400 generales más 750 de las aeronaves y 750 de plantas motrices). Una escuela de técnicos de mantenimiento de aviación certificado no puede requerir que ningún estudiante asista a clases de instrucción más de 8 horas en cualquier día o más de 6 días o 40 horas en cualquier período de 7 días. (FAA, 2021).

2.3.2 Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR)

Para conseguir la uniformidad en sus reglamentaciones aeronáuticas, los Estados miembros de la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), implementaron el Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (SRVSOP), a través del cual vienen preparando los

Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR), con fundamento en los Anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, en espera que los Estados miembros desarrollen y armonicen sus reglamentos nacionales a partir de los mismos.

El SRVSOP, siendo una organización Regional para la Vigilancia de la Seguridad Operacional (RSOO) establecida en 1998 mediante la firma de un memorando de entendimiento entre la OACI y la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), inicia sus operaciones en el año 2002, con 12 países miembros Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela (SRVSOP, 2021), con la finalidad de:

- Optimizar los niveles de seguridad operacional de la aviación civil en la Región, proporcionando asesoría y asistencia con miras a superar los problemas de los Estados con dificultades para el cumplimiento de sus responsabilidades con la vigilancia de la seguridad operacional.
- Promover, de acuerdo con la OACI, la adopción de reglamentos y procedimientos armonizados por sus Estados miembros.
- Propiciar la adopción de acuerdos cooperativos entre los Estados miembros para el reconocimiento común de organizaciones de mantenimiento y de instrucción aprobadas.
- Desarrollar y llevar a cabo seminarios y actividades de capacitación para el personal directivo y técnico de los Estados miembros.
- Recomendar las medidas necesarias para que los Estados miembros superen los problemas identificados por el USOAP (Universal Safety Oversight Audit Programme, en español Programa Universal de Auditoría de la Vigilancia de la Seguridad Operacional).
- Proporcionar asesoramiento a los Estados miembros en el cumplimiento de sus obligaciones en materia de vigilancia de la seguridad operacional.
- Incrementar los niveles de seguridad operacional en la región con los medios a su alcance.

Con el ingreso de Colombia al SRVSOP, ha sido necesario la armonización de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) con los LAR.

De conformidad con la RESL. N° 06352 Nov 14, 2013 "Por la cual se adopta una nueva metodología y sistema de nomenclatura para los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, en aras de su armonización con los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR), corresponde a la UAEAC, garantizar el cumplimiento del Convenio sobre Aviación Civil Internacional y sus anexos, armonizando las disposiciones que promulgue la OACI con los RAC y desarrollar, interpretar y aplicar en todos sus aspectos las normas sobre aviación civil y transporte aéreo.

Como paso indispensable para la armonización, es necesario ajustar la nomenclatura y metodología de los RAC con la nomenclatura y metodología de los LAR de conformidad con lo propuesto en el LAR 11. El RAC, 11, fue adoptado mediante Resolución N° 03597 del 28 de diciembre de 2015; Publicada en el Diario Oficial Número 49.810 del 09 de marzo de 2016 y se incorpora a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – RAC “REGLAS PARA EL DESARROLLO, APROBACIÓN Y ENMIENDA DE LOS RAC” (UAEAC, 2021).

En el LAR 61, Licencias para pilotos y sus habilitaciones, CUARTA EDICIÓN Enmienda 12 Marzo 2022, en su capítulo A, relaciona en su parte 61.305, Licencias y habilitaciones, ninguna persona puede actuar como piloto al mando o copiloto de una aeronave civil, a menos que dicha persona esté en posesión y porte una licencia de piloto válida y vigente con las habilitaciones correspondientes, expedida por el Estado de matrícula de la aeronave o expedida por otro Estado y convalidada por el de matrícula.

Las licencias otorgadas bajo el LAR 61 son las siguientes: (1) Alumno Piloto (2) Piloto privado (3) Piloto comercial (4) Piloto con tripulación múltiple – avión (5) Piloto de transporte de línea aérea (PTLA) (6) Piloto de planeador (7) Piloto de globo libre (8) Alumno piloto a distancia a partir del 3 de noviembre de 2022; (9) Piloto a distancia a partir del 3 de noviembre de 2022.

Igualmente, las habilitaciones se darán por categoría de aeronaves, clase de avión, de tipo, como instructor de vuelo, de vuelo por instrumentos y otras.

Habilitaciones de categoría de aeronaves.

- Avión.
- Dirigible de un volumen superior a 4 600 metros cúbicos.
- Helicóptero
- Aeronave de despegue vertical.

Habilitaciones de clase de avión.

- Mono motores terrestres
- Multimotores terrestres
- Mono motores hidroavión
- Multimotores hidroavión

Habilitaciones de tipo

- Aeronaves certificadas para volar con una tripulación mínima de dos pilotos.
- Aviones turbo propulsados.
- Todos los helicópteros y aeronaves de despegue vertical.
- Cualquier tipo de aeronave siempre que lo considere oportuno la AAC.
- Cuando se emita una habilitación de tipo que limite las atribuciones a las de copiloto, o para actuar como piloto solamente durante la fase de crucero del vuelo, en la habilitación se anotará dicha habilitación.

Habilitación de instructor de vuelo.

Habilitaciones de vuelo por Instrumentos.

- Vuelo por instrumentos-avión
- Vuelo por instrumentos-helicóptero
- Vuelo por instrumentos-aeronave de despegue vertical
- Vuelo por instrumentos-dirigible.

Otras habilitaciones requeridas por motivos operacionales. Agrícola, prospección pesquera, forestales, etc.

En la parte 61.320 se encuentran contempladas las habilitaciones para fines especiales en donde la AAC establece las habilitaciones asociadas a una licencia de piloto, para fines especiales de acuerdo con la reglamentación que el Estado establece en el espacio aéreo de su territorio. Para el personal de las Fuerzas Armadas y Policiales, en servicio activo o en retiro, la parte 61.325 establece que, el personal de las Fuerzas Armadas y Policiales en servicio activo o en retiro que solicita una licencia de piloto privado, comercial o TLA, una habilitación de aeronave o de vuelo por instrumentos, tiene derecho a esas licencias con las apropiadas habilitaciones y habilitaciones adicionales a la licencia, si cumple con los requisitos

aplicables de esta sección. Esta solicitud solamente puede realizarla a la AAC del Estado en el que sirve o haya servido y la habilitación de tipo de aeronave se otorga, solamente, para tipos de aeronaves que la AAC ha certificado para operaciones civiles.

En cuanto al entrenamiento de vuelo, según la parte 61.075, la instrucción reconocida es la proporcionada por los centros de instrucción aprobados por la AAC, los cuales están dedicados a impartir cursos de instrucción ajustados a un plan o programa de estudios llevados a cabo sistemáticamente, sin interrupción y bajo estricta supervisión, de acuerdo con los procedimientos descritos en el reglamento respectivo. Según lo que estable la parte 61.335, para la utilización de un dispositivo de instrucción para simulación de vuelo para la adquisición de experiencia y demostración de competencias, la AAC se asegurará de que el dispositivo de instrucción para simulación de vuelo utilizado es el apropiado para tal fin.

En el LAR 65, Licencias al Personal Aeronáutico excepto Miembros de la Tripulación de Vuelo, CUARTA EDICIÓN Enmienda 10 marzo 2022, en su Capítulo D, se relaciona la licencia básica de Técnico de Mantenimiento de Aeronaves (TMA), a la cual se le puede adicionar una de las siguientes habilitaciones:

- Habilitación Célula (Airframe de FAA)
- Habilitación Sistema Moto propulsor (Moto propulsor de FAA)
- Habilitación Aviónica

Además, el LAR 65 establece las atribuciones del titular de la licencia de TMA y el requisito de presentación de la licencia: “Toda persona titular de una licencia de mecánico de mantenimiento de aeronave debe presentar su licencia, convalidación o documento apropiado, cuando sea requerido por la AAC. (Autoridad de Aviación Civil)” (SRVSOP, 2022).

El LAR 147 SEGUNDA EDICIÓN Enmienda 7 marzo 2022, sobre “Centros de Instrucción de Aeronáutica Civil para formación de mecánicos de mantenimiento de aeronaves”, por su parte, en su sección 147.115 “Aprobación del programa de instrucción”, relaciona los programas que se podrán dictar en estas instituciones:

1. Curso de formación básica para mecánico de mantenimiento de aeronaves
2. Curso de habilitación en célula
3. Curso de habilitación en sistema moto propulsor
4. Curso de habilitación en aviónica
5. preparación de cursos especiales previamente aprobados por la AAC

Los currículos de los cursos señalados se direccionan a los apéndices 1 (por instrucción tradicional) y 2 (por instrucción por competencias) del LAR 147. En general, el curso de Mecánico de Mantenimiento Aeronáutico está direccionado para que el alumno, al final de la instrucción, esté preparado para realizar las siguientes funciones:

1. Inspección: Examinar visualmente y por tacto.
2. Verificación: Comprobación de la operación correcta.
3. Localización de fallas: Analizar e identificar el mal funcionamiento.
4. Servicio: Realizar funciones que aseguren una operación continua.
5. Reparación: Corregir una condición defectuosa. La reparación de una estructura o sistema de motor incluye el reemplazo y ajuste de componentes, pero no incluye la reparación del componente.

Los currículos generales para las respectivas habilitaciones mencionan:

1. Sistema Motopropulsor 400 horas básico + 700 horas
2. Célula 400 horas básico + 700 horas
3. Aviónica 400 horas básico + 1788 horas

2.3.3 Requerimientos Comunes de Aviación (JAR) de las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA)

Las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA, sigla en inglés de Joint Aviation Authorities) son un organismo que se encuentra asociado a la Conferencia Europea de Aviación Civil, que a su vez corresponde al máximo ente regulador de Aviación Civil en la Unión Europea. Esta entidad se creó en 1970 y su función principal era la certificación de aeronavegabilidad de aeronaves, motores y componentes fabricados en países de la Unión Europea; hacia 1987, sus funciones se ampliaron y comenzaron a desarrollar tareas enfocadas a la regulación de actividades de mantenimiento, operación, licencias, entre otros.

La Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) inició formalmente su trabajo el 28 de septiembre de 2003, asumiendo la responsabilidad de regular las cuestiones de aeronavegabilidad y mantenimiento en los Estados miembros de la UE. La EASA se estableció mediante el Reglamento (CE) nº 1592/2002 del Parlamento Europeo y el Consejo de 15 de julio de 2002 sobre normas comunes en el campo de la aviación civil y por el que se crea una Agencia Europea de Seguridad Aérea.

A lo largo de 2003, los requisitos conjuntos de aviación (JAR) de aeronavegabilidad y mantenimiento de las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA) se transpusieron y/o convirtieron en medidas reglamentarias de la EASA. Algunas (por ejemplo, JAR-21, JAR-145, etc.) se convirtieron en Reglas de Implementación (IR) a través de un Reglamento de la Comisión, y otras se convirtieron en Medios de Cumplimiento Aceptables (AMC) y Especificaciones de Certificación (CS) a través de decisiones de la Agencia. Una vez finalizados, estos requisitos se pusieron a disposición en el sitio web de EASA (www.easa.europa.eu) como EASA IR, AMC o CS.

JAA mantuvo su función para operaciones y licencias, así como cuestiones de aeronavegabilidad y mantenimiento para los estados miembros de JAA fuera de EASA. Las publicaciones para operaciones y licencias (JAR-FCL, JAR-OPS, JAR-STD, JAR-26, JAR MMEL / MEL) no se vieron afectadas por estos desarrollos. JAA también continuó con la publicación tanto del JAR-11 (procedimientos de reglamentación de las JAA) como del JAR-1, que se había transpuesto parcialmente a EASA.

2.4 Análisis del comportamiento de la demanda aeronáutica en época de postpandemia

La Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) anunció que, a nivel global, los viajes aéreos aumentaron en el mes de abril de 2022, lo cual refleja una recuperación postpandemia del sector gracias a la demanda internacional; esto a pesar de la guerra en Ucrania y las restricciones de viaje a China.

Igualmente, teniendo en cuenta los resultados mensuales del transporte aéreo global de carga de abril de 2022 publicados por la misma entidad, reflejan la caída de la demanda y de la capacidad. En donde, el impacto de ómicron en Asia y la guerra entre Rusia y Ucrania continúan ejerciendo presión en el sector.

La demanda global (medida en toneladas de carga por kilómetro transportadas (CTK)) se contrajo un 11,2% respecto a abril de 2021 (-10,6% en el mercado internacional). La demanda global se contrajo un 1% respecto a abril de 2019. La capacidad se contrajo un 2% interanual (+1,2% en el mercado

internacional). Tanto la capacidad global como internacional descendieron ligeramente en abril respecto a marzo, con Asia en el último puesto.

Lo anterior, se debe a la guerra en Ucrania y los cierres por COVID-19 en China que han disparado el costo de la energía, intensificado las interrupciones en las cadenas de suministro e incrementando la inflación.

Según la evaluación realizada dentro del Pronóstico del Mercado Comercial 2022 (CMO - Commercial Market Outlook); con la reanudación de los viajes aéreos internacionales y la recuperación en curso en muchos mercados nacionales, Boeing proyectó la demanda de más de 41 mil aviones nuevos hasta 2041, destacando la resiliencia de la industria de la aviación dos años después de empezar la pandemia.

El CMO prevé un valor de mercado de US\$ 7,2 trillones para las entregas de nuevos aviones, con un aumento de un 80% de la flota mundial hasta 2041 en comparación con los niveles previos a la pandemia de 2019. Alrededor de la mitad de las entregas de aviones de pasajeros reemplazará los modelos actuales, mejorando la eficiencia de combustible y la sostenibilidad de la flota mundial. Además, Boeing Global Services prevé una demanda de US\$ 3,6 trillones en sus segmentos de mercado durante el mismo período, incluyendo una fuerte demanda de mantenimiento y modificaciones, como cargueros convertidos; soluciones digitales que aumentan la eficiencia y reducen costos; y demanda de 2.1 millones de puestos de trabajo nuevos en la aviación para los próximos 20 años.

Con la parálisis de la industria aérea que se produjo en el 2020 por la pandemia del coronavirus, los fabricantes de aviones también se vieron impactados. No obstante, y aunque las entregas fueron moderadas en el 2021, el 2022 ya muestra nuevas tendencias con respecto a la demanda.

Los pedidos brutos de aviones comerciales durante el primer trimestre del 2022 ascendieron a 253 (1T 2021: 39 aviones) y los pedidos netos a 83 aviones tras las cancelaciones (1T 2021: -61 aviones). La cartera de pedidos alcanzó los 7.023 aviones comerciales a 31 de marzo de 2022. Airbus Helicopters registró 56 pedidos netos (1T 2021: 40 unidades) y consiguió un contrato para el programa de actualización del helicóptero de ataque Tigre MkIII. Los pedidos recibidos en Airbus Defence and Space se incrementaron hasta los 3.2 mil millones de euros (1T 2021: 2.0 mil millones de euros) en valor, lo que corresponde a un ratio de contratación sobre ventas del período en torno a 1,3. En ellos se incluye el contrato global del Eurodrone firmado en febrero de 2022, que cubre el desarrollo y la fabricación de 20 sistemas y 5 años de soporte inicial en servicio para Alemania, Francia, Italia y España. (AIRBUS, 2022)

Hasta junio del 2022, la compañía europea Airbus ha entregado 235 aeronaves, descontando dos entregas registradas en diciembre del año 2021 de A350-900 para Aeroflot, que no fue posible realizar debido a las sanciones internacionales. Esta cifra de entregas en lo que va de año supera en un 7% la de los cinco primeros meses del 2021.

Las entregas de mayo incluyeron 37 de los aviones de la familia A320 que constituyen la mayor parte de los ingresos de la compañía, lo que sugiere que Airbus haya aumentado la cartera de pedidos de aviones no entregados en función de su tasa de producción mensual más reciente anunciada de 50 aviones, pero las interrupciones en la cadena de suministro han mantenido una red global de repuestos cerca de los 40 por mes.

Airbus pretende aumentar la producción de aviones de la familia A320 a 65 aviones por mes para mediados del año 2023 y tiene como objetivo producir 75 aviones por mes para 2025.

A nivel Latinoamérica, Airbus, prevé entregar alrededor de 60 aviones en la región durante el 2022, lo que equivaldría al doble de los equipos entregados a las aerolíneas en 2021, una expectativa que se mantiene aún con la persistencia de presiones en las cadenas de suministro. La región latinoamericana podría tener hasta 2550 entregas y 300 conversiones entre 2022 y 2041, duplicando el tamaño de la flota en la región, Airbus proyecta que la flota en América Latina aumentará de 1.450 aviones a 2.850.

Actualmente, alrededor del 81% de la flota en Sudamérica está compuesta por aviones de fuselaje estrecho. En las próximas dos décadas, se mantendrá el dominio de los aviones de fuselaje estrecho en la región. Airbus proyecta que casi el 92% de las entregas estarán compuestas por aviones de pasajeros de fuselaje estrecho. Hasta 2.330 de las 2.550 entregas serán de fuselaje estrecho y 220 de fuselaje ancho. Además, los aviones de fuselaje angosto de la familia Boeing 737 MAX y Airbus A320neo ofrecen rangos de vuelo para abrir rutas nuevas y más delgadas entre América del Norte y América Latina que no eran estimables con aviones de generaciones anteriores.

Airbus y Boeing son los OEM (Original Equipment Manufacturer, en español Fabricantes de Equipos Originales) líderes en la región de América Latina. Ambos tienen grandes pedidos de empresas clave de la región, como LATAM, Avianca, Volaris, Aeroméxico y GOL. Airbus tiene pedidos pendientes de 465 aviones en América Latina, según la última base de datos de pedidos y entregas de la compañía. La aerolínea mexicana de ultra bajo costo Volaris sigue siendo el principal cliente actual de Airbus con un pedido pendiente de 122 aviones. JetSMART, Avianca y LATAM Airlines Group también son clientes clave para el OEM europeo, con 98, 88 y 69 pedidos pendientes, respectivamente. JetSMART y Sky Airline, dos aerolíneas chilenas de ultra bajo costo, volarán el Airbus A321XLR en América Latina.

Mientras tanto, Boeing tiene 193 pedidos sin completar en América Latina y el Caribe. Este fabricante tiene siete clientes regionales que se encuentran a la espera de recibir nuevos aviones. Estos son Aerolíneas Argentinas, Arájet, Bain Capital Griffin International (arrendador), Copa Airlines, GOL, Goshawk Aviation Limited (arrendador) y LATAM. Alrededor del 96% de los pedidos pendientes de Boeing en la región son para aviones Boeing 737 MAX, y los pedidos restantes son para Dreamliners.

Para que la industria aeronáutica se mantenga en constante actividad, es importante que las empresas fabricantes de aviones y equipos OEM aumenten la capacidad de producción, al igual que las exigencias hacia los proveedores del sector. Un ejemplo de esto es México, que gracias a que cuenta con las capacidades para enfrentar estos desarrollos, hace parte del grupo de trabajo en la fabricación de aeronaves, convirtiéndose en casa para los proveedores de primer nivel de otros países.

Un objetivo fundamental para la industria aeronáutica, es reducir el número de proveedores, pero a su vez incrementar las responsabilidades a través de la participación en el desarrollo y fabricación de los productos. Es así como grandes fabricantes del sector delegan la construcción de los componentes de sus aeronaves entre varias empresas de diferentes nacionalidades, para finalmente ensamblarlas en el país que las va a operar; tal es el caso de Airbus que para fabricar el Eurofighter, uno de los aviones de combate más importantes, se vale de tres empresas ubicadas en diferentes países: Airbus Defence&Space radicada en Alemania y España, BAE Systems de Reino Unido y Alenia Aermacchi de Italia, cada una de ellas fabrica una de las partes principales del avión y posteriormente ensambla el avión destinado al Ejército de su país de domicilio.

Adicionalmente, la evolución de las nuevas tendencias tecnológicas genera un gran impacto económico, como se puede observar en la Figura 3, gracias al desarrollo de nuevos motores con mayor

potencia, mejor rendimiento, eficiencia de combustible, reducción de ruido, entre otros, que influyen positivamente en la recuperación de la economía, ocasionando a nivel mundial un gran avance para el Sector Aeronáutico, en cuanto a: pasajeros, carga y contribución al PIB.



Figura 3. Impacto Mundial de la Aviación

Fuente: OACI, I. O. (2014). *Plan Mundial de Navegación Aérea*. Montreal, Quebec, Canada.

Sin embargo, y teniendo en cuenta que la pandemia obligó a dejar en tierra gran parte de las flotas de las aerolíneas durante meses, durante 2020 el tráfico aéreo se precipitó 61% interanual, con una caída más pronunciada en los vuelos internacionales (-75%) sobre los nacionales (-49%). Las aerolíneas vieron reducidos sus ingresos en más del 60% y tuvieron que recortar costos de manera agresiva para mantenerse a flote. Y aunque las expectativas para 2021 eran un poco más alentadoras, por un repunte de vuelos que se registró en el cuarto trimestre y el inicio de la vacunación contra la COVID-19, los resultados no son buenos; algunos de estos datos se encuentran evidenciados en la figura 4.

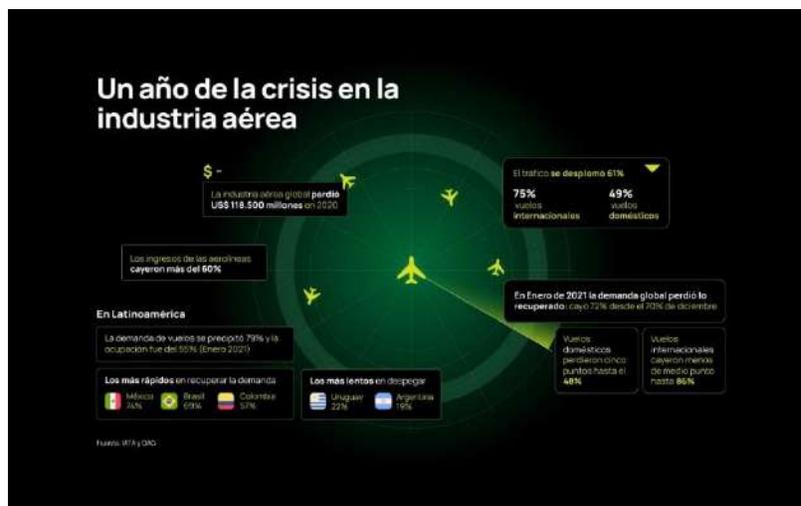


Figura 4. Crisis en la industria Aérea

Fuente: Revista America Economía (Amador, 2021). *Sobrevolando la crisis: ¿Quién gana y quién pierde en el reacomodo del mercado aéreo de A. Latina?*

La ventaja de la aviación sobre otros modos de transporte en términos de velocidad y fiabilidad también ha contribuido al mercado de servicios de entrega inmediata (muy ligados al comercio electrónico) y al transporte de mercancías. En la actualidad, alrededor del 86 % de las entregas de bienes obtenidos mediante comercio electrónico se transportan por vía aérea en alguna de sus fases.

Con respecto a la industria aeroespacial y de defensa (A&D) global, según Deloitte Global en su artículo “2022 Global Aerospace and Defense Industry Outlook” informa que se espera que la industria aeroespacial y de defensa (A&D) se centre en la innovación para desarrollar nuevas tecnologías y soluciones, crear nuevos mercados y ampliar las oportunidades de crecimiento. La rápida evolución y comercialización de nuevas tecnologías y procesos puede mejorar la eficiencia y reducir los costos. A medida que transcurre el 2022, las tendencias en los viajes aéreos comerciales y la actividad de pedidos de los clientes están mucho mejor que las expectativas posteriores a la COVID-19, lo cual es una señal positiva para la industria.

Se espera que los mercados de defensa se mantengan estables ya que los proyectos militares continúan siendo una prioridad estratégica y los países fortalecen aún más sus fuerzas armadas. Hay más razones para ser optimista. Es probable que la innovación del sector privado continúe aumentando el valor potencial que el espacio, como recurso económico, puede crear para industrias y organizaciones. Además, las nuevas tecnologías, los modelos comerciales en evolución y el aumento de la actividad de fusiones y adquisiciones probablemente acelerarán aún más el cambio hacia las eficiencias digitales y operativas. En particular, el hilo digital y la fábrica inteligente presentan una gran cantidad de tecnologías que mejoran la eficiencia y la productividad que pueden acelerar el tiempo de comercialización y reducir los tiempos de ciclo. Las empresas de A&D que se centran en la innovación probablemente estarán mejor preparadas para 2022.

Con el ejército de EE. UU. cambiando gradualmente su enfoque del Medio Oriente a las amenazas emergentes en el Lejano Oriente, las compañías de defensa deben enfatizar la creación de capacidades mejoradas en aviones de combate, resiliencia espacial, construcción naval y ciberseguridad para impulsar el crecimiento. Este enfoque renovado podría ser un buen augurio para los principales contratistas de defensa que tienen retrasos récord, lo que debería respaldar el crecimiento de los ingresos en 2022 y más allá. Es probable que los contratistas de defensa disfruten de una fuerte demanda de equipos militares de alta gama en los mercados nacionales e internacionales, especialmente aviones de combate militares no tripulados, soluciones cibernéticas y de inteligencia e hipersónicos.

El gasto militar global total también fue fuerte: aumentó a \$ 1,98 billones en 2020, un aumento del 2,6 % en términos reales desde 2019. Este aumento en el gasto militar global se produjo en un año en el que el producto interno bruto (PIB) global se redujo en un 4,4 %. En consecuencia, el gasto militar como porcentaje del PIB alcanzó un promedio mundial del 2,4 % en 2020, frente al 2,2 % en 2019. Este es el mayor aumento interanual desde la crisis financiera y económica mundial de 2009. El gasto militar de China, el segundo más alto del mundo, estimado en 252.000 millones de dólares en 2020, aumentó un 1,9 % durante 2019 y 76% durante la década 2011-2020. El gasto militar de China ha aumentado durante 26 años consecutivos, la serie más larga de aumentos ininterrumpidos de cualquier país. Este crecimiento continuo en el gasto militar chino se debe principalmente a los planes de expansión y modernización militar a largo plazo del país, en línea con un deseo declarado de estar al mismo nivel con otras potencias militares líderes como los Estados Unidos. El gasto militar de Rusia también aumentó un 2,5 % en 2020 hasta alcanzar los \$61.700 millones, lo que representa el segundo año consecutivo de crecimiento. Se espera que el gasto mundial en defensa crezca alrededor de un 2,5 % en 2022, a medida que las principales potencias mundiales continúan fortaleciendo sus fuerzas armadas en respuesta a tensiones geopolíticas.

En la Tabla 3 se muestran los países que han reflejado un mayor desarrollo en la industria aeroespacial a nivel mundial y sus respectivas inversiones en referencia al año 2021.

Tabla 3. Inversión en 2021 en la Industria Aeroespacial (Cifras dadas en dólares americanos)

Importadores	Valor importado en 2021 (miles de USD)	Balanza comercial en 2021 (miles de USD)	Crecimiento anual en valor entre 2017-2021 (%)	Participación en las importaciones mundiales (%)
Mundo	\$ 162.206.900,00	-\$ 21.825.937,00	-11	100
Estados Unidos de América	\$ 25.789.255,00	-\$ 16.162.320,00	-5	15.9
Irlanda	\$ 16.887.730,00	-\$ 13.485.682,00	-11	10.4
China	\$ 13.016.630,00	-\$ 9.895.710,00	-23	8
Alemania	\$ 11.788.075,00	\$ 15.754.210,00	-9	7.3
Francia	\$ 11.380.201,00	\$ 19.613.216,00	-18	7
Canadá	\$ 6.486.693,00	\$ 4.024.732,00	-6	4
Reino Unido	\$ 6.256.645,00	\$ 7.315.026,00	-19	3.9
Japón	\$ 5.710.898,00	-\$ 4.074.177,00	-2	3.5
Singapur	\$ 4.995.244,00	-\$ 794.394,00	-14	3.1
Emiratos Árabes Unidos	\$ 3.431.623,00	-\$ 3.053.990,00	-12	2.1
Arabia Saudita	\$ 3.214.336,00	-\$ 3.214.122,00	5	2
Turquía	\$ 2.832.409,00	-\$ 1.424.753,00	5	1.7
Italia	\$ 2.805.847,00	-\$ 2.124.477,00	8	1.7
España	\$ 2.749.967,00	\$ 1.956.843,00	-16	-7
Países Bajos	\$ 2.680.273,00	-\$ 683.865,00	-5	24
Suiza	\$ 2.273.498,00	-\$ 391.743,00	-9	3
República de Corea	\$ 2.160.460,00	-\$ 1.082.971,00	-2	-2

Fuente: (TradeMap, 2022)

Los viajes aéreos comerciales, en particular los viajes nacionales, se están recuperando con fuerza. La demanda total (medida en ingresos por pasajero-kilómetro o RPK) disminuyó un 56 % en agosto de 2021 (en comparación con los niveles de agosto de 2019), lo que representa una mejora significativa con respecto a agosto de 2020, cuando los RPK disminuyeron un 75 % (en comparación con los niveles de agosto de 2019). Se espera que la demanda mundial de viajes aéreos se recupere entre el 50 % y el 55 % de los niveles de 2019 en 2021 y entre el 85 % y el 90 % de los niveles de 2019 en 2022. Sin embargo, un riesgo clave para este pronóstico es la posibilidad de un aumento inesperado de nuevos y más variantes infecciosas de la enfermedad por coronavirus. La recuperación de la demanda de viajes aéreos debería impulsar un aumento en la actividad del mercado de posventa, ya que una mayor utilización de aeronaves generalmente se corresponde con un mayor trabajo de mantenimiento, reparación y revisión (MRO).

La aceleración en el tráfico de pasajeros debería impulsar ingresos comerciales posventa más fuertes impulsados por el mantenimiento y el servicio de la flota de aeronaves, especialmente en la segunda mitad de 2022. Es probable que los fabricantes de equipos originales (OEM) de aeronaves continúen ampliando sus ofertas de servicios posventa para capturar una mayor demanda de manera agresiva.

Según lo informado por la IATA, en la 78 Asamblea General Anual del gremio del transporte aéreo que se celebra en Doha (Catar), las personas están volando cada vez más y la carga está funcionando bien en un contexto de creciente incertidumbre económica. Es un momento para el optimismo a pesar de que hay desafíos en los costos, particularmente del combustible, y existen restricciones persistentes en algunos mercados clave”.

Por el momento, las pérdidas que prevé la industria para el 2022 son de 9.700 millones de dólares, un pronóstico mejor a los 137.700 millones de dólares que perdieron las aerolíneas en el 2020, con el inicio de la crisis, y los 42.100 millones del año 2021. Por regiones, el gremio proyecta incluso que en América del Norte se generará una ganancia de 8.800 millones de dólares este año. Al contrario, Asia-Pacífico será la más afectada, con pérdidas de hasta 8.900 millones de dólares y las de Europa serán de 3.900 millones de dólares. Y específicamente para América Latina, la pérdida neta proyectada es de 3.200 millones de dólares para este año, un mejor pronóstico que los 11.900 millones de dólares que se perdieron en el 2020 y los 6.900 millones de dólares del año 2021.

La IATA estima que el tráfico de pasajeros a nivel mundial alcance el 83% de los niveles previos a la pandemia en el 2022. En conclusión, los volúmenes han tenido una sólida recuperación amparados principalmente por los mercados nacionales. Sin embargo, se recalca que las perspectivas financieras de algunas aerolíneas de América Latina siguen siendo frágiles.

Todos estos efectos se darán a pesar del aumento de los costos de la mano de obra y del combustible debido al alza de los precios internacionales del petróleo. Con 192.000 millones de dólares, el combustible es el elemento más costoso de la industria en el 2022. En total, se espera que las aerolíneas consuman 321.000 millones de litros de combustible en el 2022 en comparación con los 359.000 millones de litros consumidos en el 2019. Tan pronto como la industria regrese a niveles estables de producción y con los altos costos de combustible que probablemente perduraran por un tiempo, la rentabilidad dependerá del control continuo de los costos. (EL TIEMPO, 2022)

Además del desarrollo económico, esta es una industria que gracias al fomento del desarrollo tecnológico se convierte en una fuente importante de empleo, en tiempos normales, la aviación respalda unos 88 millones de empleos directos e indirectos alrededor del mundo distribuidos en áreas como operaciones aeroportuarias, aerolíneas, proveedores de servicios a la navegación, ingenieros, diseñadores de aeronaves, sistemas de propulsión, componentes, entre otros y 3,5 billones de dólares en PIB. Más de la mitad de este empleo y valor económico está en riesgo por el colapso de la demanda mundial de viajes aéreos. (IATA, 2021).

En 2021, y de aquí en adelante, es necesario rediseñar el enfoque de la industria hacia la innovación de las cadenas de suministro más fortalecidas y emprendedoras, lo que podría hacerse utilizando estrategias como el onshoring, integración vertical y mayores medidas de ciberseguridad (Deloitte, 2021).

Para un futuro muy cercano existen tecnologías que están emergiendo en la industria aeroespacial, las cuales se esperan que coadyuven a la evolución de las cadenas productivas como son (Cluster Industrial, 2021):

- **Movilidad aérea avanzada (AAM):** Muchas OEM del sector aeroespacial, automotriz y organizaciones como la NASA están invirtiendo en formas de hacer este método de viaje urbano una realidad comercializable en los próximos años.

- **Movilidad Aérea Urbana (UAM):** es el término que se utiliza para describir las aeronaves o vehículos de transporte aéreo de pasajeros, mercancías dentro de las ciudades que también pueden atender emergencias sanitarias, apagar incendios/rescates, aerotaxis, sector defensa, entre muchos otros usos. Los vehículos que protagonizan la movilidad aérea urbana son los eVTOL, es decir, vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical con las siguientes características:
 - 100% eléctricos
 - Capacidad de despegue y aterrizaje vertical
 - Sistemas de control fly-by-wire
 - Elevado grado de autonomía y seguridad

Al tratarse de la confluencia de coches y aeronaves, en estos momentos las grandes empresas de aviación como Boeing o Airbus (CityAirbus NextGen), Leonardo, así como fabricantes tales como Ehang, Beta, Joby; un startup que se ha aliado con Uber, Eve, Volocopter (dron destinado a transporte de mercancías), Archer, AutoFlight, entre otros, están implicados en el desarrollo de nuevos modelos operativos.

- **Aeronaves hipersónicas:** Las potencias militares del mundo buscan tener vehículos y armas capaces de exceder velocidades de Mach 5, lo que está generando un desarrollo acelerado a nivel internacional.
- **Aeronaves comerciales supersónicas:** La posibilidad de retomar los vuelos supersónicos de pasajeros se ha convertido en algo posible. American Airlines ha llegado a un acuerdo con Boom Supersonic para la compra de 20 aeronaves Overture, con opción a otros 40. Overture estima el transporte de pasajeros a una velocidad dos veces superior a la de los aviones comerciales más rápidos de la actualidad, lo que permitiría cruzar el Atlántico en menos de cuatro horas. Este tipo de aeronaves se prevé que empiecen a operar en 2025 y que transporte a sus primeros pasajeros en 2029.
- **Aeronaves con Propulsión eléctrica:** Los aviones eléctricos podrían ser una realidad en los próximos años y traer la sustentabilidad. Compañías de propulsión como Rolls-Royce ya están experimentando con motores híbridos y la compañía Havilland Beaver con su avión Harbor Air ePlane ha completado con éxito el primer vuelo de prueba.
- **Aeronaves con propulsión de hidrógeno:** Compañías como Airbus se encuentran desarrollando aeronaves de cero emisiones con el uso de hidrógeno como combustible y c.

Un ejemplo de este tipo de desarrollos es el Jungfrau, el avión hipersónico de Destinus que podría fabricarse en España; el prototipo es un UAV de carga hipersónico transcontinental propulsado por hidrógeno capaz de alcanzar velocidades de hasta Mach 15. El pasado mes de febrero de 2022, el startup suizo Destinus, que cuenta con una de sus filiales más importantes en España, cerró una ronda inicial de financiación de 30 millones de dólares para el desarrollo de vuelos hipersónicos propulsados por hidrógeno.

- **Aeronaves con uso de biocombustibles en sus motores:** Repsol e Iberia tomaron la iniciativa en 2011 e impulsaron en España el primer vuelo con bioqueroseno. Un Airbus modelo A320 realizó el trayecto entre Madrid y Barcelona con una mezcla de carburante formado por una cuarta parte de biocombustible y otras tres cuartas partes de queroseno tradicional. Este vuelo verde permitió un ahorro de emisiones contaminantes de cerca del 20%.

- **Aeronaves híbridas:** La NASA y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) están estudiando el empleo de materiales inteligentes (metamateriales) que permitirían modificar la forma del avión en pleno vuelo, adaptándose en tiempo real al entorno para conseguir un vuelo mucho más eficiente que el que ahora proporcionan los flaps de las alas, y de estructuras biónicas que imiten la composición ósea de los pájaros, reduciendo peso sin perder resistencia.
- **Aeronaves con propulsión iónica:** El futuro a largo plazo pasa por los propulsores EAD (electroaerodinámicos), que emplearían el propio aire atmosférico, ionizado y acelerado por un potente campo eléctrico, para impulsar el avión.
- **Uso de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA):** RA es un tipo de tecnología que muestra interfaces virtuales en el mundo real, a menudo con la ayuda de dispositivos móviles o portátiles. La implementación de la tecnología RA en la industria del transporte aéreo tiene un gran potencial; por ejemplo, los viajeros pueden navegar a través del aeropuerto de manera más eficiente utilizando una interfaz RA en su teléfono o a través de gafas inteligentes. El personal del aeropuerto también puede utilizar la tecnología RA para verificar fácilmente la identidad de un pasajero y evaluar el tamaño y peso de su equipaje.
- **Aeronaves no tripuladas**

La OACI define a los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) como un nuevo componente del sistema aeronáutico, que la OACI, los Estados y la industria aeroespacial se proponen comprender, definir y, en última instancia, integrar. Estos sistemas se basan en el uso de nuevas tecnologías aeroespaciales de última generación, que ofrecen nuevas y mejores aplicaciones comerciales o civiles, así como mejoras de la seguridad operacional y eficiencia de toda la aviación civil.

En términos generales, cualquier aeronave que sea destinada a volar sin un piloto a bordo se considera como una aeronave no tripulada (UAV), la cual puede ser controlada remotamente desde tierra mediante el uso de satélites o programas para efectuar el vuelo sin ninguna intervención humana (Gestión del Tráfico Aéreo 2005).

Actualmente, a través de los UAV's se supe parte de la necesidad de proporcionar a través de su operación segura, la realización de misiones humanitarias, extinción de incendios, de búsqueda y rescate, de monitoreo de cultivos e infraestructura, de recreación, de investigación y desarrollo e inspección de infraestructuras, esta última es clave para el bienestar de los ciudadanos al ser de vital importancia para la seguridad en edificios, estructuras y grúas, para realizar inspecciones periódicas; detectar corrosión, deformaciones y grietas. Sin embargo, al no tener una reglamentación que permitiera y controlara la seguridad operacional de estos equipos, la OACI, como autoridad reguladora, emitió en el 2011 la Circular 328 AN/190; "Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)" con el fin de proporcionar el marco normativo internacional fundamental mediante normas y métodos recomendados (SARPS), con el apoyo de procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS) y textos de orientación para normalizar la operación de los UAS en todo el mundo en una forma segura, armonizada y fluida comparable a las de las operaciones tripuladas teniendo en cuenta la ubicación de los aeródromos, el espacio aéreo controlado, las rutas aéreas cercanas, sitios públicos, áreas restringidas y prohibidas y sitios que representen aspectos sensibles.

En los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia –RAC, no existe ninguna prohibición o impedimento para la realización de labores de fotografía aérea con vehículos aéreos no tripulados (UAV) siempre y cuando se respeten las limitaciones allí contenidas. Sin embargo, y siguiendo las recomendaciones de la OACI, a través de la resolución 4201 del 27 de diciembre de 2018, se incorpora al RAC 91 unas disposiciones sobre la operación de aeronaves no tripuladas UAS, que se enumeran en el apéndice 13 del mismo documento.

Como referencia de utilización de los drones a nivel militar (otro término para referirse a los UAV), se encuentra la compañía DZYNE Technologies Incorporated, la cual dedica sus esfuerzos en este tipo de vehículos, y por lo cual desarrolló el programa de conversión no tripulada ROBOpilot, un conjunto de componentes robóticos que se instala en la cabina de los aviones una vez que se sacan los asientos. A partir de sus sensores, actuadores y brazos robóticos, el robot es capaz de controlar el timón, hacer ajustes de freno y aceleración y encender los interruptores necesarios en vuelos según los protocolos de las administraciones aéreas, de la misma forma que lo haría un piloto humano. De momento, el robot ha completado algunos vuelos de prueba y, aunque todavía no está listo para su uso, su futura entrada en el ámbito militar puede ayudar a extender la vida útil de los aviones

Igualmente, el ejército estadounidense tiene un contrato con la empresa FLIR Systems para desarrollar Black Hornets, unos pequeños drones que miden 15 centímetros de largo y pesan 32 gramos— y sirven para operaciones de reconocimiento del terreno. Estos dispositivos diminutos pueden cubrir distancias de hasta dos kilómetros, tienen una autonomía de una media hora y son capaces de enviar imágenes en alta definición y vídeos en tiempo real.

Actualmente en Colombia se han desarrollado varios proyectos por parte de diferentes universidades, la Fuerza Aérea Colombiana y empresas asociadas. Entre estos proyectos se pueden destacar los siguientes:

- Efigenia Universidad del Cauca: Aeronave no tripulada, diseño que contempla la creación de los sistemas electrónicos y la aeronave.
- Colibrí - EAFIT y Universidad Pontificia Bolivariana. Implementación de sistemas electrónicos, aplicados a un helicóptero de aeromodelismo.
- Auto Copter - Fuerza Aérea Colombiana. Aeronave no tripulada adquirida para desarrollar ingeniería reversa a los sistemas electrónicos de la aeronave.
- Aura - Universidad Pontificia Bolivariana. Diseño básico de un vehículo aéreo no tripulado de ala fija para misiones de inspección remota de rango medio.
- Navigator X2 - Universidad de San Buenaventura: Vehículo aéreo no tripulado para misiones de inspección y control aéreo.
- UAV COELUM - Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana S.A. (CIAC S.A.). Aeronave que dentro de su diseño y desarrollo combina y optimiza los procesos y experiencia en técnicas de diseño y fabricación de Aeronaves, programación de Hardware y Software de la CIAC en pro de cubrir las necesidades operacionales del sector civil y militar.

Las ART, o drones tácticos, se han convertido en un elemento fundamental en la Fuerza Pública Colombiana y, por tanto, lograr dominar su funcionamiento y actividades en vuelo es una necesidad que llevó a la creación de una escuela básica de manejo de ART o drones, ubicada



en el Comando Aéreo de Combate, CACOM 3, de la Fuerza Aérea Colombiana. A través del uso de estos sistemas o drones tácticos se potencia no solo la ejecución de operaciones militares exitosas sino también el apoyo a los fines y seguridad del Estado, particularmente en lo referente a la Navegador comunidad dada su utilización en la anticipación de fenómenos naturales, conflictos internos, seguridad aérea, estudios topográficos, entre otras actividades.

3. Caracterización General del Sector a Nivel Nacional

Este capítulo describe la situación actual del Sector Aeronáutico en Colombia estableciendo algunas organizaciones del país que desarrollan los subsectores Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea, indicando el marco regulatorio, las políticas, planes y programas del sector, los gremios y asociaciones existentes, la inversión nacional y algunos datos estadísticos del transporte aéreo a nivel nacional tanto en el Sector Civil como en el Sector Defensa.

3.1 Aviación Civil

Debido a la topografía del país, la aviación como medio de transporte toma un papel protagónico conectando y facilitando la integración entre las regiones del territorio colombiano, y promoviendo el turismo y el comercio. La inversión extranjera también ha contribuido al crecimiento del Sector Aeronáutico, pues la capacidad de los inversionistas aumenta el gasto en transporte aéreo. De esta forma, además de conectar a las ciudades más importantes con los lugares más apartados, la aviación ha permitido mejorar la comunicación entre Colombia y las demás economías mundiales que han centrado su atención en esta parte del continente, esto debido al desarrollo económico que ha presentado el país recientemente y al cambio en la percepción internacional que ha atraído la inversión y el turismo internacional.

Sin embargo, a pesar de la importancia de la aviación para Colombia y el aumento del transporte aéreo a nivel nacional e internacional, existe una gran dificultad para conseguir información estadística del sector aeronáutico en fuentes oficiales que muestren su verdadero impacto en la economía, siendo especialmente difícil encontrar datos específicos de los subsectores Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea. No obstante, lo anterior, a continuación, se mostrarán algunos datos estadísticos de la movilidad de pasajeros y carga como un punto de referencia del comportamiento del sector aeronáutico en el país. Más adelante, para caracterizar el sector aeronáutico civil, se analizarán las empresas más representativas en la aviación civil, se mostrarán las políticas, planes y programas de éste, los gremios y asociaciones existentes, el marco regulatorio de la aviación civil y algunos datos sobre la inversión nacional.

3.1.1 Estadísticas y Comportamiento del Sector Aeronáutico Civil

A pesar de que la evolución del sector aeronáutico nacional no está a la par de la evolución mundial debido a la baja inversión de Colombia en proyectos de desarrollo de tecnología e infraestructura aeroportuaria en comparación con la inversión de otros países, el transporte aéreo continúa creciendo. Teniendo en cuenta, la afectación generada por la pandemia a la economía colombiana durante el primer semestre de 2022, respecto al mismo periodo del año anterior, el Producto Interno Bruto presenta un crecimiento del 10,6% en donde las actividades económicas que más contribuyeron a la dinámica del valor agregado fueron el comercio al por mayor y al por menor (donde se contabilizan los servicios de transporte aéreo) creciendo en un 19,2%, Industrias manufactureras crecieron en 15,6%, la Administración pública y defensa; Planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales crecieron en un 7,7%, lo anterior se puede observar en la gráfica 11.



Gráfica 11 PIB nacional.

Fuente: DANE, 2022

El sector transporte —que ha sido clave para asegurar el aprovisionamiento de insumos básicos, material médico y vacunas— puede convertirse en un pilar de la recuperación por su capacidad de brindar acceso a mercados y oportunidades de trabajo, salud y educación. Sin embargo, para catalizar la recuperación, necesita superar desafíos como los altos niveles de congestión urbana y emisiones contaminantes, crisis financiera del transporte público, altos costos logísticos y nuevos riesgos de disrupción ante impactos climáticos o pandémicos. El sector de transporte de carga finalizando el 2021 retornó a niveles prepandemia el año 2020, pues movilizó 123,64 millones de toneladas a lo largo de los 12 meses, lo que es equivalente a un crecimiento de 12,2%.

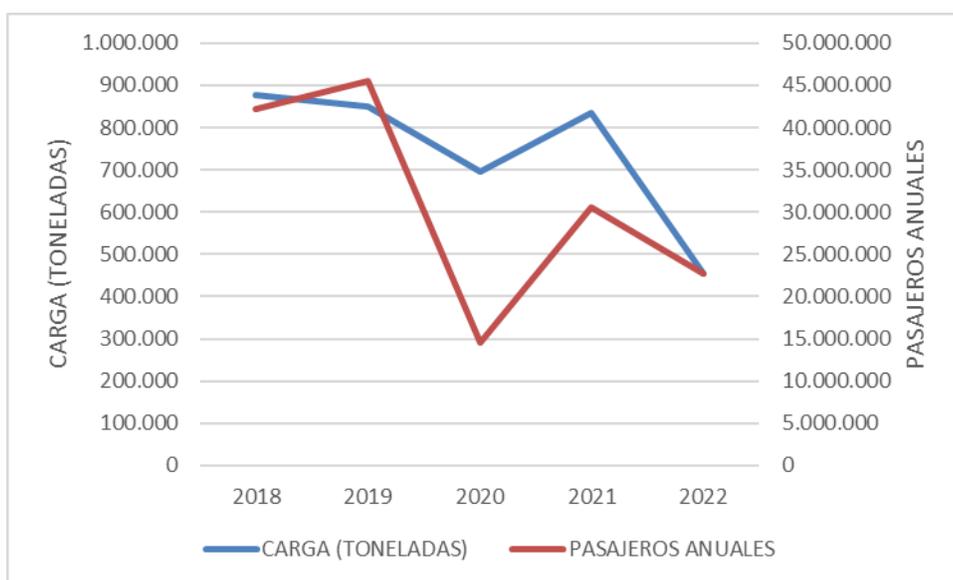
Durante todo 2021, se registraron 8,84 millones de viajes en todo el territorio nacional, una cifra superior en 1,18 millones, comparada con los recorridos realizados en 2020. Además, el promedio de toneladas por viaje fue de 13,98.

Precisamente esta dinámica en el transporte aéreo y terrestre ha afectado la reactivación del turismo y, especialmente, de las agencias de viajes que, según cifras de la Asociación Colombiana de Agencias de Viajes y Turismo (ANATO), tuvieron pérdidas por 849.000 millones de pesos (COP) a marzo de 2021. Dentro de este, el transporte aéreo se contrajo 44,2%, seguido del almacenamiento (-9%) y del transporte terrestre (-7,9%). Mientras tanto en el 2022, según los datos de la Aeronáutica Civil de Colombia (Aerocivil), entre enero y mayo se movilizaron por vía aérea en el país más de 5,58 millones de pasajeros, un resultado que representó una reactivación de 97 % al contrastarse con 2019 (5,77 millones).

Para el caso de mayo de 2022, los pasajeros movilizados fueron 1,25 millones con un aumento de 11 %, al compararse con los 1,12 millones de mismos meses del año 2019. Lo anterior, demuestra un comportamiento mejor al que se venía alcanzando a lo largo del año, cuando en abril de 2022 se obtuvo una subida de 7 %. De acuerdo con la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), en mayo el movimiento de pasajeros internacionales en el mundo se encuentra a un 36 % por debajo de 2019, mientras que el país ya superó los valores de prepandemia en un 11 %.

El crecimiento del transporte aéreo en Colombia se debe al incremento tanto en el transporte de carga como en el de pasajeros hasta el 2019 y a partir de este año disminuyó debido a la inactividad que ha tenido el sector durante los meses de aislamiento. Según información proporcionada por la Aeronáutica Civil, que se muestra en la Gráfica 12, durante el periodo comprendido entre 2018 y 2022, el transporte aéreo sigue consolidándose como un factor fundamental de crecimiento económico, motor de desarrollo y fortalecimiento del turismo en el país. Las cifras así lo demuestran: desde el 1 de enero hasta el 30 de junio del año 2022 se movilizaron por vía aérea 22.683.175 pasajeros, de los cuales, 15.848.687 corresponden a viajeros desde y hacia destinos nacionales y 6.834.488 a pasajeros desde y hacia destinos internacionales.

En términos porcentuales, el incremento en el transporte de pasajeros alcanza el 101.8% en el primer semestre del 2022; esto es un poco más del doble en comparación con el mismo periodo de 2021. En lo referente al transporte aéreo de carga, durante los primeros seis meses de 2022 se transportaron un total de 454.032 toneladas, de las cuales 73.053 corresponden a carga nacional y 380.980 a internacional.



Gráfica 12. Evolución de transporte aéreo de pasajeros y toneladas de carga en Colombia 2018 – 2022.

Fuente: (UAEAC - MINTRANSPORTE, 2021 y 2022) Editado por los Autores

A pesar de la inactividad que tuvo el transporte aéreo comercial durante los meses de confinamiento en el 2019 y 2020 generados por el coronavirus en el país, las aerolíneas que movilizan pasajeros se inclinaron hacia el transporte de carga que, contrario al de pasajeros, sí registró un buen balance en el 2020. Por otra parte, ya en 2021 y los primeros 6 meses del 2022, las cifras muestran un crecimiento positivo en comparación a los primeros seis meses del año 2021; estas cifras representan un balance muy favorable para el desarrollo del sector aéreo. Con el apoyo de los operadores y la industria se ha logrado reactivar y consolidar el transporte aéreo en Colombia lo que permite fortalecer al país como referente a nivel regional. A las cifras de movilización de pasajeros también se suma el incremento en el transporte de carga que alcanzó un incremento cercano al 9.9% en relación con el primer semestre de 2021.

Según el Ministerio de Transporte, el transporte aéreo en Colombia se ha reactivado de manera positiva, progresiva y sostenida; teniendo en cuenta lo que se evidenció en las cifras de pasajeros movilizadas en Colombia entre septiembre del 2020 y en lo corrido del 2022, gracias a una efectiva

planeación hecha desde el inicio de la emergencia sanitaria por el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Transporte y la Aeronáutica Civil, en articulación con la industria y los operadores aéreos, entre otros.

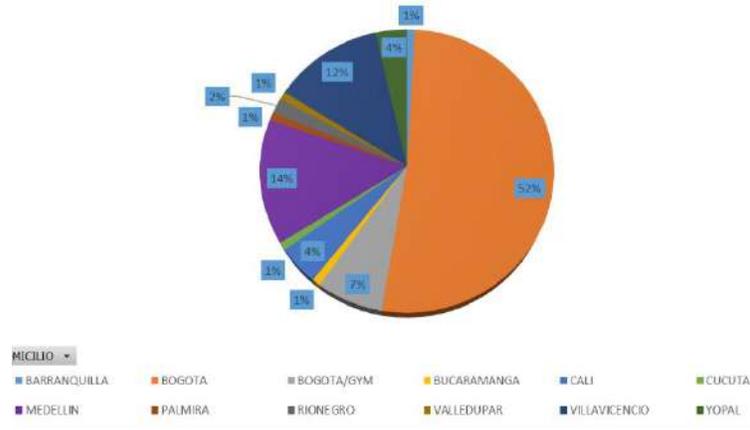
En cuanto al transporte de pasajeros se ha observado un crecimiento significativo y la tendencia es a seguir incrementándose, lo que ha obligado a que en el país se realicen importantes remodelaciones a la infraestructura aeroportuaria, acuerdos celebrados en materia aerocomercial con otros países (o Estados) que aportan a la competitividad del turismo y el comercio exterior, consolidación de alianzas regionales de aerolíneas que compiten en el mercado colombiano, la concurrencia de servicios convencionales, modelos de bajo costo que se han ido extendiendo permitiendo que las tarifas en tiquetes aéreos sean más asequibles, contribuyendo a que más personas tengan acceso a un tiquete aéreo para desplazarse dentro y fuera del país, diversificando la oferta para los usuarios y en general ofreciendo mayor confort, calidad de servicio, más amigables con el medio ambiente y por supuesto con los más elevados estándares de seguridad, con el fin de responder a la creciente demanda.

Los aeropuertos con mayor movilización de personas durante la reactivación del modo aéreo en el periodo del primer semestre del 2022 fueron Bogotá (16,3 millones de pasajeros); Rionegro (5,9 millones); Cali (3,4 millones); y Cartagena (3,4 millones). En lo relacionado con las operaciones internacionales, los aeropuertos de mayor movilidad fueron: Bogotá, con 4.859.895 pasajeros, Rionegro con 1.195.289, Cali con 545.149 y Cartagena con 444.733 pasajeros movilizados (ARGOTE, 2022). Actualmente, existe conectividad internacional con aeropuertos en Miami, Panamá, Fort Lauderdale, México, Santiago de Chile, New York, entre otros (MinTransporte, 2021).

3.1.2 Empresas del Sector Aeronáutico Civil en Colombia

En Colombia existen alrededor de 336 empresas del sector civil dedicadas a actividades aeronáuticas, entre las que se encuentran 62 centros de instrucción, 32 empresas agrícolas, 6 de trabajos aéreos especiales, 11 que proporcionan el servicio de ambulancia aérea, 12 empresas que prestan servicios de escala en aeropuertos y 95 talleres aeronáuticos. Además, entre estas se cuentan 88 empresas dedicadas al transporte aéreo comercial de pasajeros (6 empresas nacionales, 27 empresas extranjeras, 2 empresas nacionales regionales, 4 secundarias y 49 empresas de aerotaxi) y 30 empresas que se dedican al transporte aéreo de carga (7 nacionales, 15 extranjeras, 8 extranjeras transporte pasajeros y carga). (UAEAC, 2022).

La Gráfica 13 muestra la distribución geográfica de las 112 empresas autorizadas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) para transporte de carga y pasajeros en Colombia; según la gráfica, Bogotá es el principal domicilio de este tipo de empresas albergando 52% en el Aeropuerto El Dorado y 7% en Guaymaral. Bogotá es seguida por Medellín y Villavicencio, ciudades en las que se radican el 14% y 12% de aerolíneas, respectivamente.



Gráfica 13. Distribución de Empresas Aéreas en Colombia

Fuente. Elaborado por los autores. Información obtenida de la UAEAC.

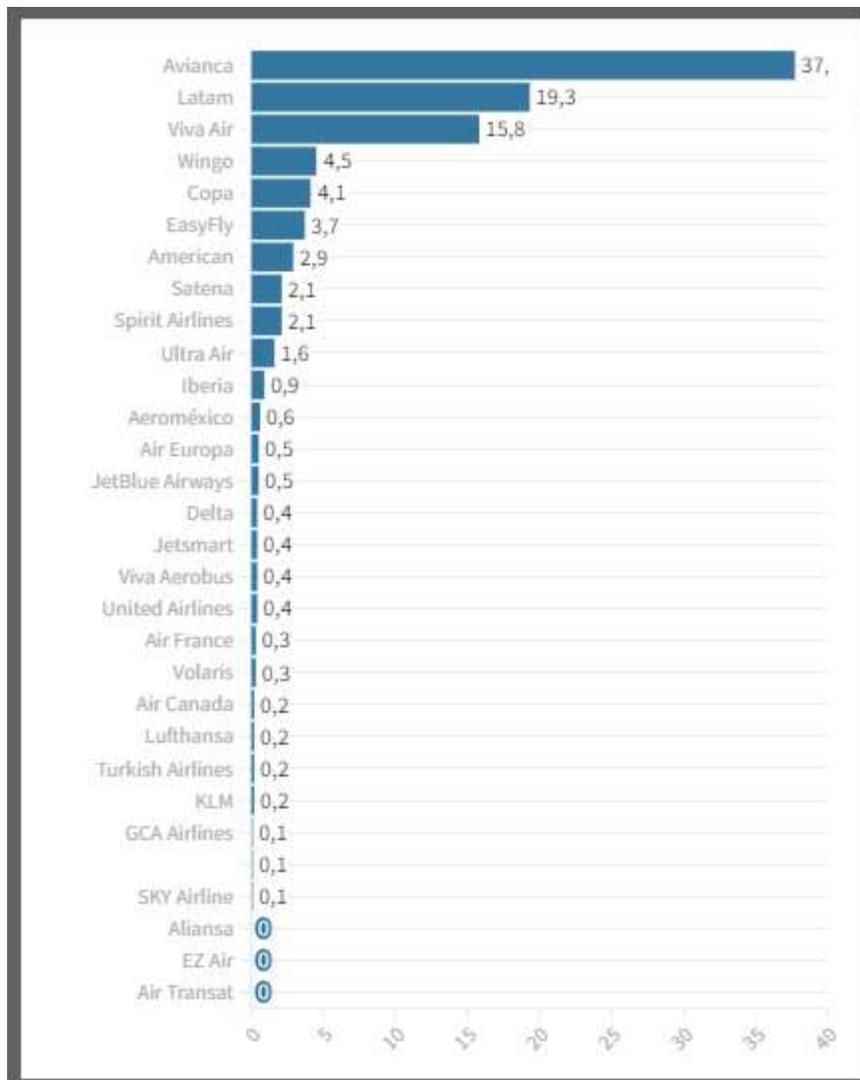
Las empresas de transporte aéreo comercial que actualmente operan en Colombia son 8 aerolíneas: Avianca, Copa Airlines, LATAM, estas 3 primeras son las compañías aéreas tradicionales en el país y que se reparten el mercado aéreo entre sí, junto con otras empresas en crecimiento como son Viva Air Colombia, Wingo, Satena, EasyFly y Ultra Air.

El balance del primer semestre de 2022 cerró con un incremento récord en el transporte aéreo movilizandando 22.683.175 pasajeros (De ese total, 6.834.488 corresponden al segmento internacional y 15.848.687 al nacional) con un crecimiento de 101.8% comparado con el mismo periodo del año 2021 (11.242.298 pasajeros) y 454.032 toneladas de carga transportada (73.053 fueron nacionales y 380.980 internacionales), sin embargo, las empresas de transporte aéreo en Colombia cerraron con preocupantes déficits.

Teniendo en cuenta lo informado por la Aeronáutica Civil dentro del informe de Estados Financieros, las empresas troncales de pasajeros tuvieron pérdidas por 1,55 billones de pesos, lo que significó un aumento en las pérdidas de 9,4 % frente igual periodo de 2021 (1,42 billones de pesos). En este mismo periodo el transporte comercial de carga tuvo pérdidas por 111.931 millones de pesos. Por aerolíneas, la que más pérdidas tuvo fue Avianca (1,11 billones de pesos), a esta hay que sumarle las pérdidas de la filial Regional Express América, que fue de 9.648 millones de pesos. Sin embargo, al comparar con igual periodo del 2021, el déficit se redujo, pues en ese periodo la cifra de pérdidas llegó a 1,43 billones de pesos

Las cinco restantes tuvieron las siguientes pérdidas: Viva Air con 172.240 millones de pesos, LATAM Colombia con 163.799 millones de pesos, Ultra Air con 56.937 millones de pesos, Easy Fly tuvo pérdidas de 21.243 millones de pesos y Copa Airlines (Wingo) de 18.872 millones de pesos. En cuanto a carga, la que más perdió fue Tampa, con un déficit de 248.260 millones de pesos seguido por Aerosucre (17.835 millones de pesos) y Aliansa (1.817 millones de pesos). (Infobae, 2022)

El balance en cuanto al número de pasajeros transportados muestra que Avianca se sigue manteniendo como la líder en participación tanto del segmento nacional como en el internacional, como se muestra en la Gráfica 14.



Gráfica 14 Aerolíneas con más participación en el mercado primer semestre 2022
Fuente: (Quintero, 2022)

Con el fin continuar con la reactivación del sector y beneficios para los viajeros, la Aeronáutica Civil de Colombia aprobó 62 rutas durante el primer semestre de 2022, ofreciendo un nuevo número de posibilidades a los usuarios del transporte aéreo para encontrar más alternativas dentro del mercado, que les permitan acceder a nuevos operadores y más puntos de conexión dentro y fuera del país y ratifican el compromiso del Gobierno Nacional de seguir, con hechos y en equipo, contribuyendo al crecimiento de la economía y la conectividad de Colombia por vía aérea”, afirmó Ángela María Orozco, Ministra de Transporte.

Durante el primer semestre de 2022 ingresaron al mercado aéreo colombiano cuatro nuevos operadores: LATAM Ecuador, Plus Ultra, Volaris Costa Rica, Sky Airlines Perú; las nuevas aerolíneas brindan a los usuarios mayores posibilidades de conexión con diferentes destinos nacionales y de Colombia con varios puntos en Norte, Centro y Suramérica.

En lo que respecta con las nuevas rutas nacionales, fueron aprobadas por la Aeronáutica Civil durante este primer semestre a nivel nacional a las aerolíneas Wingo, Avianca, EasyFly, Ultra Air en cuanto a la operación internacional se les aprobaron nuevas rutas a Air Caribe (carga), Viva Aerobus, Wingo, Avianca, Copa Airlines, Viva Air, JetSmart Colombia, LATAM, y en operación carguera, la Aeronáutica Civil aprobó tres rutas internacionales a Canadá, permisos otorgados a Air Canadá. Estas son: Montreal – Bogotá – Montreal; Montreal – La Habana – Bogotá – Montreal; y Toronto – Bogotá – Montreal.

Avianca o Avianca Holdings (por la integración que se llevó a cabo entre Avianca, TransAmerican, TACA International, TACA Regional, TAMPA Cargo y AeroGal) es una de las aerolíneas que ha mostrado mayores signos de crecimiento en los últimos años. Esta aerolínea cuenta con 172 aeronaves y en Rionegro (Antioquia) se encuentra ubicado lo que se considera como el centro de mantenimiento más importante de toda Latinoamérica, posicionando a Colombia a la vanguardia en procesos de mantenimiento técnico especializado.

Por su parte LAN, hoy día LATAM, adquirió la aerolínea colombiana Aires en 2011 y se consolida como la segunda aerolínea más importante en el mercado doméstico.

LATAM Airlines inauguró 13 nuevas rutas domésticas para completar 33 nacionales a 16 destinos. Actualmente, la empresa planea lanzar nuevos destinos adicionales a lo largo del 2022, meta que les permitirá alcanzar un aproximado de casi 10 millones de usuarios movilizados en toda su operación.

Avianca, la aerolínea más grande del país, que avanza en su proceso de reestructuración, trabaja en la implementación de una nueva reconfiguración de sus cabinas, el modelo 'low cost' y ampliando sus rutas a nuevos destinos. Su proyecto se centra en inaugurar 50 nuevas rutas en tres años –desde 2021 hasta 2023–, que les permitirá llegar a ciudades estratégicas en todo el continente americano y Europa.

Con este plan buscan volver a las cifras de 2019 para alcanzar un total de 30 millones de clientes o más, según explicaron. De hecho, una de las movidas a las que le apuestan es consolidar el código compartido con EasyFly para tener 18 conexiones adicionales y llegar a las regiones más remotas de Colombia. Igualmente, se prevé que la alianza logre concretarse para el segundo trimestre del 2022, beneficiando especialmente a quienes viajan desde ciudades intermedias.

La aerolínea Viva Air busca consolidar su propuesta de bajo costo para seguir democratizando el mercado y proyectan para el 2022 ser la aerolínea con el menor costo unitario por pasajero del mundo, lo que se verá traducido en mejores tarifas para los viajeros. También se planea la incorporación de nuevos aviones a su flota, tal y como lo anunciaron a mediados del año 2021, como lo es la adquisición de 25 nuevas aeronaves en los próximos tres años tras una inversión que se estima en USD \$1.250 millones.

SATENA, empresa de economía mixta, también centra sus operaciones atendiendo y conectando prioritariamente las ciudades más apartadas con los centros económicos del país, hoy en día cuenta con 18 aeronaves y dentro de su proyección busca consolidarse como la segunda aerolínea de bajo costo del país.

Wingo, que se encuentra operando en Colombia desde el 2016, aerolínea de bajo costo del grupo Copa Holdings y que opera con aviones Boeing 737-700 que se encuentran en plan de sustitución por los Boeing 737-8, igualmente avanza en su estrategia para democratizar el negocio aéreo y consolidarse como una de las aerolíneas 'low cost' más importantes del país. En medio de la recuperación de la industria, la

empresa confirmó el lanzamiento de cuatro nuevas rutas internacionales a Lima, Cancún, Ciudad de Panamá y San José, Costa Rica, con las que cumplen en total 28 rutas en Latinoamérica y el Caribe.

Entre las nuevas aerolíneas que entraron al mercado aéreo de Colombia se encuentran Ultra Air que inició operaciones en febrero del 2022 desde el aeropuerto de Rionegro, esta empresa busca fortalecer la oferta del transporte aéreo de pasajeros con aeronaves Airbus A320 y pretende invertir US\$30 millones para generar alrededor de 22.000 empleos durante los próximos cinco años. Una segunda aerolínea es Arajet, nueva aerolínea de República Dominicana de bajo costo en Colombia, inició operaciones el 15 de septiembre de 2022, volando a Ciudad de México, e irá sumando destinos como Barranquilla, Cali y Cartagena y luego se sumarán Medellín y Bogotá, así como destinos en Perú, Costa Rica y varias islas del Caribe. La aerolínea también informa que iniciará las operaciones con cinco aeronaves nuevas de última tecnología Boeing 737 Max-800 y diseñadas para ser amigables con el medio ambiente, con un 14% menos de consumo de combustible, comparado con la mayoría de aeronaves de un solo pasillo, lo que permitirá a la aerolínea ahorrar en costos de combustible, mantenimiento y operaciones y, a su vez, transferir esos ahorros a los clientes.

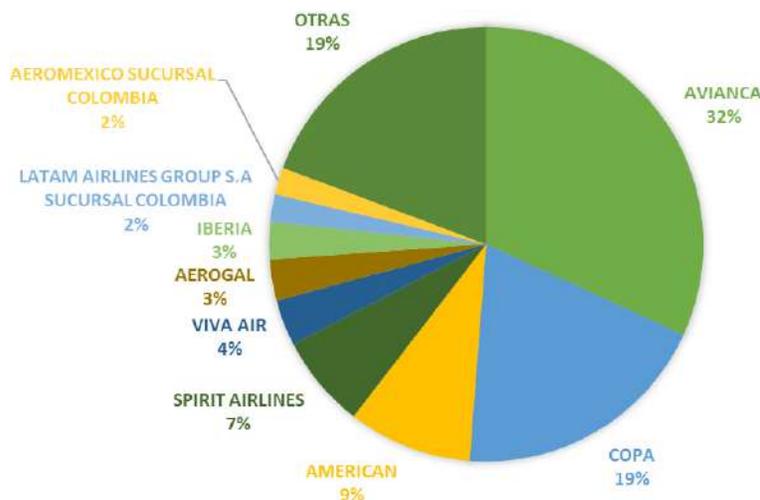
La Tabla 4 muestra el número de aeronaves que operan en Colombia de cada una de las aerolíneas mencionadas como punto de referencia del tamaño de estas empresas; Avianca, al hacer parte de un consorcio internacional, tiene la flota más grande. Copa y LATAM, a pesar de contar con flotas de 81 aeronaves activas, además de tres aeronaves aún en almacenamiento temporal y 325 aeronaves respectivamente, utiliza 74 y 70 aeronaves (respectivamente) operando en transporte de pasajeros en América Latina.

Tabla 4. Aeronaves de Algunas Aerolíneas del País

Aerolínea	Cantidad de Aeronaves
AVIANCA	149
COPA	81
LATAM	70
VIVA AIR	23
EASYFLY	24
SATENA	12
WINGO	8
ULTRA AIR	6

Fuente: Elaborado por los autores con base en la información proporcionada por las aerolíneas.

En cuanto a la participación internacional, a junio de 2022, luego de Avianca se encuentran Copa Airlines, con 918.063 pasajeros y un 12% de participación; American Airlines, con 691.485 y 9%; Spirit, con 519.242 y 7%; Wingo, que, aunque pertenece a Copa, se mide independientemente, con 531.864 y 7%; Latam Airlines, con 153.291 pasajeros y 2% de participación; y finalmente, Aeroméxico, con 150.590 y 2%, tal como se puede observar en la Gráfica 15.



Gráfica 15. Participación de transporte de pasajeros internacionales por empresa a junio 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos AEROCIVIL, vigencia junio 2022. (*Aeronáutica Civil, 2022*)

Igualmente, se debe tener en cuenta que, con la transformación del mercado y su reactivación, las alianzas entre aerolíneas están en furor como estrategia competitiva en su afán por subsistir en un mercado internacional más abierto como se observa en la Gráfica 16. Avianca, por ejemplo, ya se ha fusionado con Viva y GOL. Este holding, con el que Avianca pretende fortalecer su presencia en la región, se denominará Grupo Abra.

Avianca y la brasileña GOL crearán el Grupo Abra para ser líderes de mercado regional, al holding podría sumarse Sky Airlines, con beneficios compartidos y tiene sentido la unión entre partners que tienen un mismo o parecido modelo de negocio. En el caso de Avianca y Viva, son cinco destinos en los que entrarán a competir con cinco y hasta seis operadores. Así mismo, en conjunto tendrían 65% de la participación de mercado en Colombia. Así las cosas, Latam quedaría con 20%, Wingo, 4,5%; Easyfly, 4%; Satena, 2,2%.

Latam Airlines Group, es una de las fusiones de aerolíneas más reconocidas y que, actualmente, se mantiene en el mercado. Este holding nace de la unión entre la aerolínea chilena LAN y la brasileña TAM líneas aéreas. Aeroméxico, en 1994, firma una alianza comercial con Delta Airlines y en 2011 se mejoran algunos puntos de esta alianza la cual mejora en 2011. En ella se preveía el código compartido de los vuelos entre México y Estados Unidos. Actualmente la alianza maneja 733 vuelos diarios en 8 países, gracias al manejo de 93 destinos en código compartido.

Durante 2018, la aerolínea brasileña 'low cost' Azul anunció un acuerdo de código compartido con Copa Airlines. La alianza benefició el portafolio de destinos de cada una de las aerolíneas, es así como Azul sumó 52 destinos locales que no eran atendidos por ninguna otra compañía aérea.

PARTICIPACIÓN DE MERCADO REGIONAL



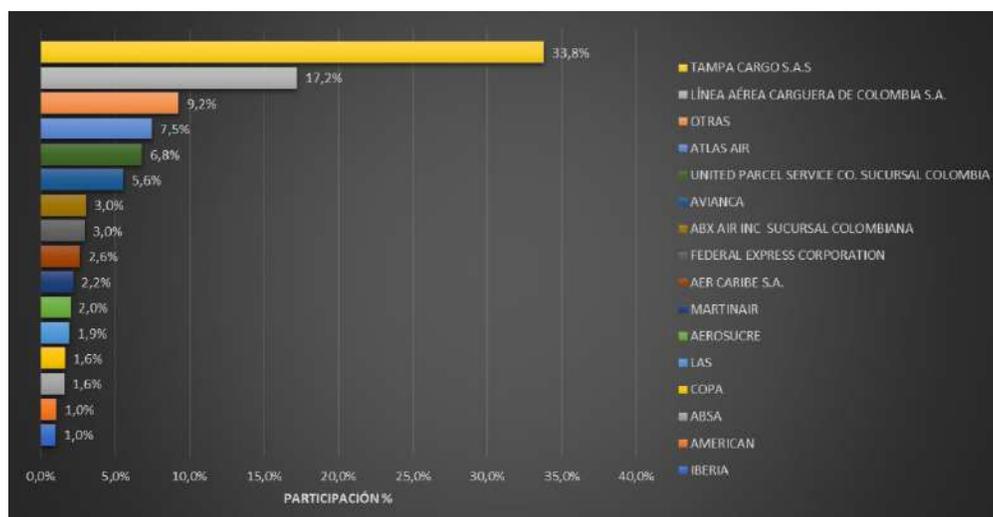
Fuente: Avianca group/Aerocivil

Gráfico: LR-GR

Gráfica 16 Participación de aerolíneas en el mercado regional / Latinoamérica 2021

Fuente: Periódico La República (Barona, 2022)

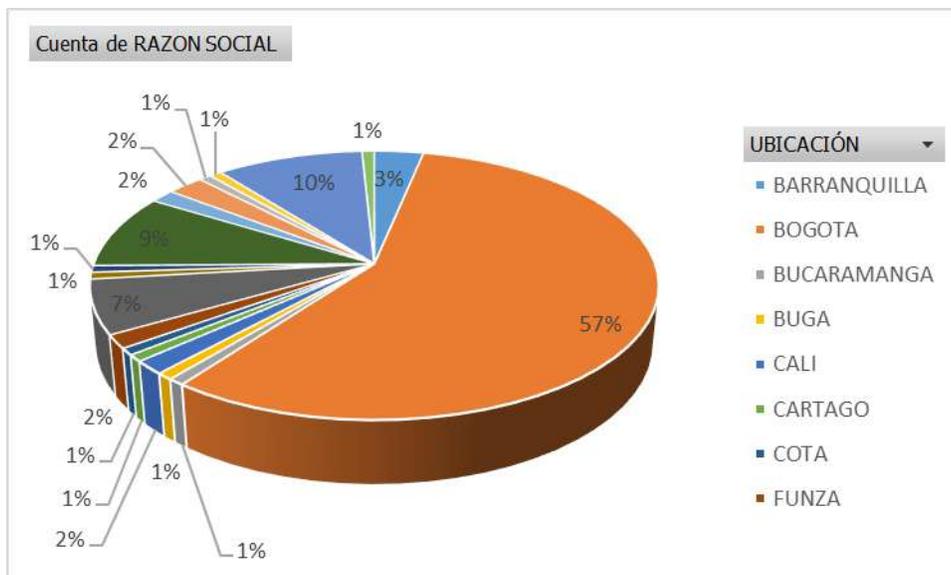
En lo que respecta al transporte de carga, de acuerdo con la Gráfica 17, a nivel internacional las principales empresas transportadoras, a junio de 2022, fueron Tampa Cargo que cuenta con el 33,8% de la participación del mercado medido por tonelada transportada. De hecho, Tampa Cargo tan solo es seguido por LAN CARGO y Atlas Air con un 17.2% y 7.5% respectivamente de la participación del mercado. El resto de las aerolíneas que realizan transporte de carga tienen menos del 7% de participación.



Gráfica 17. Participación en transporte de carga internacional por empresa junio 2022.

Fuente: (Aeronáutica Civil, 2022)

Por otra parte, la Gráfica 18, muestra la distribución geográfica de los 123 Talleres Aeronáuticos de Reparación (TAR) del país que son otros representantes importantes del sector aeronáutico nacional. Según esta gráfica Bogotá, Medellín y Villavicencio son las ciudades con la mayor cantidad de talleres aeronáuticos.



Gráfica 18. Distribución de Talleres Aeronáuticos de Reparación en Colombia

Fuente. Elaborado por los autores. Información obtenida de la UAEAC.

Entre los talleres certificados por la UAEAC se encuentra el Centro Aeronáutico MRO de AVIANCA, que cuenta con múltiples capacidades, entre ellas se destacan las siguientes (AVIANCA, 2022):

- Servicios Mayores
- Mantenimiento en Línea Colombia
- Mantenimiento Línea - Estados Unidos
- Talleres Aeronáuticos especializados con capacidades aprobadas por la FAA, EASA, UAEAC
- Calibración y NDT (Non Destructive Testing, en español Pruebas No Destructivas).
- Alquiler de herramientas.

Avianca, luego de sobrevivir años atrás a una crisis económica, hoy se consolida como una de las más fuertes de Latinoamérica, y como muestra de ello nace el centro de mantenimiento más grande del país que competirá con otras estaciones de la región. Esto en Colombia es algo sin precedentes y que sin duda marcará la historia y el desarrollo no solo de la región Antioqueña sino en general de la aviación del país.

Es una estación moderna que reúne en ella técnicos expertos en diferentes especialidades, y amplía el campo laboral para el personal de mantenimiento aeronáutico que, como se verá en el Análisis de Demanda Laboral, tiene grandes dificultades para emplearse, debido a la alta oferta de programas de técnico de mantenimiento de aeronaves en comparación con el tamaño del mercado laboral de este subsector.

La Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC) es otra de las compañías certificadas por la UAEAC con un buen número de capacidades de mantenimiento, reparación de aeronaves y apoyo logístico aeronáutico, contando con importantes certificaciones como la otorgada por Airbus Defense and Space y por la brasileña Embraer, las cuales certifican la capacidad para realizar servicios de mantenimiento mayor¹ a las aeronaves C-295, C-235, C-130, C-40, modernización de aviones Tucano T-27 (equipos que opera la Fuerza Aérea Colombiana, FAC). Por otra parte, el tener certificación FAA en su área de NDT (Non-destructive Testing, en español Ensayos No Destructivos) y algunas capacidades de su Taller Aeronáutico de Reparaciones (TAR) de Aviónica, abre un panorama amplio en cuanto a la prestación de servicios de mantenimiento mayor permitiéndole expandir su plan de negocios y captar la atención de aerolíneas extranjeras que busquen tercerizar sus servicios de mantenimiento.

En el 2008 suscribió convenios de ciencia y tecnología en alianza con la Industria Militar (INDUMIL), para el desarrollo de materiales compuestos y de la Aeronave Remotamente Tripulada (ART) IRIS.

De igual manera, la CIAC en alianza con la Fuerza Aérea Colombiana, FAC, culminó en el 2014 la fabricación de 25 aeronaves Calima T-90, dando un paso significativo para el desarrollo de la industria aeronáutica en nuestro país. (Figura 5), los cuales fueron fabricados para reemplazar al avión T-41, utilizado por la Fuerza Aérea Colombiana para el entrenamiento de sus pilotos. Este proyecto de gran importancia para el país se desarrolló en las instalaciones del Comando Aéreo de Mantenimiento de la Fuerza Aérea (CAMAN), entidad con la cual sostiene un convenio denominado “Pegaso” mediante el cual se unen capacidades de Mantenimiento Aeronáutico con el fin de fortalecer la industria aeronáutica del país (CIAC, s.f.).



Figura 5. Calima T-90.

Fuente: (AIRLINERS, 2016)

Durante el 2015, la CIAC obtuvo dos certificaciones, por un lado, la FAA O32Y396C para Instrumentos, Radio, NDT y Accesorios y por otro como Centro de Servicios MRO Airbus Defence & Space C-295/CN-235, que la posicionan como una de las entidades con mayor proyección en Colombia y como fuente de desarrollo, tecnología e innovación.

¹ Mantenimiento Mayor: Rutina realizada a la aeronave que incluye el decapado de la pintura exterior; revisión estructural del fuselaje, las alas y el empenaje; cambio de motores, trenes de aterrizaje y mandos de vuelo; desmontaje, reparación y re ensamble de los sistemas de la aeronave; vuelo de prueba para verificar el funcionamiento de la aeronave.

En 2019, la Corporación logró sus mayores ingresos operacionales, que sumaron 47 millones de dólares e impulsaron los proyectos de inversión requeridos para el salto estratégico para el año 2030, y así consolidarse como una Industria Aeroespacial de nivel mundial.

En el 2020, la CIAC tenía proyectado que el mercado se comportara del mismo modo o mejor al 2019, sin embargo, con la pandemia del COVID 19, ese panorama cambió. El sector Aeronáutico mundial entró en un decrecimiento, por el cierre del espacio aéreo y las decisiones de los Gobiernos de prohibir los vuelos. La Corporación no fue ajena a esta problemática y aunque logró obtener el punto de equilibrio financiero, la disminución de ingresos operacionales fue del 25%, pero manteniendo los contratos de trabajo de todos sus colaboradores.

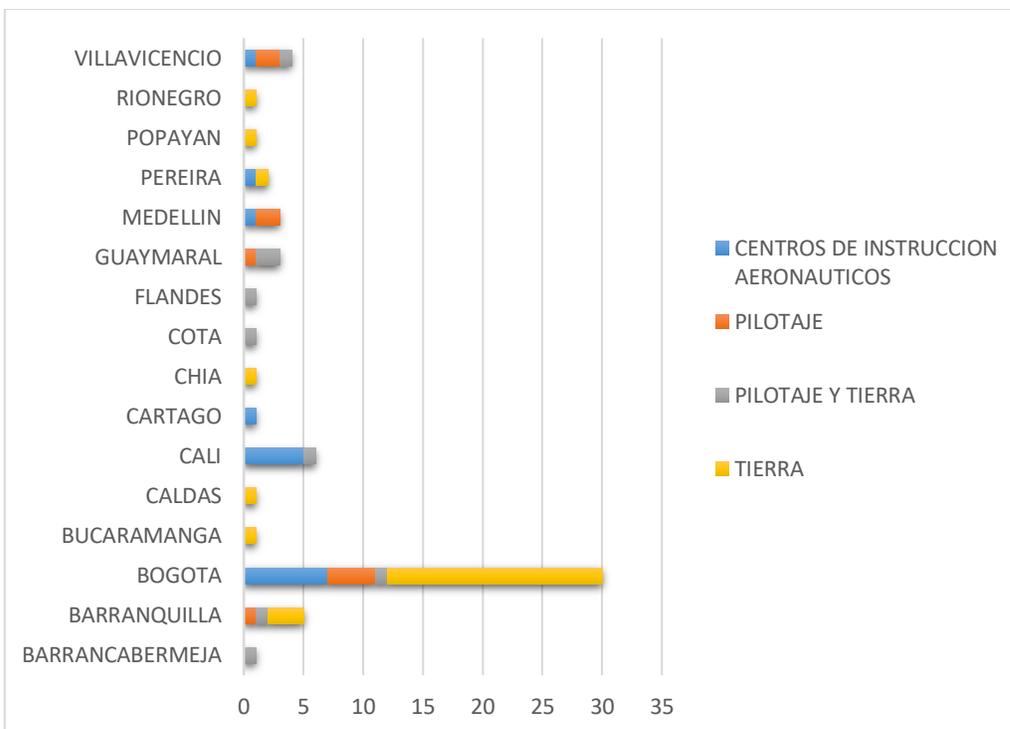
Actualmente, la Corporación es parte del Comité Asesor de la Comisión Colombiana del Espacio donde acompaña y asesora el desarrollo espacial del país y el interés de que la industria sea conocida y apoyada por el Gobierno para que a futuro sea un referente de la economía, asimismo, tiene 6 líneas definidas de soluciones:

- Servicios: Zona franca industrial, Peso y Balance
- Entrenamiento
- Mantenimiento: mantenimiento preventivo, mantenimiento en línea y reparación o modificación en estructura de aeronaves clase III y clase IV para aeronaves de menos de 5700 kg y más de 5700 kg con matrículas HK, mantenimiento a componentes aeronáuticos, mantenimiento aeronaves de defensa y mantenimiento para ruedas de las aeronaves.
- Fabricación: estructuras, prototipos, blindajes, sistemas y equipos.
- Diseño y desarrollo
- Laboratorios: Ingeniería, aviónica/accesorios, y NDT (Ensayos no destructivos)

Dentro de sus proyecciones, la CIAC se encuentra adelantando la Fase de Salto Estratégico del Plan Estratégico Institucional 2030, a través de la cual se busca seguir cubriendo las necesidades de la Fuerza Pública, así como exportar bienes y servicios, tales como los aviones Calima T-90, partes aeronáuticas en metal y materiales compuestos, sistemas UAV, blindajes aeronáuticos y cableados eléctricos, entre otros. De la misma manera, la Corporación cuenta con una amplia capacidad instalada y un conocimiento que le permite atender las necesidades de las empresas de aviación comercial que están creciendo con flotas de aviones ATR-42/72, A-320 y B-737. (CIAC, 2021)

Viendo el desarrollo de la CIAC y los avances en materia de tecnología, ingeniería y procesos de mantenimiento junto con sus proyecciones más inmediatas, se puede visualizar la notoria contribución que hace esta compañía del Ministerio de Defensa al sector aeronáutico del país, convirtiéndose en uno de los motores fundamentales que impulsan a Colombia como futura potencia latinoamericana en el ámbito aeronáutico y aeroespacial.

Por otra parte, la Gráfica 19, muestra la distribución geográfica de los 62 Centros de Instrucción Aeronáutica del país con sus diferentes modalidades, como centros de instrucción aeronáuticos, pilotaje y entrenamiento en tierra, que son otros representantes importantes del sector aeronáutico nacional. Según esta gráfica Bogotá, Cali, Barranquilla y Villavicencio son las ciudades con la mayor cantidad de centros de instrucción y entrenamiento.



Gráfica 19. Distribución de Centros de Instrucción Aeronáutica según modalidad

Fuente. Elaborado por los autores. Información obtenida de la UAEAC.

3.1.3 Entorno Organizacional Colombiano

En Colombia la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) es la encargada de adoptar la normatividad emitida por la OACI y garantizar su cumplimiento, de forma que los anexos correspondientes al convenio de aviación civil que fue firmado en Chicago se apliquen a nivel nacional. La UAEAC, como organización perteneciente al Estado, tiene la obligación de dirigir, organizar, coordinar y regular técnicamente el transporte aéreo en Colombia, de forma que mantenga y garantice la seguridad en las operaciones aéreas. Donde, la UAEAC armoniza la normatividad emitida por la OACI a través del Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC), el cual consta de 39 partes y se encuentra en proceso de armonización con los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR).

La autoridad de aviación civil colombiana ejerce las actividades de control, seguimiento y vigilancia al cumplimiento de los reglamentos aeronáuticos de Colombia aplicables a los respectivos centros de instrucción aeronáutica (CIACs). A su vez, cada centro de instrucción aeronáutica está obligado a permitir y dar todas las facilidades necesarias para que la autoridad de aviación civil colombiana inspeccione y/o audite su organización en cualquier momento, a fin de verificar los procedimientos de instrucción, el sistema de garantía de calidad, los registros y su capacidad general para determinar si cumple con los requerimientos del reglamento con el cual fue certificado.

El Centro de Estudios Aeronáuticos (CEA), ubicado en la ciudad de Bogotá D.C., es una institución de capacitación perteneciente a la UAEAC que se encarga de brindar capacitación al personal en el sector aeronáutico. El CEA se encuentra en el proceso de proyectarse como una institución de educación

superior buscando la acreditación oficial para implementar programas de educación superior, a nivel de técnico profesional en el sector aeronáutico.

Dentro de la regulación impuesta en el RAC por la UAEAC, se establecen los requerimientos mínimos y los procesos de certificación académica en cuanto a capacitación y cualificación de todo el personal que se encarga de gestionar la prestación de los servicios a la navegación, mantenimiento, operaciones aeroportuarias y demás actividades aéreas. Por ejemplo, la licencia de Controlador de Tránsito Aéreo (CTA) es otorgada luego de una capacitación en el CEA. Otra de las funciones que cumple la UAEAC en Colombia, es la de Proveedor de Servicios a la Navegación Aérea, la cual da soporte a nivel nacional en todo lo relacionado con la gestión del tránsito aéreo, gestión de la información aeronáutica, gestión de la meteorológica aeronáutica y gestión de búsqueda y salvamento y de esta manera controla, supervisa y asiste las operaciones aéreas y la navegación aérea en el país.

3.1.4 Marco Regulatorio Colombiano.

Como se mencionó en la sección anterior, la UAEAC es la encargada de emitir la reglamentación a nivel nacional para el Sector Civil, referente a todo el sector aeronáutico, incluyendo las actividades de Mantenimiento Aeronáutico y los Servicios a la Navegación Aérea. A continuación, se describirán algunos conceptos relacionados con estos subsectores definidos por esta entidad:

3.1.4.1 Centros de Instrucción Aeronáutica

El Reglamento Aeronáutico Colombiano 2 (RAC 2) sobre “Personal Aeronáutico”, en el capítulo XV que se encuentra en Transición hacia los RAC 141 – 142 y 147, hace referencia a todo lo relacionado con los Centros de Instrucción Aeronáutica, definiéndolos, como ya se había mencionado, como: “Todo establecimiento público o privado, nacional o extranjero que funcione ya sea de manera independiente o adscrito a una empresa aérea, taller aeronáutico o fábrica de aeronaves o partes; en el que, con el debido permiso de funcionamiento de una autoridad aeronáutica, se imparte instrucción teórica o práctica, inicial o avanzada, de transición, para habilitaciones específicas, de repaso (recurrente) o para actualización; al personal aeronáutico en sus diferentes modalidades y especialidades”.

El numeral 2.15.2 del capítulo mencionado hace referencia a los dos tipos de clasificación que pueden tener los Centros de Instrucción Aeronáutica. De manera literal se menciona esta clasificación:

1. “Centros de formación básica, los cuales pueden ser, de acuerdo a los programas aprobados, de instrucción de tripulantes de vuelo u otros tripulantes, de instrucción de personal técnico terrestre, de instrucción de personal de protección al vuelo y servicios de apoyo.
2. Centros de formación avanzada los cuales pueden ser, de acuerdo a los programas aprobados, de instrucción de tripulantes de vuelo u otros tripulantes, de instrucción de personal técnico terrestre, de instrucción de personal de protección al vuelo y servicios de apoyo, de formación para instructores e inspectores.

Los centros de formación avanzada incluyen también cursos de repaso, o para habilitaciones del mencionado personal.

Un centro de instrucción podrá impartir instrucción en desarrollo de varios programas o especialidades conforme a la clasificación anterior siempre y cuando reúna en su totalidad los requisitos exigibles en relación con cada uno de ellos”.

Los requisitos de certificación y la clasificación de los Centros de Instrucción Aeronáutica se encuentran dados en el RAC 141 “Centros De Instrucción De Aeronáutica Civil Enmienda 2, septiembre 2020”, RAC 142 “Centros de Entrenamiento de Aeronáutica Civil, Enmienda 2, Julio 2020”, que establecen los estándares que deberán cumplir los centros de instrucción para la formación de tripulantes de vuelo, tripulantes de cabina y despachadores de vuelo; y entrenamiento de los miembros de la tripulación de vuelo (preparación para examen de piloto de transporte de línea aérea PTL, cursos de habilitación tipo para pilotos de aeronaves, ingeniero de vuelo IDV (mecánico de a bordo). Igualmente, en el RAC 147 “Centros de Instrucción de aeronáutica civil para formación de Técnicos en Mantenimiento de Aeronaves, Enmienda 2, mayo 2020, se establecen los estándares para la formación básica de Técnicos en Mantenimiento de Aeronaves; todos estos reglamentos se encuentran alineados con los Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos (LAR).

3.1.4.2 RAC 2 - Personal Aeronáutico y RAC 65 – Licencias Personal Aeronáutico diferente de la tripulación de vuelo

Las disposiciones generales, numeral 2.1.2 del RAC 2, mencionan “Ninguna persona actuará como miembro del personal aeronáutico a menos que sea titular de una licencia válida o permiso de conformidad con las especificaciones de esta Parte y que corresponda a las funciones que haya de ejercer.”

El RAC 61, “Licencias Para Pilotos y sus Habilitaciones”, Enmienda 7 de febrero de 2021”, define las licencias otorgadas:

- Alumno piloto APA.
- Piloto privado PPA – avión, helicóptero, dirigible y aeronaves de despegue vertical.
- Piloto comercial PCA – avión, helicóptero, dirigible y aeronave de despegue vertical.
- Piloto de transporte de línea aérea PTL – avión, helicóptero y aeronave de despegue vertical.
- Piloto de planeador PPL.
- Piloto de globo libre PGL.
- Alumno piloto a distancia [a ser emitidas a partir del 3 de noviembre de 2022.]
- Piloto a distancia — avión, dirigible, planeador, giro avión o aeronaves de despegue vertical [a ser emitidas a partir del 3 de noviembre de 2022.
- Piloto de Ultraliviano (PUL).

El numeral 2.4 “Personal de Mantenimiento de Aeronaves y de Operaciones de Vuelo”, define las especialidades para el personal técnico de mantenimiento, que se enumeran a continuación:

1. Técnico de Línea Aviones (TLA)
2. Técnico de Línea Helicópteros (TLH)
3. Técnico Especialista en Reparación de Plantas Motrices (TERM)
4. Técnico Especialista en Estructuras Metálicas y Materiales Compuestos (TEMC)
5. Técnico Especialista en Sistemas Hidráulicos (TESH)
6. Técnico Especialista en Hélices (TEH)
7. Técnico Especialista en Aviónica (TEEI)
8. Ingeniero Especialista Aeronáutico –IEA

En el numeral 2.1.3. del RAC 2, se establece que toda formación de tierra o de vuelo, impartida a personal aeronáutico, deberá ser realizada y certificada en escuela o centro de entrenamiento aeronáutico, autorizado por la UAEAC y en desarrollo de programas aprobados por dicha autoridad.

En el RAC 61 se establece que la instrucción en vuelo, la experiencia requerida para cumplir con los requisitos para una licencia o habilitación y los requisitos de experiencia de vuelo reciente son demostrados por medio de las anotaciones realizadas en el libro de vuelo personal (bitácora) del piloto; las cuales deben estar acompañadas de las respectivas certificaciones emitidas por los explotadores de servicios aéreos, centros de instrucción / entrenamiento de aeronáutica civil, o el explotador del avión. Igualmente, a partir del capítulo B se establecen también los requisitos de instrucción en tierra, vuelo y simulador en caso de ser requerido, cumpliendo básicamente con los requisitos de idoneidad e instrucción, como se describe a continuación:

Requisitos de idoneidad: Haber cumplido la mayoría de edad, (dieciocho 18 años), tener la capacidad de hablar, leer, escribir y comprender el idioma español (castellano), demostrar competencia en el idioma inglés, si éste es utilizado en las comunicaciones radiotelefónicas; de lo contrario, tendrá una limitación en la licencia, presentar acta de grado de bachiller o de educación superior o la constancia de que tales documentos se encuentran en trámite de expedición, ser titular como mínimo, de un Certificado médico aeronáutico Clase 2 vigente, otorgado de conformidad con el RAC 67, Aprobar un examen teórico ante la UAEAC en las materias contempladas en la Sección 61.510, aprobar una prueba de pericia en vuelo, que debe incluir un examen oral, sobre los procedimientos y maniobras contenidas en las Secciones 61.515 y 61.525 de este capítulo, ante un Inspector de la UAEAC o un Examinador Designado, Cumplir con aquellas secciones de los RAC que aplican a las habilitaciones que solicita, y haber cursado y aprobado satisfactoriamente un curso de piloto (Según para el tipo que aplique), en un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC) certificado.

El capítulo IV del RAC 2, que se encuentra en Transición hacia el RAC 65, “Personal Técnico Terrestre”, establece los requisitos generales de entrenamiento para algunas de las anteriores habilitaciones:

- a. El aspirante habrá completado satisfactoriamente en un Centro de Instrucción aprobado por la UAEAC, un curso teórico – práctico de formación técnico aeronáutica, con una intensidad no inferior a mil seiscientos (1600) horas para mantenimiento, de las cuales al menos el 75% serán teóricas, o doscientas ochenta (280) horas para despacho.
- b. Presentar examen teórico para el otorgamiento de la licencia básica en cada una de sus categorías. Para efectos de la expedición de la licencia el examen teórico tendrá una validez máxima de un (1) año y el examen práctico de seis (6) meses.
- c. El personal técnico de mantenimiento y de despacho de operaciones, deberá cumplir los requisitos de actualización y entrenamientos recurrentes que se encuentren incluidos en el programa de entrenamiento de la empresa o taller y que hayan sido aprobados por la UAEAC, para mantener vigente su licencia. (RAC 2.4.1.2)

Respecto a las prácticas de Mantenimiento, el RAC 2.4.1.4 menciona: “Los egresados de los centros de entrenamiento aeronáutico en programas de formación como técnicos deberán desempeñarse como técnico ayudante al servicio de un taller o empresa debidamente autorizados en labores propias del mantenimiento de línea, compatibles con la capacitación recibida, durante un período no inferior a 18 meses. Esta fase práctica solo podrá iniciarse cuando el aspirante haya cursado satisfactoriamente la totalidad de sus asignaturas (teóricas y prácticas) y haya recibido entrenamiento práctico orientado al

mantenimiento en línea o a los servicios especializados en taller, según el caso, en un centro de instrucción aeronáutica aprobado, durante un semestre, con una intensidad no inferior a 200 horas.” (UAEAC, 2019).

Hay que tener claro que esta normatividad se encuentra alineada con las LAR, y de acuerdo con la modificación al Artículo Sexto de la resolución 03761 de diciembre 13 de 2016, el cual quedará así: “Artículo Sexto. El RAC 65 -Licencias al personal aeronáutico, diferente a la tripulación de vuelo”, entrará en vigencia a partir del (31) de octubre de (2018), y reemplazará los Capítulos I, IV, V, VI y VII del actual RAC 2.”, teniendo en cuenta lo anterior, este reglamento establece que dentro de los tres (3) años siguientes a la fecha de entrada en vigencia de la presente Resolución, todas las licencias y/o habilitaciones técnicas, que se encontraban vigentes antes de dicha fecha, deberán reemplazarse, a solicitud de su titular, por las licencias nuevas previstas en el RAC 65, readecuando sus requisitos, si fuera necesario. Igualmente, según el “APÉNDICE 4, Artículo Segundo. Normas de Transición numeral m) A quienes eran titulares de una licencia de Técnico de Línea Aviones (TLA) o Técnico de Línea Helicópteros (TLH) antes de la fecha de entrada en vigencia de la presente Resolución y tuvieran habilitaciones y atribuciones para efectuar mantenimiento a la(s) aeronave(s) y su(s) planta(s) motriz(ces), se les podrá otorgar una nueva licencia de Técnico en Mantenimiento de Aeronaves (TMA) con la habilitación de Célula y Sistema Motopropulsor, limitada a mantenimiento en línea de aviones o de helicópteros según corresponda. Para levantar dicha restricción (aviones o helicópteros) el interesado deberá efectuar y aprobar curso teórico-práctico de diferencias de mínimo trescientas (300) horas en un Centro de Instrucción Aeronáutica certificado. Si el interesado fuera titular de ambas licencias (TLA y TLH) se le expedirá su nueva licencia TMA sin restricciones en cuanto a las mencionadas categorías de aeronaves”. Esto aplica para las licencias de mantenimiento relacionadas en numeral 2.4 de RAC 2, las cuales se encuentran sujetas a las disposiciones del apéndice 4 del RAC 65.

En cuanto a Servicios a la Navegación Aérea, la UAEAC los reglamenta en:

- RAC 211: Gestión de Tránsito Aéreo
- RAC 215: Servicios de Información Aeronáutica
- RAC 203: Servicio Meteorológico para la Navegación Aérea

El RAC 2 también establece las licencias y habilitaciones del subsector Servicios a la Navegación Aérea, las cuales se enumeran a continuación:

1. DESPACHADORES DE AERONAVES DPA, las habilitaciones a esta licencia se harán por tipo de aeronave (marca y modelo) cuando estas tengan un peso bruto máximo de despegue superior a 5.700 Kg.
2. CONTROLADOR DE TRANSITO AÉREO CTA con las siguientes categorías:
 - a. Habilitación de Control de Aeródromo CTA-AD
 - b. Habilitación de Control de Aproximación o Área CTA-APP y/o CTA-ACC
 - c. Habilitación de Control Radar de Aproximación y/o Área CTA-RADAR
 - d. Supervisor radar
3. OPERADOR DE ESTACIÓN AERONÁUTICA OEA con las siguientes habilitaciones:
 - a. Habilitación de Información Aeronáutica - OEA-AIS
 - b. Habilitación de Telecomunicaciones Aeronáuticas - OEA-COM
 - c. Habilitación de Meteorología Aeronáutica – OEA-MET

Las licencias anteriores son también modificadas por el RAC 65 así:

1. Controlador de Tránsito Aéreo (CTA)

- Habilitación de Control de Aeródromo.
- Habilitación de Control de Aproximación por Procedimientos.
- Habilitación de Control de Aproximación por Vigilancia (Radar)
- Habilitación de Control de Área por Procedimientos
- Habilitación de Control de Área por Vigilancia (Radar).

2. Operador de Estación Aeronáutica (OEA).

- Habilitación de Información Aeronáutica Previa al Vuelo (AIS).
- Habilitación de Telecomunicaciones Aeronáuticas (COM).
- Habilitación de Meteorología Aeronáutica (MET).
- Habilitación de Información de vuelo (FIS).

En el RAC 2 y RAC 65 de la UAEAC se encuentran todas las exigencias en materia de requerimientos para expedir las licencias y las habilitaciones al personal que se encarga de realizar todas las funciones de los Servicios a la Navegación Aérea.

Por otro lado, la UAEAC emitirá la licencia a personal de las Fuerzas Militares y la Policía sí cumple con los siguientes requisitos:

- Cumple con la experiencia requerida y estos desempeñarán actividades propias de la aviación civil (2.1.12.3).
- Debe acreditar también los requisitos del sector civil. Para personal civil o militar que haya prestado servicio a las Fuerzas Armadas de Colombia o en cualquier dependencia de la UAEAC, tendrá derecho a que la autoridad aeronáutica le reconozca la experiencia acumulada en dicho periodo siempre y cuando, durante su desempeño, se observen los estándares propios de la aviación civil (2.1.12.4).
- Modificación, suspensión o cancelación de la licencia (2.1.16.1).

3.1.5 Proyección del Sector Aeronáutico en Colombia

Para tratar la proyección del Sector Aeronáutico en Colombia, se revisarán aspectos como políticas y planes de alcance nacional, planes sectoriales, y la inversión nacional y regional.

3.1.5.1 Políticas y Planes de Alcance Nacional (PND 2018 - 2022)

En relación a las Políticas y Planes de alcance nacional, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) el gobierno contempla realizar un esfuerzo en el desarrollo de infraestructura, de forma que se logre aumentar la productividad y alcanzar mayores niveles de crecimiento. Esta política busca desarrollar los factores que de una u otra forma aportan a la productividad a través de mayores inversiones, y que estas a su vez generen mayor cantidad y calidad de capital físico y humano, además de avances en comunicaciones, tecnología e innovación, entre otros.

En materia aeronáutica, el PND (Departamento Nacional de Planeación, 2019) Teniendo en cuenta, que para el desarrollo económico, social y competitivo de nuestro país se estableció una hoja de ruta, pieza fundamental para dar paso a la continuidad en la modernización del sector aéreo, que pretende desarrollar acciones en busca de mejorar los siguientes aspectos a nivel nacional:

1. Financiamiento de proyectos para intervenir aeropuertos regionales que son competencia de las entidades territoriales. **“Artículo 103. Intervención de la red vial, fluvial y aeropuertos regionales.** *El Instituto Nacional de Vías (Invías) y la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil podrán apoyar la financiación de proyectos para la intervención de la red vial, fluvial y los aeropuertos regionales de competencia de las entidades territoriales, previo a los criterios de priorización definidos por el Gobierno nacional y de acuerdo con lo previsto en el Marco Fiscal de Mediano Plazo y con el Marco de Gasto del correspondiente sector”.*
2. Reformulación de proyectos de inversión de la UAEAC en cuatro categorías para mejorar la provisión de bienes y servicios que redundará en beneficio de los usuarios. **“Artículo 205. Celebración de Contratos de Obra Pública en infraestructura concesionada.** *El Instituto Nacional de Vías (Invías) y la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil) podrán, excepcionalmente, celebrar y ejecutar contratos de obra pública para realizar obras complementarias sobre infraestructura concesionada, sin que sea necesaria la desafectación de la infraestructura a intervenir, con el fin de garantizar la continuidad de la prestación del servicio en condiciones de seguridad, transitabilidad, funcionalidad y/o seguridad de la infraestructura de transporte; impedir el deterioro de la infraestructura o la afectación de la comunidad; y mitigar el riesgo de pérdida del patrimonio vial”.*
3. Estructuración del proyecto del aeropuerto del Café (AEROCAFÉ), el cual contribuirá significativamente con la conectividad y el desarrollo de la región. **“Artículo 67. Aeropuerto del Café (Aerocafé).** *Los recursos destinados al desarrollo del Proyecto del Aeropuerto del Café (AEROCAFÉ), serán ejecutados a través de un patrimonio autónomo que para tal efecto constituya la Aeronáutica Civil”.*
4. Mejoramiento de las condiciones de competencia del mercado a través del **Pacto por el transporte y la logística para la competitividad y la integración regional.** El cual tiene los siguientes objetivos:
 - a. Fortalecer el transporte de carga y pasajeros, mejorar la seguridad de los usuarios y de la carga, y la calidad de la información para la toma de decisiones.
 - b. Modernizar los sistemas de transporte público, con mejores tecnologías, mayor accesibilidad para la población con discapacidad y tarifas al alcance de todos.
 - c. Reducir los tiempos de viaje y los costos a través de la eficiencia e integración de los modos de transporte (aéreo, marítimo, fluvial, férreo, carretero).
 - d. Identificar nuevas alternativas para la financiación de proyectos de infraestructura y transporte a nivel nacional y regional.
5. Revisión de costos operacionales de las concesiones. (**Ley 1955 de 2019 ARTÍCULO 308. CONTRIBUCIÓN DE LAS CONCESIONES AL FUNCIONAMIENTO DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA (ANI) Y LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL).**

6. Conexión de zonas apartadas. (Ley 1955 de 2019 **ARTÍCULO 302. SUBVENCIONES RUTAS SOCIALES SATENA**).
7. Promoción de los servicios logísticos para el transporte de carga aérea y servicios aeronáuticos en mantenimiento y reparación de aeronaves. Para el 2022, el Ministerio de Transporte en conjunto con la Aerocivil y la ANI tendrá establecido un plan estratégico en logística de transporte aéreo que cuente con estrategias que fortalezcan el factor de productividad del transporte aéreo de carga, estimulen los servicios para el crecimiento de la aviación civil en Colombia y de la industria de producción de aeronaves livianas (ALS) y no tripuladas (UAS-RPAS) y de piezas, partes y componentes aeronáuticos. (DNP, 2020)

Para cumplir con cada una de las metas propuestas dentro del plan estratégico de la Aeronáutica Civil, la Entidad tiene previsto, para el cuatrienio, una inversión de 3,8 billones de pesos (COP) para el fortalecimiento de la conectividad y competitividad, la infraestructura y sostenibilidad ambiental, la seguridad operacional y de la aviación civil y la industria aeronáutica y cadena de suministro, líneas de acción que buscan atender todas las necesidades que tiene el sector aéreo.

A continuación, se expresan los proyectos que están en marcha. (UAEAC, 2019)

1. Durante 2019 y 2020 la Aerocivil entregó las terminales aéreas de Leticia, Amazonas y Pasto, Nariño, con sus respectivas torres de control, así como la terminal internacional de Armenia, Quindío, y la torre de control de Popayán en el Cauca.
2. Para el año 2021 se espera entregar las terminales de Popayán, Cauca y Puerto Carreño, Vichada, así como la ampliación de la plataforma de Yopal, Casanare. En 2022, los nariñenses contarán una terminal y torre de control totalmente renovadas y se hará la entrega de la prolongación de la pista de Rionegro, Antioquia y la terminación de la pista de Nuquí, Chocó.
3. Dentro de los compromisos del Gobierno Nacional está la de estudiar las diferentes iniciativas regionales que promuevan el desarrollo aeroportuario y en constituir un patrimonio autónomo para administrar los recursos que serán ejecutados, para el desarrollo del Proyecto del Aeropuerto del Café (Aerocafé).
4. Mayor conectividad aérea: Colombia ha venido presentando una tendencia creciente en los últimos años, triplicando el mercado de transporte aéreo de pasajeros en el período 2005-2018 pasando de 12 millones en el año 2005 a cerca de 38 millones de pasajeros en el año 2018, con una tasa promedio de crecimiento anual del 9,2%, con lo cual el comportamiento histórico del sector, desde hace más de dos (2) décadas y las expectativas de crecimiento económico, permiten predecir que en el año 2030 el mercado de pasajeros llegará a más de 100 millones de pasajeros.

Uno de los objetivos primordiales de la Aeronáutica Civil en los próximos años es lograr una mayor conectividad aérea que permita fortalecer la competitividad y la economía del país y ser referente para el turismo y el comercio. Igualmente conectar a las regiones y las zonas más apartadas, lo que significa mayor equidad y desarrollo.

5. Internacionalmente, la Aerocivil tiene como propósito aumentar el número de acuerdos en materia aerocomercial, de los 46 que hay en la actualidad a 75 y la certificación como aeropuertos internacionales para Barranquilla, Santa Marta, Rionegro y El Dorado.

3.1.5.2 Plan Estratégico de la Industria Colombiana Aeroespacial - para la construcción del tejido aeroespacial colombiano (ACOPAER-2017).

Según los antecedentes, este plan estratégico afirma que la industria aeroespacial colombiana es una industria que se está desarrollando de forma lenta, la cual ha venido siendo apoyada, lentamente, por políticas del sector defensa, en especial de la Fuerza Aérea Colombiana, que la favorecen. En general Colombia y su economía nacional, según estudios extranjeros, está catalogada como la de un país emergente, con la capacidad de ser una industria próspera; a través del desarrollo e inversión de proyectos manufactureros en años venideros.

“Para la planeación y ejecución del Programa Estratégico en Colombia, es importante la participación activa y coordinada, con objetivos alineados y con acciones articuladas de los diferentes actores relevantes del sector, tanto del gobierno como del sector privado, acompañados en todo momento por la academia y por los organismos tecnológicos para asegurar su implementación exitosa, logrando llegar, de esta manera, a los objetivos que se plantean”.

Este plan tiene como objetivo principal, la integración de estrategias para promover el desarrollo de la industria sectorial, en todas sus líneas de acción posibles; de esta manera posicionar a Colombia como una industria aeroespacial próspera y competente a nivel internacional.

Como objetivos específicos se establecen los siguientes:

- Promoción y desarrollo del mercado interno e integración a los principales centros del mercado aeroespacial del mundo.
- Fortalecimiento y desarrollo de las capacidades de la industria nacional.
- Desarrollo del capital humano.
- Desarrollo tecnológico.
- Desarrollo de factores transversales:
 - Marco institucional.
 - Adopción del mecanismo de coordinación y gestión.
 - Financiamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, las actividades que se deben realizar por parte de la industria aeroespacial colombiana se concentran en desarrollos básicos en mantenimiento comercial y de defensa en las aeronaves y en sus partes, Sistemas eléctrico-electrónicos y Aviónica y por último en el Mantenimiento, Reparación y Supervisión (MRO) y simuladores y entrenamiento. De la misma manera, se debe enfocar y potencializar la fabricación de partes de nivel Tier 2 y 3, esto, hasta ahora, para el sector defensa, así como ser proveedora de servicios y suministros para el mantenimiento; y en general para algunos MRO especializados.

Para dar cumplimiento al objetivo principal del plan estratégico, se deben realizar las siguientes actividades que a su vez son ventajas competitivas:

1. Utilización del mercado interno del sector aeroespacial, comercial y de defensa, como elemento impulsador del desarrollo de la industria a nivel internacional.
2. Se requiere de empresas extranjeras, que incluya OEM's, empresas integradoras que inviertan en Colombia y permitan la creación de una base de proveedores para crear cadena de valor, que sea

suficientemente significativo como para crear un Ecosistema de producción aeroespacial colombiano.

3. Liderazgo gubernamental y marco institucional de alto nivel para emprender los proyectos que el desarrollo de la industria demanda.
4. Ecosistema de productores, organizados, por ejemplo, en grupos (clusters). La organización de la industria en grupos, con un conjunto de necesidades comunes y capacidades complementarias, permite reducir los costos y distribuir los beneficios en una forma más eficiente.
5. Creación de un sistema educativo ad hoc. La disponibilidad de mano de obra calificada y especializada es quizá el factor más relevante para la creación de la gran cantidad de empresas que la industria requiere.
6. Creación de un sistema de centros de tecnología.
7. Promoción internacional y atracción de inversión.
8. Creación de un programa de apoyos a proyectos productivos o de desarrollo.

3.1.5.3 Otros Planes relacionados con el Sector Aeronáutico

3.1.5.3.1 *Plan de Desarrollo de Bogotá 2020-2024*

Dentro del plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del distrito capital 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”, el cual tiene cinco propósitos y 30 logros de ciudad, con metas que se orientan al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS en el 2030, y que se ejecutan a través de los programas generales y estratégicos y de metas estratégicas y sectoriales para el presente cuatrienio. Dentro de estos programas no se tiene en cuenta el sector Aeronáutico debido a que estos proyectos están incluidos en el Plan Nacional de Desarrollo; sin embargo, este plan sí relaciona en su **Programa 52. Integración regional, distrital y local**, la implementación del Distrito Aeroportuario para fortalecer y consolidar la competitividad y productividad de Bogotá y la región.

En octubre de 2019 se firmó el “Pacto por el Distrito Aeroportuario” con el cual se busca armonizar y potenciar el modelo de ocupación del entorno del Aeropuerto con la operación aeronáutica y aeroportuaria, garantizando la articulación funcional con los ciclos y áreas productivas de Bogotá y la región, e integrando en esta propuesta la estructura ambiental y de espacio público de cara al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes que residen en este sector del Aeropuerto El Dorado, un territorio estratégico del país, posicionándolo como un nodo de servicios especializados para Latinoamérica.

(SDP, 2019) “Este pacto incluye aspectos como:

- El mejoramiento de la calidad de vida de la población que Vive, Trabaja e Invierte en el territorio.
- El fortalecimiento de la competitividad del Aeropuerto El Dorado a nivel internacional.
- Aunar esfuerzos para consolidar el Aeropuerto El Dorado como el hub (centro de operaciones) de América Latina.
- Generar continuidad de la Estructura Ecológica Principal y de Espacio Público del Distrito y la región.
- La consolidación de un centro de servicios especializados para Latinoamérica con mayor inversión en logística, comercio y actividades soporte a la actividad aeroportuaria y aeronáutica.

- La transformación del paisaje urbano de un sector estratégico de la ciudad - región.
- La disminución de tiempos y costos en la movilidad urbano - regional
- Fortalecimiento de la identidad de comunidades partícipes de las dinámicas territoriales.
- La reducción de impactos ambientales asociados a la contaminación visual, auditiva y atmosférica del territorio”.

El Aeropuerto El Dorado se posiciona como uno de los principales puertos de América Latina, su éxito también depende de su ubicación estratégica en el plano territorial y de las futuras acciones que se realicen desde el nivel nacional y regional, y no solo desde el Distrito Capital.

Bogotá aporta más del 25% del PIB nacional, y continúa consolidándose como el principal motor e impulsador de la economía colombiana. Por esta razón, el proceso de expansión del Aeropuerto El Dorado proyectado en una potencial tercera pista y/o en el Aeropuerto El Dorado II, debe tener en cuenta las inversiones necesarias para garantizar los diferentes accesos viales y la conexión con otros modos de transporte que permitan la articulación funcional del Aeropuerto con su entorno urbano y regional.

De esta manera, el generar mejores accesos e implementar alternativas de transporte multimodalidad en el entorno del Aeropuerto El Dorado, entre estos el Sistema TransMilenio, un sistema altamente eficiente y flexible, o el mejoramiento de las condiciones de accesibilidad para la carga de la ciudad, la cual actualmente se encuentra congestionada en el borde occidental de la ciudad, permitirá generar mejores condiciones para la consolidación de un nodo de desarrollo económico competitivo, que promueva la integración entre la actividad aeroportuaria y los encadenamientos productivos de Bogotá y la región. (ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, 2019).

Según reunión realizada en noviembre de 2020, en donde participo la Comisión Intersectorial de Operaciones Estratégicas y Macroproyectos del Distrito Capital para el análisis del proyecto de Revitalización Urbana – Distrito Aeroportuario, actualmente el PDD incluye el Distrito Aeroportuario como una meta estratégica, y se ha venido trabajando con el equipo de revisión de POT y se busca la recualificación de esta zona de la ciudad. Este proyecto tiene como propósito conformar una gran ciudad aeropuerto. Para lograrlo, se necesita garantizar el compromiso con el modelo urbano, entendiendo que la existencia de un modelo de gobernanza permite este tipo de proceso. Hoy se tiene la dificultad de garantizar una relación funcional entre el aeropuerto y su territorio.

El Aeropuerto hace parte de una franja compartida entre Bogotá y algunos municipios, que tiene como elemento central el río Bogotá y la estructura de humedales. El análisis de Bode Río es macro, con unas estrategias con tres tramos, en donde en el segundo tramo se encuentra el aeropuerto. La idea es que, donde confluyan actividades, serán zonas para trabajar. Estas propuestas hacen parte del análisis para llegar a un mejoramiento integral del área. Por ahora, la Comisión se encuentra realizando los estudios previos, la definición del proyecto, y el presupuesto; se conseguirán los recursos para formular el plan maestro en la totalidad del Distrito Aeroportuario, perfilando proyectos específicos a nivel de esquema básico en ese marco de trabajo.

Durante el 2021 y 2022, el aeropuerto El Dorado tuvo los siguientes reconocimientos:

- Reconocido en el 2021 por la firma británica Skytrax como la terminal con el mejor personal de Suramérica y obtuvo el premio a la excelencia aeroportuaria por la implementación de protocolos de bioseguridad.

- El Dorado ocupa el puesto 43 en el listado de los mejores aeropuertos del mundo, entre las 500 terminales aéreas evaluadas, lo que significó un ascenso de 10 puestos respecto al 2020.
- Premio al mejor proyecto de transformación digital otorgado por Interlat, organización que destaca el crecimiento digital en Latinoamérica.
- Premio al Aeropuerto Líder de Suramérica en los World Travel Awards, ranking anual de los World Airport Awards.
- Afianzamiento del relacionamiento con las comunidades del área de influencia directa de la terminal aérea, a través de diálogos con los líderes de las Juntas de Acción Comunal.
- Skytrax reconoce el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá como el mejor de América Latina en el 2022.
- La terminal aérea de la capital de Colombia subió ocho puestos y se ubicó este 2022 en el puesto 35 del ranking entre los 100 mejores del mundo

Con respecto al turismo, el transporte aéreo se relaciona de forma indirecta en la intervención de la infraestructura en el Plan de Desarrollo de Bogotá, dentro del **Programa 26. Bogotá - Región, el mejor destino para visitar**. “Se apuesta a la formulación de la Política Pública Distrital de Turismo que revitalice el sector, oriente el modelo de desarrollo turístico sostenible; propone la construcción e intervención de infraestructura turística, la implementación de un plan de promoción y mercadeo para el posicionamiento de la ciudad y la ejecución de acciones estratégicas que hacen de Bogotá un destino atractivo a nivel nacional e internacional, que impacta positivamente el desarrollo económico de la ciudad”.

Esto quiere decir que el aeropuerto El Dorado es un punto principal en el desarrollo operacional del turismo en Colombia; y Bogotá será el punto de desarrollo aeronáutico del país y de generación de empleo en este sector.

3.1.5.3.2 Plan de Desarrollo de Cundinamarca

El Plan Departamental de Desarrollo 2020 – 2024 “Cundinamarca, ¡Región que progresa!” tiene incidencia directa en todos los aspectos mencionados anteriormente con respecto al Sector Aeronáutico, tal como se evidencia en el siguiente programa del Plan Estratégico:

1. Línea estratégica Más Bien Estar
2. Línea estratégica Más Competitividad: Reactivación del sector turístico del departamento post COVID-19, y fortalecimiento de los procesos ecoturísticos para mitigar los daños en el sector. Con sus programas:
 - a. Productividad, un camino de desarrollo
 - b. Cundinamarca científica e innovadora

Con los cuales busca el apoyo a los procesos de investigación generados en las regiones, estimular la cooperación entre empresa, universidad y estado, fomento a la transferencia tecnológica y a la apropiación social de la CTel en los sectores potencialmente competitivos y sostenibles del departamento, vinculación de clústeres innovadores en la puesta en marcha del Centro Regional de Innovación, fomentar la investigación en temáticas puntuales, promoción de transferencia de conocimiento para el aprovechamiento, uso, modificación y difusión de nuevas tecnologías e innovaciones y creación de redes de transferencia de conocimiento, por último, incentivar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación

como mecanismo para fortalecer la productividad y competitividad de las cadenas productivas y la consolidación de empresas sostenibles.

3. Línea estratégica Más Sostenibilidad
4. Línea estratégica Más Gobernanza
5. Línea Estratégica (12): Integración.

Cuyo objetivo es “Fortalecer el desarrollo de Cundinamarca con soluciones prácticas basadas en la generación de confianza institucional y territorial, mediante la gestión y organización de las relaciones que se dan entre el departamento y su entorno, desde un enfoque prospectivo donde todos aportamos y todos nos beneficiamos”.

Cundinamarca-Bogotá es la región económica más fuerte del país, con un Producto Interno Bruto, en términos corrientes, que en el 2021 fue de \$370 billones, es decir el 31.5% del PIB de Colombia: Bogotá aporta el 25,3% y Cundinamarca, el 6.2 %. Este aporte es superior al de Antioquia (15 %), Valle (9,6 %) y Santander (6,3 %).

Programa (12.1): Región, economía imparable; cuyo Objetivo es “Alcanzar los mayores niveles de productividad del país, a través de atracción de capital humano. Productividad que se alcanzará a través de la potencialización de áreas con alto potencial turístico y agropecuario de la Región y de Cundinamarca”. Dentro de las estrategias de este programa, que se encuentran relacionada con el sector aeronáutico, están:

- Posicionamiento de los productos turísticos del Departamento a nivel internacional, nacional y regional con la participación en ferias.
- Promoción de Cundinamarca y la región como destino turístico e innovador, a través de procesos de promoción, comunicación y marketing desarrollados en lugares como el aeropuerto, los puntos de información turísticos articulados, Bogotá Región y las Tiendas Cundinamarca.
- Ejecución de los proyectos priorizados en el Plan de Logística Regional Cundinamarca-Bogotá.

De este modo, tomando como base el análisis Bogotá-Cundinamarca, se observa que la dinámica es elevada, lo que supone la formulación de una estrategia de integración empresarial para la competitividad fundamentada en encadenamientos productivos, clúster y distritos industriales.

3.1.5.4 Planes Sectoriales, Programas y Proyectos del Sector

En materia de planes, programas y proyectos del Sector Aeronáutico a nivel nacional, se encuentran algunos relacionados con los Servicios a la Navegación. De esta forma, la UAEAC a través del PNA y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) se encuentran ejecutando programas de desarrollo para mejorar la infraestructura, tecnología y procedimientos de la prestación de estos servicios y ser competitivos a nivel regional y mundial.

La UAEAC a través del PNA plantea una estrategia para dar solución a los atrasos en materia de desarrollo tecnológico en la prestación de los Servicios a la Navegación Aérea de forma que priorice las necesidades a corto, mediano y largo plazo, con el fin de desarrollar un sistema interfuncional y que se pueda homologar con el desarrollo en la región y en el mundo. Para esto se formula la implementación

de una tecnología en las áreas de comunicación, navegación, vigilancia y automatización, de forma que la prestación de los Servicios a la Navegación se pueda llevar al nivel más óptimo posible. Relacionado a este cambio, en el PNA se plantean los módulos ASBU, atendiendo a la responsabilidad que tiene Colombia como eje central de las Américas y siendo un punto obligado en el flujo aéreo mundial norte-sur de América-Europa, se debe mejorar la prestación de los Servicios a la Navegación Aérea.

La metodología ASBU toca cuatro escenarios: Operaciones de Aeropuertos, Sistemas y Datos Interoperables a Nivel Mundial, Optimización de la Capacidad y Trayectorias de Vuelos Eficientes. Se plantean bloques con una expectativa de tiempo, cada uno de los bloques se compone de módulos, que, al combinarse, llevan a obtener mejoras significativas en cada uno de esos aspectos.

Hasta abril del 2022 se ha realizado una inversión de \$ 1.1 billones de pesos, presupuesto con el cual la Aeronáutica Civil moderniza la infraestructura aeronáutica del país y fortalece la seguridad en las operaciones aéreas con tecnología de última generación. Estas inversiones apuntan a la modernización de la infraestructura aeroportuaria, además de un mejoramiento en competitividad, en el fortalecimiento regional del transporte aéreo y en la posibilidad de ampliar la capacidad de las operaciones aéreas nacionales e internacionales. Si bien, aeropuertos como El Dorado de Bogotá se han visto beneficiados con montos altos, son las terminales aéreas pertenecientes a las regiones más apartadas del país, como El Alcaraván de Yopal; Nuquí, Chocó; Aero-café en Palestina, Caldas; aeropuerto de Tolú, Sucre; entre otros, los que han canalizado más cantidad de estos recursos.

Dentro de las inversiones se encuentran los sistemas de observación meteorológica automatizada denominados AWOS, de los cuales Colombia es pionera en Suramérica, y el nuevo sistema de alerta de cortante de viento, uno de los más modernos de la región.

Con la modernización de los sistemas aeronáuticos y aeroportuarios, el país se mantiene a la vanguardia en control, vigilancia y seguridad de los sistemas de navegación aérea, logrando consolidarse como líder en la región y número uno en Suramérica con sistemas modernos y de alta precisión.

Por otro lado, la ANI está encargada de la modernización de los siguientes 16 aeropuertos del país:

- Las Brujas (Corozal – Sucre)
- El Caraño (Quibdó – Chocó)
- José María Córdova (Rionegro – Antioquia)
- Antonio Roldan Betancourt (Carepa – Antioquia)
- Almirante Padilla (Riohacha – Guajira)
- Camilo Daza (Cúcuta – Norte de Santander)
- Yariguies (Barrancabermeja – Santander)
- Alfonso López Pumarejo (Valledupar - Cesar)
- Simón Bolívar (Santa Marta - Magdalena)
- El Dorado (Bogotá)
- Olaya Herrera (Medellín – Antioquia)
- Los Garzones (Montería – Córdoba)
- Alfonso Bonilla Aragón (Cali – Valle del Cauca)
- Ernesto Cortissoz (Barranquilla – Atlántico)
- Palonegro (Bucaramanga – Santander)
- Camilo Daza (Cúcuta – Norte de Santander)

Los proyectos de modernización incluyen intervenciones y actividades para mejorar el servicio aeroportuario, como repavimentación y ampliación de pistas y calles de rodaje, ampliación de estructuras, disponibilidad de sistemas de ayuda modernos para el aterrizaje, creación de zonas comerciales y de áreas de servicio confortables, habilitación de pistas y en general el ‘lado aire’, la adecuación de las zonas de seguridad, además de la construcción del cerramiento y las franjas de seguridad., entre otras acciones que han requerido de la inversión de cerca de COP 6 billones (ANI, 2022).

Adicionalmente, la ANI informó que, al 2022, tiene vigentes seis concesiones aeroportuarias, con operación en 16 terminales. Estas empresas están llevando a cabo obras de mantenimiento en seis aeropuertos. De esta manera, señaló que la inversión prevista para el aeropuerto Gustavo Artunduaga de Caquetá es superior a \$25.800 millones, para el Aeropuerto Perales, en Santander, es de \$24.600 millones; para el Aeropuerto Yariguíes, asciende a \$30.000 millones. También señaló que la inversión para mantenimiento del Aeropuerto El Dorado supera los \$74.000 millones. De igual forma, los recursos destinados al Aeropuerto Antonio Nariño son de \$56.300 millones y al aeropuerto Almirante Padilla, de la Guajira, es de \$42.200 millones. La modernización y ampliación de los aeropuertos más importantes del país es fundamental para poder estar a la altura de la demanda en los próximos años.

Dentro los proyectos de modernización más importantes están: el Plan Maestro del Aeropuerto Internacional José María Córdova, en Rionegro, para el cual se contemplan inversiones cercanas a los 3 billones de pesos. A esta terminal le urge la ampliación y construcción de la segunda pista en el aeropuerto, en correspondencia con su tráfico aéreo, que ha ido en ascenso; y la ampliación propuesta por la Alianza Público Privada (APP) IP Aeropuerto de Cartagena de Indias, que actualmente se encuentra en proceso de aprobación de factibilidad, en donde la inversión del proyecto superaría los 450.000 millones de pesos.

La modernización del Rafael Núñez forma parte de la primera ola del robusto programa de infraestructura de transporte 5G que, en materia aeroportuaria, también contempla un nuevo aeropuerto en Cartagena, los de suroccidente (Neiva y Palmira) y el de San Andrés. (Semana, 2022).

3.1.5.5 Inversión Nacional y Regional

El Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) de 2021 tiene en cuenta al Sector Aeronáutico Civil y de Defensa para incluirlo en el Presupuesto General de la Nación de este período fiscal asignando recursos a Transporte y Defensa (los recursos del POAI asignados se describen en una sección posterior); en el sector de transporte, los recursos asignados ascienden a 9,6 billones de pesos (18,3 % de los recursos de inversión). Su priorización incluye las vigencias futuras aprobadas por 3,9 billones de pesos, destinados principalmente al desarrollo de los programas de concesiones viales; mejoramiento de los servicios aeroportuarios; navegación aérea; mejoramiento y mantenimiento vial, y el Programa de Reposición Vehicular de Carga. Así mismo, como parte del impulso fiscal del Gobierno para la reactivación de la economía, se incluyen recursos para financiar proyectos para la integración nacional, territorial y de competitividad (programas tales como concesiones 5G, vías terciarias, vías para la legalidad, mantenimiento vial, Colombia fluvial, entre otros).

En cuanto al sector Defensa y Policía, los recursos asignados ascienden a 1,3 billones de pesos, representando el 2,4 % de la inversión, los cuales se orientan a la adquisición y mantenimiento de los equipos como aeronaves, buques y equipo de movilidad terrestre en las diferentes fuerzas (DNP y MinHacienda, 2020).

Otros recursos invertidos al Sector Aeronáutico Civil son los destinados a la UAEAC que, como autoridad de la aviación civil y prestadora de los servicios a la navegación aérea a nivel nacional, recibe anualmente una parte del Presupuesto General de la Nación para su funcionamiento; para ejecución en 2022, por ejemplo, recibió cerca de \$ \$1.605.878 millones de pesos. El presupuesto de la UAEAC se divide para suplir gastos de funcionamiento, gastos de inversión y de servicio de la deuda pública, asignando a cada rubro el 37.7%, el 62.1% y el 0,2%, respectivamente, para el 2022.

Dentro del primer trimestre 2022 se realizó un movimiento presupuestal consistente en un traslado entre proyectos de inversión por valor de \$41.748 Millones, recursos propios y de nación; los financiados con recursos del crédito externo previa autorización, tenían como destinación específica la realización de las obras de construcción del CONPES “Declaración de importancia estratégica” del proyecto “Construcción de infraestructura aeroportuaria de los Aeropuertos Alfredo Vázquez Cobo de Leticia y Golfo de Morrosquillo de Tolú”, y los de recursos propios para atender la adición en el segundo semestre del contrato 19001396 01 H3 de 2019 – cuyo objeto es mantenimiento preventivo y correctivo para las máquinas de bomberos de gran capacidad y menor capacidad, la nueva contratación de la prestación de los servicios de salvamento y extinción de incendios del Aeropuerto Yariguies de la ciudad de Barrancabermeja. Proceso que, estando para aprobación por parte de MinHacienda, fue devuelto a solicitud de la Jefatura de la Oficina Asesora de Planeación de la entidad, por existir una prioridad urgente citada por el Director General de la entidad.

Igualmente, en el primer semestre del 2022, la Dirección General de Presupuesto Público Nacional aprobó operaciones presupuestales contenidas en el Acuerdo 002, traslado en el Presupuesto de Gastos de Inversión de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil para la vigencia fiscal 2022, por \$99.988,7 millones, para soportar financieramente lo referido a los recursos adicionales a los aportes de la nación establecidos en el CONPES 4026, como resultado de los ajustes, actualizaciones y complementos a los estudios y diseños lado aire y lado tierra del Aeropuerto del Café Etapa I.

Finalmente, se realizó un segundo movimiento presupuestal consistente en un traslado entre proyectos de inversión por valor de \$16.591 Millones, que, a la fecha de este corte, se encontraba en trámite de aprobación por parte del Ministerio de Hacienda para atender, entre otros, el mantenimiento de la infraestructura física de los aeropuertos de San Andrés y Providencia, la rehabilitación de los aeropuertos de Riohacha, Popayán, Florencia y la atención de operación en los aeropuertos de Armenia, Norte Santander y Cundinamarca. La reserva presupuestal constituida a 31 de diciembre de 2021 presenta una ejecución (a corte 30 de junio 2022) a nivel de obligaciones del 23.9%. (inversión 21.9% - Funcionamiento 82.8%).

La ejecución de estos recursos por parte de la Entidad, a agosto de 2022, ha sido del 33% y así mismo, ha realizado el seguimiento y monitoreo a los ingresos proyectados frente a la situación que atraviesa el sector aéreo, el país y el mundo actualmente, con el fin de mantener la prudencia con los gastos programados tanto en funcionamiento como en inversión, que en un momento dado no puedan ser materializados, situación que conlleva a estar permanentemente revisando la priorización de las necesidades a ejecutarse. En este proceso se tienen en cuenta las inflexibilidades y las vigencias futuras en ejecución.

El monto de inversión de la UAEAC, que sobrepasa los COP\$ \$ 953,424 millones, se divide en 2 programas y 32 proyectos de inversión, relacionados principalmente con Consolidación del Aeropuerto El Dorado Ciudad Región Bogotá, Cundinamarca, mejoramiento de los servicios aeroportuarios y a la

navegación aérea, apoyo a las entidades territoriales para el fortalecimiento de la infraestructura de transporte aéreo a nivel nacional; adquisición y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicaciones y ayudas a la navegación; fortalecimiento del servicio de autoridad sobre la aviación civil y la industria aeronáutica a nivel nacional; investigación de accidentes aeronáuticos; bienestar, capacitación, entrenamiento y desarrollo de los procesos de formación del talento humano especializado de la Aeronáutica Civil; necesidades frente a la implementación del Plan Estratégico de Información PETI; implementación de estrategias para el desarrollo de la industria aérea RPAS en Colombia a nivel nacional y fortalecimiento del sistema de navegación aérea nacional, adquisición de terrenos para construcción y ampliación de aeropuertos; mantenimiento y conservación del equipo aéreo de la entidad; fortalecimiento de los programas de certificación y vigilancia de la industria aeronáutica en riesgos y de la coordinación internacional con las diferentes autoridades aeronáuticas mundiales; entre otros. (UAEAC O. A., 2022).

En 2022, el Gobierno Nacional y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) continúan con el programa de la Quinta Generación (Bicentenario 5G) de concesiones, el cual, está compuesto por dos olas: de la primera hacen parte 14 proyectos multimodales, entre los que hay carreteros, aeroportuarios, fluviales y férreos, los cuales tienen una inversión de 21,79 billones de pesos y generarán más de 600 mil empleos.

Según la ANI, en lo que respecta a los proyectos aeroportuarios se avanza en la adjudicación para del nuevo aeropuerto de Cartagena, en Bayunca, y en la modernización del Rafael Núñez. Las intervenciones abarcan las terminales aéreas del suroccidente, que incluyen los de Neiva y Palmira, mientras que en el archipiélago de San Andrés y Providencia se realizará la modernización del aeropuerto. (ANI, 2022)

3.1.5.6 Comercio Exterior

Colombia cuenta con las capacidades para competir en el mercado internacional del mantenimiento aeronáutico y proveer servicios de mantenimiento aeronáutico a aerolíneas extranjeras; como ya se mencionó, el Centro Aeronáutico MRO de Avianca fue inaugurado en Rionegro (Antioquia), éste es uno de los centros de mantenimiento más modernos de América Latina, representa una inversión de más de 50 millones de dólares y que posiciona a Avianca como referente para el continente en materia de Mantenimiento Aeronáutico especializado, sin duda es un gran paso que impulsa el desarrollo del sector a nivel nacional y mundial y se convierte en una fuente generadora de empleo que no sólo impulsará la economía del oriente antioqueño sino la del país en general. Además de contar con personal altamente calificado, el MRO de Avianca cuenta con un diseño que busca contribuir con la conservación del medio ambiente, contando con un programa de reciclaje e incorporando en su diseño la optimización de energía. Este centro de mantenimiento ya cuenta con el aval de entes reguladores como la UAEAC, la FAA y la EASA.

La pandemia de COVID-19 obligó a la reducción de las operaciones de transporte aéreo en todo el mundo, provocando una disminución en la necesidad de servicios MRO. Se pronosticó que el mercado latinoamericano de MRO tuviera ganancias de 1.5 mil millones de dólares durante 2020, alrededor de 60% menos que en 2019, cuando se alcanzaron 4.7 mil millones. Antes de la pandemia, el pronóstico original era que el mercado latinoamericano alcanzaría los 6.3 mil millones en 2025, pero ahora el pronóstico es significativamente más bajo.

El mercado MRO está impulsado principalmente por el tráfico aéreo, pues el uso de aeronaves, de sus motores y sistemas provoca la necesidad de realizar mantenimiento. Pero ahora, con un uso menor de aeronaves a causa de la poca demanda, se necesitan menos servicios de mantenimiento. El mercado de MRO en 2019 fue de 4.7 mil millones y a finales de 2020 se alcanzó un aproximado de 1.5 mil millones, por lo cual se estima que, en 2024 se alcanzará un máximo de 4 mil millones y en 2026 se espera una recuperación completa de los MRO antes de 2026.

Algunas de las estrategias que podrían ayudar a reducir el impacto de la crisis, serían la diversificación, colaboración, e innovación. Las cuales se pueden resumir de la siguiente manera.

- **Diversificación.** La mayor parte del mantenimiento que se realiza en Latinoamérica está enfocada en chequeos de las aeronaves, por lo cual se hace necesario diversificar en componentes que pueden ser reparadas de forma rápida y fácil; adicionalmente, se necesita ofrecer servicios de modificación y mantenimiento de motores hasta llegar al punto de ser autosustentables.
- **Colaboración.** Colaborar puede mejorar el trabajo impulsando las fortalezas del taller o centro de mantenimiento, dejando de un lado la monopolización del mercado.
- **Innovación.** Adoptar tecnologías y estrategias digitales que hagan la diferencia en la oferta, no solo se debe ofrecer precio sino calidad y nueva tecnología. (ICF, 2020)

A través del Decreto 285 del 26 de febrero de 2020, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo moderniza el Plan Vallejo (un instrumento para impulsar el comercio exterior), se adapta este Plan a las circunstancias actuales de mercado y flexibiliza la fijación de la lista de bienes que se benefician del programa.

Así, se permite la importación temporal de insumos como maquinaria y equipo industrial, equipos de cómputo y sus accesorios, equipamiento para los sectores de la salud y las telecomunicaciones. También cubre compras externas del sector aeronáutico, al igual que de instrumentos de medición, para luego lograr la exportación de servicios. (MinComercio, 2020)

La industria aeronáutica en Colombia cuenta con potencial para prestar servicios y proveer con productos de valor agregado a las empresas del sector aeronáutico. Reconocidas empresas del sector de autopartes y de servicios aeronáuticos cuentan ya con certificaciones internacionales para ser proveedoras de la industria aeronáutica internacional. Colombia tiene 16 aeropuertos internacionales y cuenta con el principal aeropuerto en transporte de carga (El Dorado) en América Latina.

América Latina y Colombia tienen un gran potencial de crecimiento en términos de tráfico aéreo internacional, a lo que se suma la expectativa de crecimiento de la flota de aviones. Por lo cual se genera una mayor demanda de servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves. Teniendo en cuenta lo expresado por Airbus, entre 2018 y 2038, América Latina necesitará 2.685 nuevos aviones de pasajeros y carga para satisfacer la creciente demanda de transporte y reemplazar la flota existente (1.375 aviones). En tráfico aéreo, se estima que en los próximos 20 años América Latina crecerá 4.3% en promedio, más que regiones como América del Norte (3%) y Europa (3.3%).

La demanda de nuevas aeronaves en América Latina se concentra en aviones pequeños o de un solo pasillo (89%), lo que favorece la implementación de operaciones de mantenimiento de tamaño menor a

las que requieren aeronaves de gran tamaño y en donde Colombia podría ser un jugador de mayor importancia. De la misma manera, el país cuenta con empresas con un alto potencial para ser proveedoras de la industria aeronáutica internacional, certificadas con la norma AS 9100. Estas empresas son fabricantes de partes y piezas de vehículos y empresas de servicios aeronáuticos.

Pero no solo Colombia se encuentra progresando en la manufactura y mantenimiento aeronáutico, también, y como se consolidó en 2019, Colombia Productiva y la Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales (ACOPAER) lanzaron el proyecto Encadenamiento Aeroespacial, con el cual se busca que más de 35 MiPymes mejoren en productividad, calidad y sofisticación, y se conviertan en proveedoras de la industria aeroespacial a nivel nacional e internacional.

En el país se han desarrollado iniciativas empresariales alrededor del sector aeronáutico como el Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL), el Clúster Aeroespacial del Valle del Cauca, el Clúster Aeronáutico del Eje Cafetero, la Asociación Colombiana de Productores Aeroespaciales (ACOPAER) y la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC). Estos últimos pertenecientes al sector defensa quienes tienen la capacidad y la tecnología para la fabricación de pequeñas aeronaves no tripuladas, y para el mantenimiento de grandes aeronaves.

La estrategia es parte del trabajo de Colombia Productiva para conectar oferta y demanda y fortalecer la cadena de proveedores de sectores importantes para el desarrollo del país. Es el caso de la industria aeroespacial, que tiene potencial para crear empleo calificado, generar bienes y servicios de alto valor agregado y diversificar las exportaciones. Este proyecto va en concordancia con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y al Pacto por el Crecimiento y la Generación de Empleo del sector de Industrias del Movimiento, en los que Colombia Productiva tiene la tarea de trabajar con la industria aeroespacial para que se desarrolle como proveedora de mercados internacionales y se especialice en aeronaves livianas (ALS) y no tripuladas (UAS-RPAS). (Colombia Productiva, 2020).

En el mes de agosto del 2021, durante Sesión Plenaria de la Comisión Colombiana del Espacio –CCE, el gobierno estableció como meta “Ubicar a Colombia en el radar internacional en investigación, exploración y explotación del espacio ultraterrestre, incluida la Luna y otros cuerpos celestes.

En estos tres años, desde el 2019, se han adelantado acciones concretas como el CONPES 3983 de Política de Desarrollo Espacial y el Tratado Internacional del Espacio. “Queremos dejar una verdadera política de Estado, donde el espacio tenga una visión de largo plazo para desarrollar proyectos que le permitan a la industria colombiana incorporarse a los mercados internacionales, no solo como investigadores sino como desarrolladores de tecnología”, expresa la Vicepresidenta y Canciller, Marta Lucía Ramírez

De la misma manera, se están adelantando trabajos para lograr el desarrollo de partes para la aviación, software especializado para la industria aeroespacial, así como el análisis de los datos espaciales, con el fin de convertirlos en información que permita desarrollar aplicaciones y estadísticas para la toma de decisiones, proyecto que lidera el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE, entre otros, enfocados en contribuir a la productividad, diversificación y sofisticación del aparato productivo del país. (CCE, 2021).

En el mes de junio de 2021, FIDUCOLDEX, obrando como vocera del Fideicomiso COLOMBIA PRODUCTIVA, adjudicó el proceso para “Contratar los servicios de consultoría para promover la generación y/o el fortalecimiento de encadenamientos productivos, a través de la asistencia técnica a

MiPymes que contribuya a superar las barreras y las brechas que impiden su buen desempeño y/o inserción en las cadenas de valor y cumplir con los requisitos de acceso a los mercados externo e interno del sector aeroespacial” a la UNIÓN TEMPORAL ACOPAER – LEAD conformada por ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES AEROESPACIALES - ACOPAER; el cual busca que las empresas del sector y que sean apoyadas por esta consultoría tengan acceso a espacios de relacionamiento comercial con empresas compradoras de la cadena del sector aeroespacial, obtener un diagnóstico de las capacidades empresariales requeridas en el sector aeroespacial a nivel global, y por último, la posibilidad de identificar los factores críticos y las necesidades de financiamiento que dificultan su desempeño en la cadena de valor y/o que impiden su inserción en la cadena de suministro de la industria aeroespacial. (COLOMBIA PRODUCTIVA, 2021)

3.1.5.7 Gremios y Asociaciones del Sector Aeronáutico Civil

A continuación, se presentan algunas de las asociaciones del sector aeronáutico civil establecidas en el país:

- **Asociación Colombiana de Aviadores Civiles (ACDAC):** Es el gremio de pilotos del país que trabaja para proteger la seguridad aérea, la soberanía y las condiciones laborales de los pilotos ante el Estado, organismos nacionales e internacionales, empresas operadoras, pasajeros y la sociedad en general.

Esta asociación, fundada el 15 de marzo de 1949 por el Capitán Rafael Torres Fernández y con sede en Bogotá, actualmente cuenta con más de 734 aviadores al servicio de 21 empresas en todo el país.

La ACDAC hace parte de la Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas (IFALPA) y de la Federación Latinoamericana de Pilotos (FLAP).

- **Asociación Colombiana de Aviación Civil General (AOPA):** Esta asociación agrupa personas naturales y jurídicas con el fin de estudiar y analizar la aviación civil general, para fomentar las actividades aeronáuticas y actuar como ente de cooperación con asociaciones gubernamentales para el desarrollo de la aviación civil general y la aeronáutica nacional.

Los objetivos de la AOPA incluyen:

1. “Mantener y fomentar la práctica de la aviación general en todas sus manifestaciones.
2. Difundir entre sus practicantes el conocimiento actualizado sobre todos los avances científicos y tecnológicos para la práctica de la misma.
3. Impulsar, a través de sus asociados, el diseño y la reforma de aeronaves, incluidas sus partes estructurales y equipos necesarios para el vuelo.
4. Coadyuvar en la consecución de materiales, instrumentos y equipos necesarios para su práctica.
5. Velar por mantener en todo momento el prestigio y la seguridad aérea en la práctica de la actividad.
6. Gestionar ante las autoridades competentes, la solución a los diferentes problemas que se puedan presentar con motivo de su práctica o de la interpretación y aceptación de regulaciones oficiales en esta materia.
7. Organizar, dirigir y coordinar eventos aeronáuticos en su categoría.

8. Informar oportunamente a la autoridades o unidades de control de la actividad, sobre cualquier novedad que se produzca y que atente contra su práctica o desarrollo.
 9. Representar a sus miembros ante las autoridades nacionales. Esta representación incluye la asistencia técnica y legal, únicamente en aquellos casos específicos que la Junta resuelva sean atendidos por la Asociación.
 10. Asociarse y llevar la representación de sus miembros ante organizaciones similares o de interés a sus objetivos tanto de carácter nacional o internacional.
 11. Obrar como agente representante de cualquier empresa u organización que produzca o distribuya elementos, materiales o componentes que puedan llegar a ser de utilidad o de interés de la asociación o de sus asociados.
 12. Celebrar toda clase de contratos en materias relacionadas con su actividad, que le permitan un beneficio directo a todos sus miembros y que, en virtud de su interés, contribuya al beneficio único y exclusivo de su patrimonio.” (AOPA, 2021).
- **Asociación del Transporte Aéreo en Colombia (ATAC):** Es una entidad sin ánimo de lucro fundada en 1997 que representa a las aerolíneas que transportan alrededor del 95% de los pasajeros en el país: Avianca, Copa Airlines, Latam Airlines, VivaColombia, American Airlines, Lufthansa, AeroMéxico, Airfrance, Satena, EasyFly, ADA y Helicol.

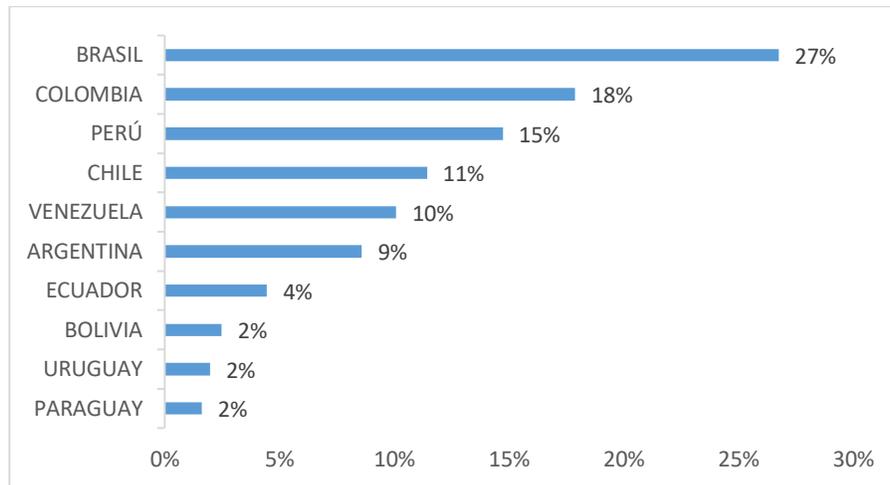
La ATAC “apoya al transporte aéreo comercial de pasajeros y carga, esta entidad lleva la vocería de la industria aérea colombiana frente al poder público nacional, las entidades privadas y ante la opinión pública. Igualmente gestiona el mejoramiento del sistema de transporte aéreo comercial y particular para que sea seguro y competitivo.” (Mejía, 2015).

- **Asociación Colombiana de Escuelas de Aviación y Otros Centros de Instrucción Aeronáutica (ACDEA):** Es una entidad sin ánimo de lucro fundada en 2004.
- **Clúster Aeroespacial Colombiano (CAESCOL):** Es una iniciativa liderada por la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) (2015), la Cámara de Comercio de Dosquebradas y la Cámara de Comercio Aburrá Sur. El CAESCOL integra a actores del Estado, la academia y la industria con el objetivo de conseguir la transformación económica, social y cultural de sus regiones de influencia, y cubrir las necesidades del mercado aeronáutico nacional e internacional. Este clúster se dedica a articular el ecosistema de innovación, academia, empresa y estado para promover el desarrollo económico y social a través del sector aeroespacial, agremia 18 compañías de diferentes tecnologías y actividades económicas como polímeros, metalmecánico, eléctrico, electrónico, tecnología de la información y comunicación y, a su vez, estas empresas ofrecen sus servicios a otros sectores económicos, pero poniendo gran interés en el desarrollo del sector aeronáutico y hacer parte de la cadena de valor.

3.2 Aviación de Estado

La Aviación de Estado o de Defensa se relaciona con las aeronaves destinadas a servicios militares, servicios de aduana y servicios de Policía. El Sector Aeronáutico de Defensa es uno de los de mayor desarrollo a nivel nacional e internacional, lo que se evidencia en la gran cantidad de aeronaves fabricadas para las Fuerzas Armadas del mundo; Estados Unidos, por ejemplo, cuenta con cerca de 13.246 aeronaves de uso militar, Rusia cuenta con 4.173 y China con 3.285, siendo sus flotas las más grandes del sector defensa global (Global, 2022).

Dentro del ámbito suramericano, Colombia tiene la segunda flota de aeronaves militares más grande del continente después de Brasil, estando por encima de países como Argentina y Chile que históricamente han tenido un desarrollo aeronáutico superior (Gráfica 20).



Gráfica 20. Flota Sector Defensa Suramérica

Fuente: Global, F. (2022). World Air Forces 2022.

3.2.1 Sector Aeronáutico de la Fuerza Pública

Las siguientes secciones hacen un recuento de las flotas de aeronaves y de los puntos de operación que en materia aeronáutica tiene cada integrante de la Fuerza Pública Nacional.

3.2.1.1 Ejército Nacional de Colombia (EJC)

3.2.1.1.1 Puntos de Operación

Desde mayo de 2010, el Ejército Nacional de Colombia regula sus actividades de aviación por intermedio de la Jefatura de Aviación. Esta Institución cuenta con los siguientes puntos de operación:

- La Brigada 25 de Aviación 1, Localizada en Bogotá.
- La Brigada 32 de Aviación 2, Localizada en Tolemaida.
- Brigada de Aviación 33, movilidad y maniobra.
- Apoyo a otras Brigadas como: La Brigada Especial Contra el Narcotráfico, Brigada Contra la Minería Ilegal (BRCMI) y Batallón de Operaciones Especiales de Aviación (BAOEA).

La estructura concerniente a la prestación de los Servicios de Navegación Aérea del Ejército está dada en cinco ubicaciones, mencionadas a continuación:

- Buenavista-Guajira
- Saravena-Arauca
- Tolemaida-Cundinamarca
- San José del Guaviare- Guaviare
- Larandia- Caquetá

3.2.1.1.2 Flota Actual

El Ejército cuenta con 138 aeronaves (estimado) de los tipos enumerados en la Tabla 5.5, en la Tabla 66 y en la Tabla 7; todas estas aeronaves son de propiedad del Ejército Nacional.

Tabla 5. Aviones del Ejército Nacional

TIPO AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
Turbo Commander	PROPIA	5
King Air 200/350 (EW)	PROPIA	4
King Air 90/200/350	PROPIA	4
C206	PROPIA	15
C208B	PROPIA	8
C212	PROPIA	3
PA-34	PROPIA	2
AN32-A	PROPIA	2
TOTAL AVIONES		43

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional / REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 6. Helicópteros del Ejército Nacional

TIPO AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
S-70i/UH-60L	PROPIA	51
MI17-1V	PROPIA	18
UH-1N	PROPIA	35
TOTAL HELICÓPTEROS		104

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional / REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 7. Aeronaves No Tripuladas del Ejército Nacional

TIPO AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
PARROT AR-DRONE		1
AEROVIRONMENT RQ-11B RAVEN		50
AEROVIRONMENT RQ-20 PUMA		1
ART Coelum		1
Boeing Insitu ScanEagle		22
TOTAL UAV		75

De acuerdo a lo informado por el Ministerio de Defensa, el Ejército, en el lapso 2017-2021, planeó adquirir dos aviones, un TURBOCOMMANDER y un ANTONOV 32, en el lapso 2022-2026 planea la adquisición de otro TURBOCOMMANDER y otro para el lapso 2027-2036, entonces se tendrán 27 aviones y 114 helicópteros, para un total de 141 aeronaves.

En abril de 2021, EE. UU. proporcionó a Colombia cinco helicópteros UH-1 Bell Huey en un esfuerzo por aumentar las capacidades militares.

3.2.1.2 Armada Nacional de Colombia (ARC)

3.2.1.2.1 Puntos de Operación

La Aviación Naval de la Armada Nacional cuenta con los siguientes puntos de operación:

- CAVNA - Comando de Aviación Naval; ubicado en Bogotá.
- DIMAV - Dirección de Mantenimiento Comando de Alistamiento de la Aviación Naval; ubicado en Bogotá.
- GATAF - Grupo Aeronaval de Transporte y Apoyo Fluvial; ubicado en Bogotá
- GANCE - Grupo Aeronaval Central, ubicado en Bogotá
- GANPA – Grupo Aéreo Naval del Pacífico; ubicado en Juanchaco, Bahía Málaga y Buenaventura, Valle del Cauca.
- GANCA – Grupo Aéreo Naval del Caribe; ubicado en Barranquilla
- EANCAR – Estación Aeronaval de Cartagena; ubicado en Cartagena
- ESCAN - Escuela de Aviación Naval; ubicado en Barranquilla.

La estructura concerniente a la prestación de los Servicios de Navegación Aérea de la Armada Nacional está dada en un solo punto en el país, que corresponde a Juanchaco (Valle del Cauca).

Además, la Armada Nacional cuenta con un solo centro de formación en el que se dicta la Tecnología en Mantenimiento Aeronaval, esta es la Escuela de Suboficiales ARC, ubicada en Barranquilla.

3.2.1.2.2 Flota Actual

Para cumplir con la misión, las Unidades Navales de ala fija y rotatoria conducen operaciones de patrullaje en las áreas marítimas, transporte de personal a las diferentes guarniciones de la Armada y apoyo logístico a las Unidades en tierra, para lo cual, la Aviación Naval cuenta con la flota (estimada) de aeronaves descrita en la Tabla 8 y en la Tabla 9.

Tabla 8. Aviones de la Armada Nacional

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
CESSNA TU-206	DONACIÓN	1
	COMPRA	3
CESSNA C-208	PLAN COLOMBIA	1
	FMS	3
	COMPRA	1
C-212-100	COMPRA	2

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
PA-31		1
CN235 (MPA)		2
C-235	COMPRA	1
C-90		1
ATR-42	COMPRA	1
KING 350i	COMPRA	1
TOTAL AVIONES		18

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional / REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 9. Helicópteros de la Armada Nacional

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
BO-105	COMPRA	2
FENNEC AS-555	COMPRA	1
BK-117	DONACIÓN	1
UH-1N		5
Mi-8		1
Bell 212/412	COMPRA	8
AS365 DAUPHIN		2
TOTAL HELICÓPTEROS		20

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional / REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 10. Aeronaves No Tripuladas de la Armada Nacional

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
PARP "ScanEagle"		4
TOTAL UAV		4

Como lo indican las tablas anteriores, el total de aeronaves actuales de la Armada Nacional son propias, por compra o donación, algunas fueron asignadas por el Plan Colombia y otras por el sistema Foreign Military Sales (FMS, Ventas Militares Extranjeras).

La proyección de la Armada a corto y mediano plazo es reemplazar su flota actual y aumentar su capacidad operativa (Tabla 11). El objetivo de la Armada para el 2030 es reemplazar y ampliar su flota; por lo que está buscando aumentar en un 72% el número de helicópteros, pasando de 18 que tienen en la actualidad a 31, y en un 62% el número de aviones, pasando de 13 unidades a 21. En total, la Armada espera aumentar su flota de aeronaves en un 68%, pasando de 31 aeronaves en el 2016 a 52 en el 2030.

Tabla 11. Proyección de la Flota de Aeronaves de la Armada Nacional

HELICÓPTEROS

H. MEDIANO	18
H. NAVAL	8
H. PESADO	5
TOTAL	31
AVIONES	
PMA	6
AVIÓN C2	3
A. TRANSPORTE	12
TOTAL	21
GRAN TOTAL	52

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional

3.2.1.3 Fuerza Aérea Colombiana (FAC)

3.2.1.3.1 *Puntos de Operación*

La Fuerza Aérea Colombiana (FAC) está conformada por un Estado Mayor (nivel estratégico) y tres Comandos (nivel Operacional): Comando de Operaciones Aéreas y Espaciales, Comando de Apoyo a la Fuerza y Comando de Desarrollo Humano, que le permite a la Fuerza trabajar por procesos especializados, centralizando esfuerzos y optimizando recursos para responder de una manera rápida y eficiente a los nuevos desafíos. Asimismo, estos tres Comandos emiten directrices, políticas y lineamientos a las Unidades Militares Aéreas (nivel táctico), las cuales trabajan para permitirle al Estado Mayor realizar la planeación estratégica y proyectar hacia el futuro la Institución.

- **COMANDO DE OPERACIONES AÉREAS Y ESPACIALES:** Ejercer el dominio del aire, el espacio y el ciberespacio en contribución a los objetivos nacionales. El cual se conforma de las siguientes jefaturas:
 - Jefatura Combate y Superioridad Aérea.
 - Jefatura Movilidad Aérea
 - Jefatura Operaciones Especiales
 - Jefatura Inteligencia Aérea
 - Jefatura Operaciones Especiales
- **COMANDO DE APOYO A LA FUERZA:** Proporcionar el soporte y servicios para las operaciones aéreas.
- **COMANDO DE DESARROLLO HUMANO:** Gestionar el desarrollo integral del Talento Humano para liderar el poder aéreo y espacial.

Las Unidades Militares Aéreas se dividen en Comandos Aéreos de Combate, que son responsables de las operaciones en determinadas áreas geográficas estratégicas del país. En cada Comando existen Grupos Aéreos, que se encargan de la administración de Escuadrones con funciones específicas: Combate, Transporte, Formación, Inteligencia, Evacuación médica/CSAR, etc. Igualmente, existen unidades de nivel táctico que realizan operaciones de interdicción aérea, terrestre y fluvial en los diferentes departamentos y en las áreas de interés circunvecinas, mediante la acción conjunta, coordinada e Inter agencial. Los Puntos de Operación de la FAC se enumeran a continuación:

COMANDOS AÉREOS (Unidades operativas mayores)

- Comando Aéreo de Combate No. 1 (CACOM 1) "CT. Germán Olano Moreno": Se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Salgar, Cundinamarca.
- Comando Aéreo de Combate No. 2 (CACOM 2) "CT. Luis Fernando Gómez Niño": Se encuentra ubicado en el municipio de Villavicencio, vereda de Apiay, Meta.
- Comando Aéreo de Combate No. 3 (CACOM 3) "MG. Alberto Pauwels Rodríguez": Se encuentra ubicado en el municipio de Malambo, Atlántico.
- Comando Aéreo de Combate No. 4 (CACOM 4) "TC. Luis Francisco Pinto Parra": Se encuentra ubicado en el municipio de Melgar, Tolima.
- Comando Aéreo de Combate N°5 (CACOM 5) "BG. Arturo Lema Posada": Se encuentra ubicado en el municipio de Rionegro, Antioquia.
- Comando Aéreo de Combate 6 (CACOM 6) "CT. Ernesto Esguerra Cubides": Se encuentra ubicado en la Base Aérea de Tres Esquinas en el municipio de Solano (Caquetá).
- Comando Aéreo de Combate 7 (CACOM 7): Se encuentra ubicado en la ciudad de Santiago de Cali.
- Comando Aéreo de Transporte Militar- (CATAM) - "BG. Camilo Daza Álvarez": Se encuentra ubicado en Bogotá, Distrito Capital.
- Comando Aéreo de Mantenimiento – (CAMAN) - "MY. Justino Mariño Cuesto": Se encuentra ubicado en el municipio de Madrid, Cundinamarca.

GRUPOS AÉREOS (Unidades operativas menores)

- Grupo Aéreo del Amazonas (GAAMA): Se encuentra ubicado en Leticia, Amazonas.
- Grupo Aéreo del Caribe (GACAR) "TC. Benjamín Méndez Rey": Se encuentra ubicado en la ciudad de San Andrés.
- Grupo Aéreo del Casanare (GACAS): Se encuentra ubicado en la base aérea de Yopal, Casanare.
- Grupo Aéreo del Oriente (GAORI) "TC Luis Arturo Rodríguez Meneses": Se encuentra ubicado en Marandúa, Vichada.

UNIDAD NIVEL TÁCTICO DE LA FUERZA AÉREA

- Fuerza Tarea ARES (FTA): Se encuentra ubicado en Marandúa, Vichada.
- Grupo de Operaciones Especiales Aéreas (GROEA): Se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del Comando Aéreo de Transporte Militar – CATAM.
- Base Aérea Comando Fuerza Aérea (BACOF): Se encuentra ubicado en Bogotá.

La FAC actualmente suministra los servicios de Navegación Aérea en catorce (14) Unidades ubicadas en:

- Puerto Salgar-Cundinamarca - (Comando Aéreo de Combate No.1)
- Apiay-Meta - (Comando Aéreo de Combate No.2)
- Malambo-Atlántico - (Comando Aéreo de Combate No.3)
- Melgar-Tolima - (Comando Aéreo de Combate No.4)
- Rionegro-Antioquia- (Comando Aéreo de Combate No.5)
- Tres Esquinas-Caquetá - (Comando Aéreo de Combate No.6)

- Cali-Valle del Cauca – (Comando Aéreo de Combate No. 7)
- Bogotá-Cundinamarca- (Comando Aéreo de Transporte Militar)
- Madrid-Cundinamarca- (Comando Aéreo de Mantenimiento)
- Cali-Valle del Cauca – (Escuela Militar de Aviación)
- Marandúa-Vichada – (Grupo Aéreo del Oriente)
- Yopal-Casanare - (Grupo Aéreo del Casanare)
- San Andrés – San Andrés y Providencia - (Grupo Aéreo del Caribe)
- Leticia-Amazonas - (Grupo Aéreo del Amazonas)

Además, la Fuerza Aérea cuenta con las siguientes escuelas de formación:

- Escuela Militar de Aviación – (EMAVI). Se encuentra ubicada en la ciudad de Santiago de Cali.
- Escuela de Suboficiales Fuerza Aérea (ESUFA): Se encuentra ubicada en Madrid, Cundinamarca.
- Escuela de Helicópteros de la Fuerza Pública: Se encuentra ubicada en el Comando Aéreo de Combate No. 4 en Melgar, Tolima.
- Escuela Básica de Aeronaves Remotamente Tripuladas EBART: Se encuentra ubicada en el Comando Aéreo de Combate No.3, Malambo, Atlántico.
- Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea (EPFAC): Ubicado en la ciudad de Bogotá.

3.2.1.3.2 Flota Actual

La capacidad operacional de la Fuerza Aérea está soportada por una flota (estimada) de 341 aeronaves, cuyos tipos y condición se listan en las Tabla 12, 13 Y 14.

Tabla 12. Flota Actual de Aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana

TIPO DE AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
A-37 CESSNA	PROPIA	7
EMB-314		24
LR-60	COMODATO	1
BT-67 (Recce)		6
Cessna 208 (Recce)		6
CN235 (Recce)		1
King Air (EW)		3
Turbo Commander (MPA)		1
B767 MMTT		1
727		1
B737		2
Arava		1
C-130B/H		6
C-390	PDT COMPRA	12
C212		4
C295/CN235		7
Cessna 208		10
Cessna 402		1
EMB-110		2
King Air 90/350		8
PA-31T		1

TIPO DE AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
PA-34		1
Turbo Commander		1
SR-26	PROPIA	1
T-27 TUCANO	PROPIA	14
SR-560	PROPIA	5
KFIR	PROPIA	2
T-6C	PROPIA	2
T-6C	PDT COMPRA	22
TOTAL AERONAVES		153

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional // REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 13. Helicópteros de la Fuerza Aérea Colombiana

TIPO DE AERONAVE	CONDICIÓN	CANTIDAD
Bell 205		2
Bell 212		11
MD500/530F		4
S-70/AH/MH/UH-60L		24
UH-1H		49
Bell 206/TH-67A		47
TOTAL AERONAVES		137

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional // REVISTA FLIGHT GLOBAL 2022

Tabla 14. Aeronaves No Tripuladas de la Fuerza Aérea Colombiana

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
SCAN EAGLE	PROPIA	39
HERMES 450/900	PROPIA	8
UAV "IRIS"	DESARROLLO	1
BAE SYSTEMS SILVER FOX		3
TOTAL UAV		51

Un aspecto interesante para considerar en la situación actual de este integrante de la Fuerza Pública es la cantidad de Aeronaves Remotamente Tripuladas, también conocidas por sus siglas en inglés RPA (Remotely Piloted Aircraft) o UAV (Unmanned Aerial Vehicle, Vehículo Aéreo No Tripulado). Las 51 aeronaves de este tipo, compuestas por los equipos SCAN EAGLE y HERMES 450/900, representan un 14% del total de la flota y hacen de la FAC la entidad líder en el país en este tipo de aviación. Igualmente, a través de diferentes alianzas con empresas nacionales (CIAC) e internacionales, se encuentran en desarrollo las siguientes UAV: CIAC ART Quimbaya, CIAC ART Operacional, CIAC ART Coelum, CIAC/Airbus ART ATLANTE+ / Atlante plus / SiRTAP.

Igualmente, para el 2022 y 2023, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) continuará con la adquisición de los entrenadores T-6C Texan II en remplazo de los ya retirados Cessna T-37 Tweet, siendo del interés de

esta Fuerza dotarse con 24 unidades, previendo también dar de baja en el mediano plazo a los Embraer T-27 Tucano. Asimismo, se espera el inicio de las gestiones para la adquisición del remplazo de los Cessna A-37 Dragonfly de ataque, de los cuales actualmente solo 2 unidades están en capacidad de volar y el resto están en reserva.

Por el lado de los Kfir, un desarrollo israelí del famoso Dassault Mirage, su remplazo se ve un poco más incierto, el Gobierno ha denominado la adquisición del nuevo cazabombardero como una inversión que permitirá proteger los activos estratégicos de la Nación, teniéndose a la fecha ofertas por parte de la sueca Saab y su Gripen NG; la multinacional europea Airbus y su Eurofighter Typhoon, ofrecido a través de España; y por parte de Lockheed Martin, fabricante del F-16, quien estaría ofreciendo su última versión, la Block 70, que incorpora tecnologías empleadas en el F-35 Lightning II.

En cuanto a la operatividad, la Fuerza Aérea continuará con los planes de mantenimiento de su flota de aeronaves, habiéndose iniciado la contratación del mantenimiento mayor de los birreactores Boeing 737-400. Una prioridad es operar en condiciones óptimas de vuelo los AH-60 Arpia IV, junto con el misil Spike NLOS, de más de 25 km. de alcance.

3.2.1.4 Policía Nacional de Colombia (PONAL)

3.2.1.4.1 Puntos de Operación

La Aviación de la Policía está conformada por cinco (5) grupos:

- Grupo de Operaciones Aéreas, el cual se encuentra conformado por ala rotatoria, ala fija, compañías antinarcóticos de aviación, estadística de vuelo y Centro de Control CEMAP.
- Grupo de Estandarización Aeronáutica, el cual se encuentra conformado por el área de entrenamiento y estandarización.
- Grupo de Seguridad Integral, que se encuentra conformado por las áreas de seguridad operacional, factores humanos, seguridad industrial, recuperación de personal, y medicina de aviación.
- Grupo de Mantenimiento Aeronáutico, que se encuentra conformado por las áreas de talleres especializados, pilotos de prueba, control calidad, control producción y líneas de vuelo mantenimiento.
- Grupo de Abastecimientos Aeronáuticos, que se encuentra conformado por las áreas de planeación de pedidos, enlace mercancía exterior, combustibles y almacén aeronáutico.

Actualmente, la Aviación Policial está dividida en cinco Compañías Antinarcóticos de Aviación, ubicadas en Santa Marta, Tuluá, Mariquita, Guaymaral y Bogotá, siendo un soporte fundamental para el despliegue de las operaciones aéreas nacionales en apoyo a las misiones humanitarias, traslado de capturados, delegaciones diplomáticas, vuelos de inteligencia aérea y traslado de comisiones institucionales a diferentes regiones. Igualmente, la Dirección De Antinarcóticos - Área De Aviación Policial cuenta con cinco bases aéreas donde se realizan tareas de Mantenimiento Aeronáutico, que son:

- Base Aérea de Guaymaral - Cundinamarca
- Base Aérea de El Dorado - Bogotá
- Base Aérea de Tuluá – Valle del Cauca
- Base Aérea de Santa Marta - Magdalena
- Escuela de Aviación Policía Nacional – Mariquita – Tolima

3.2.1.4.2 Flota Actual

La Policía Nacional cuenta con una flota estimada de 153 aeronaves, entre aviones y helicópteros, utilizadas para su operación. La Tabla 15 describe los tipos de aeronaves con los que cuenta este integrante de la Fuerza Pública, además de indicar la condición bajo la cual se encuentran en su poder. La denominación Presupuesto Nacional se asigna a las aeronaves propias y el término Convenio es para aeronaves que están en préstamo.

Tabla 15. Flota Actual – Policía Nacional

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
BELL 206	PRESUPUESTO NACIONAL	11
BELL 407	PRESUPUESTO NACIONAL	6
BELL 212	PRESUPUESTO NACIONAL	1
H500	PRESUPUESTO NACIONAL	2
CESSNA C152	PRESUPUESTO NACIONAL	3
CESSNA C172XP	PRESUPUESTO NACIONAL	3
PIPER PA	PRESUPUESTO NACIONAL	3
C-99	PRESUPUESTO NACIONAL	1
B-200	PRESUPUESTO NACIONAL	3
B-300	PRESUPUESTO NACIONAL	2
B350	PRESUPUESTO NACIONAL	1
B-1900	PRESUPUESTO NACIONAL	2
CESSNA 208	CONVENIO	4
CESSNA C206	PRESUPUESTO NACIONAL	9
TWIN OTTER DHC-6	PRESUPUESTO NACIONAL	2
ATR-42	PRESUPUESTO NACIONAL	3
HUEY II	CONVENIO	7
HUEY II	CONVENIO	26
BELL 212	PRESUPUESTO NACIONAL	8
UH60L	PRESUPUESTO NACIONAL	9
DC3-TP	PRESUPUESTO NACIONAL	4
DASH 8	PRESUPUESTO NACIONAL	1
C26	PRESUPUESTO NACIONAL	5
C26 INT	PRESUPUESTO NACIONAL	2
TOTAL		118

Fuente. Ministerio de Defensa Nacional

Tabla 16. Aeronaves No Tripuladas de la Policía Nacional

TIPO	CONDICIÓN	CANTIDAD
Micro / Mini UAV		35
TOTAL UAV		35

La proyección del Servicio Aéreo de la Policía para los próximos años está dada de acuerdo a las necesidades institucionales para el cumplimiento de las estrategias de seguridad ciudadana, para lo cual

se tiene proyectada la adquisición, en los próximos 5 años, de 1 avión ATR-42 y 10 helicópteros Black Hawk; es decir que la flota de aeronaves de la Policía Nacional crecerá un 8% en los próximos cinco años.

En el mes de julio de 2022 se suspendió la compra de tres aviones de la Policía Nacional tipo ATR-42 destinados al transporte de personal en misiones de mayor planificación y con mayor número de personas, a zonas donde, por las condiciones del terreno, es necesario ingresar con aeronaves tipo turbohélice. Debido al cambio de gobierno, se suspende el proceso que se encontraba en estudio de mercado.

3.2.1.5 Marco Regulatorio para la Fuerza Pública de Colombia

A través del Decreto 2937 del 5 de Agosto de 2010, se designó a la Fuerza Aérea Colombiana como la Autoridad Aeronáutica de la Aviación de Estado y ente coordinador ante la UAEAC y se constituyó también a través del mismo decreto, el Comité Interinstitucional de la Aviación de Estado, el cual tiene la obligación de estandarizar los procesos aeronáuticos de la Aviación de Estado, supervisar los estándares adoptados por parte de la Aviación de Estado, liderar los procesos de investigación en donde se involucren Aeronaves del Estado, el diseño de las cartas de aproximación y procedimientos de aproximación y salida de aeródromos que estén bajo la supervisión del Estado y finalmente, adelantar investigaciones tecnológicas en materia aeronáutica y espacial con la UAEAC, la CIAC u otros entes relacionados de manera directa o indirecta con la industria aérea.

Este comité interdisciplinar está conformado por:

1. El Comandante de la Fuerza Aérea o su delegado (Designado como Presidente del comité)
2. El Comandante de la Aviación del Ejército
3. El Comandante de la Aviación Naval
4. El Jefe de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea
5. El Director de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea (Secretario del comité)
6. El Director de la Navegación Aérea de la Fuerza Aérea
7. El Jefe de la División de Aviación de la Policía Nacional
8. El Subdirector General de la UAEAC
9. El Director de Servicios a la Navegación Aérea de la UAEAC

El comité se reúne cada tres meses de manera ordinaria o extraordinaria convocado por el Presidente, donde, además de tratar temas relacionados con mantener los niveles de seguridad de las operaciones aéreas, se identifican los medios para incentivar el desarrollo aeronáutico en el Sector Defensa a través de convenios interinstitucionales.

En el Decreto 2937 se resalta que para “facilitar las coordinaciones, es necesario estandarizar y articular procedimientos entre las distintas Fuerzas e Instituciones que desarrollan la Aviación de Estado, a través de la Fuerza Aérea, de conformidad con la misión constitucionalmente asignada y los roles y misiones que le corresponden de conformidad con su naturaleza”.

En el Artículo 5 del Decreto se incluyen las funciones de la autoridad aeronáutica de Aviación de Estado, entre las que se destaca:

“Adoptar métodos y procedimientos encaminados a estandarizar las actividades aeronáuticas desarrolladas por la Aviación de Estado en lo concerniente a:

- a) Entrenamiento de tierra y/o de vuelo para el personal de tripulantes, técnicos de operaciones y mantenimiento de las aeronaves y de los servicios de control del tránsito aéreo.
- b) Condiciones de aptitud psicofísica e idoneidad aeronáutica del personal de tripulantes, técnicos de operaciones y mantenimiento de las aeronaves y de los servicios de control del tránsito aéreo.
- c) Condiciones y requerimientos mínimos de aeronavegabilidad y mantenimiento de las aeronaves de Estado.
- d) Operaciones de vuelo y tiempos máximos de desempeño de los tripulantes durante tales operaciones.
- e) Condiciones técnicas de los aeródromos militares o policiales.
- f) Servicios de control de tránsito aéreo y conexo, en los aeródromos militares o policiales y en los espacios aéreos bajo jurisdicción militar.” (Oficial, 2010).

Adicionalmente, en 2019, en reunión del comité se trató la estandarización del empleo de los términos UAS (Unmanned Aerial Systems) y RPAS (Remotely-Piloted Aircraft Systems) por sus siglas en inglés, como introducción al proceso de estructuración de la normatividad y regulaciones para la operación segura de los Sistemas de Aeronaves Remotamente Tripuladas en la Aviación Civil y Militar que operan en el territorio nacional, entendiendo los desafíos que representa la inclusión segura de estos equipos en el sector de la aviación y la necesidad de establecer estrategias efectivas para el control de las mismas, a través de la generación de herramientas legales que puedan ser aplicadas de manera táctica por la Fuerza Pública. (FAC, 2019).

En materia de Servicios a la Navegación Aérea, la Aviación de Estado tiene como referencia algunos documentos aeronáuticos generados por la OACI, referenciados a continuación:

- Anexo 2: Reglamento del aire.
 - Apéndice 4, RPAS (Drones).
- Anexo 3: Meteorología aeronáutica.
- Anexo 4: Cartas aeronáuticas.
- Anexo 10: Telecomunicaciones aeronáuticas.
- Anexo 11: Servicios de tránsito aéreo.
- Anexo 14: Aeródromos.
- Anexo 15: Servicios de información aeronáutica.
- Documento 4444, Gestión de Tránsito Aéreo.
- Manual AIP (Aeronautical Information Publications, en español Publicaciones de Información Aeronáutica) de Colombia.
- Manual AIC (Aeronautical Information Circulars, en español Circulares de Información Aeronáutica) de Colombia.
- Manual de Normas, Rutas y Procedimientos ATS de Colombia.

El Ejército Nacional, la Armada Nacional, la Fuerza Aérea Colombiana y la Policía tienen una regulación interna para el sector aeronáutico y sus subsectores Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea que se define a continuación.

3.2.1.6 Ejército Nacional

El Ejército Nacional regula el Mantenimiento Aeronáutico y los Servicios a la Navegación Aérea mediante los siguientes documentos:

Mantenimiento Aeronáutico:

- Incorporación personal de mantenimiento: Regulado por la Directiva Permanente 0153/2015 Anexo C Perfiles especialidades de Aviación del Ejército - Apéndice 2 especialidad logística a) Mantenimiento y Apéndice 3 - Especialidad de apoyo a las operaciones.
- Directiva permanente 0153/2015: Estipula la clasificación de los cargos.
- Manual Fundamental Ejército 1-0.
- Manual Fundamental Ejercito 1-01.
- Manual General de Mantenimiento (se encuentra en etapa de Revisión y aprobación).
- Procedimiento estándar de mantenimiento y logística de aviación (PEMLA).
- Directiva Permanente No. 00878 del 20 de septiembre de 2016 "Normas y Requisitos para el Personal de las Especialidades de la Aviación del Ejército".
- Directiva Permanente No. 00877 del 20 de septiembre de 2016 "Programas de instrucción y entrenamiento para las Especialidades de la Aviación del Ejército".
- Directiva Permanente No. 00873 del 20 de septiembre de 2016 "Normas políticas y lineamientos para los procesos y procedimientos de aeronavegabilidad para la Aviación del Ejército".
- Directiva Permanente No. 00872 del 20 de septiembre de 2016 "Órdenes e instrucciones para la implementación del sistema de confiabilidad de la División de Aviación Asalto Aéreo".
- Directiva Permanente No. 00870 del 20 de septiembre de 2016 "Directiva de Órdenes e instrucciones para la implementación de las iniciativas estratégicas del segundo comité de revisión estratégica e innovación de la División de Aviación Asalto Aéreo.

Servicios a la Navegación Aérea:

- Documento 7192, Parte AN-2. Entrenamiento ATSEP (Air Traffic Safety Electronics Personnel, en español Profesionales en Electrónica para la Seguridad del Tránsito Aéreo).
- Manual EJC 3-173, Entrenamiento y Estandarización de los Servicios de Tránsito Aéreo.
- Reglamento EJC 3-176-1, Reglamento de vuelo para la aviación del Ejército (se encuentra en etapa de revisión y aprobación).
- Directiva Permanente No. 00878, Normas y Requisitos para el Personal de las Especialidades de la Aviación del Ejército.
- Directiva Permanente No. 00877, Programas de Instrucción y Entrenamiento para las Especialidades de la Aviación del Ejército.

3.2.1.7 Armada Nacional

La Armada Nacional dispone de las siguientes regulaciones y normas para Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea.

Mantenimiento Aeronáutico:

- Plan de Desarrollo Naval 2042.
- Plan Estratégico Naval 2020-2023.
- Manual ARC 3-111 “Reservado” Doctrina Operacional para la Aviación Naval Colombiana, Primera Edición 2007.
- Manual ARC 3-112 “Reservado” Manual de Instrucción, Entrenamiento y Requisitos para tripular Aeronaves de la Aviación Naval, Primera Edición, 2007.
- Manual FAC 4-27 “Público” Manual de Mantenimiento de la Fuerza Aérea Colombiana, Segunda Edición, 2007.
- Manual para Parlamentarios, Unión Interparlamentaria y Oficina del Alto Comisionado para las Naciones Unidas. No. 8-2005. Derechos Humanos. Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) – Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil Colombiana.
- Manuales de Mantenimiento y Manuales de Operación (P.O.H.) de las casas fabricantes para las aeronaves que posee la Armada Nacional.
- Manual General de Mantenimiento Aeronaval, MANUAL ARC T3-2.1.8 (Público Reservado). Disposición No. 33 del 01 de noviembre 2019.
- CREI-Mantenimiento aeronáutico 2017. Libro de capacidades/ logística/organización y doctrina/sistema de información/talento humano y aeronavegabilidad.
- Directiva 2013-15 MDN VEPDL
- Procedimiento operativo estándar de aviación naval – POSANSEG 005, “tanqueo de combustible”.
- Procedimiento operativo estándar de aviación naval – POSANSEG 006, “pruebas de combustible antes de tanquear una aeronave”.
- Procedimiento operativo estándar de aviación naval – POSANSEG 007, “medidas de seguridad en el manejo de combustibles de aviación”.
- MANTTO-PT-015-JEMAT-V04 de la Jefatura de material naval.
- Formato “listado maestro de equipos para control metrológico, código: MANTTO-FT-147-JEMAT-V03.
- El programa de mantenimiento del sistema Scan Eagle está basado en los siguientes documentos:
 - Manual de mantenimiento de la aeronave, Manual de mantenimiento del lanzador, Manual de mantenimiento del recuperador, Manual de mantenimiento del motor, Manual de mantenimiento de la cámara, Manual de mantenimiento de la estación de control.
- Doctrina de Material Naval ARC OP7-1-3 en el Tomo III Mantenimiento, capítulo II-Fases, niveles y formas de mantenimiento en la sección A-Fases de mantenimiento en referencia al mantenimiento centrado en confiabilidad.
- Manual de instrucción, entrenamiento, y requisitos para tripular aeronaves de la Armada Nacional, Manual ARC T3-2.1.7 (Público Reservado), 2019.
- Manual Operacional para el Empleo de Plataformas Aeronavales Remotamente Pilotadas Aplicable para el Sistema PARP "SCANEAGLE" en las Unidades de la Armada Nacional, Manual ARC T3-2.1.6 (Público Reservado). Disposición No. 23 del 10 de septiembre 2019.

Servicios a la Navegación Aérea:

- Manual de Operaciones de la Aviación Naval, MANUAL ARC OP3-2-1 del 2018 (restringido). Disposición No. 07 del 16 de marzo 2018.

- Manual de Gestión en Seguridad Operacional de la Aviación Naval, MANUAL ARC OP3-2-1 (Público Reservado). Disposición No. 42 del 26 de diciembre de 2019.
- Primera Edición de la Doctrina Táctica de Gestión de la Seguridad Operacional de la Aviación Naval Mantenimiento. Disposición número 008 de 29 de abril 2013.
- DOCTRINA ARC T3-2.1.1 RESERVADO.
- Circular Procedimientos y Directrices Vuelos de Apoyo, Circular No. 20190042270826103/MDN-COGFM-COARC-SECAR-JEMN-JONA-CAVNA-2CAVNA-JDO-13 de fecha 05 de abril de 2019.
- Manual o Reglamentación para la prestación del Servicio de Información Aeronáutica (En Juan Chaco-Valle del Cauca).
- Manual de Regulaciones Aéreas Locales de Juanchaco.

3.2.1.8 Fuerza Aérea Colombiana

Por su parte, la Fuerza Aérea Colombiana dispone de las siguientes regulaciones y normas para el Subsector Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea:

Mantenimiento Aeronáutico:

- Manual de Mantenimiento MM FAC-427 PUB
- Manual de Instrucción y Entrenamiento Técnico MIET Versión 3 del 2004
- Manuales Aplicables
- Plan Estratégico Institucional 2011-2030
- Plan De Acción FAC 2021
- Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial Fuerza Aérea Colombiana 2042.
- Políticas del Comandante “Desde el Cielo Protegemos Nuestra Tierra” - febrero 2016
- Resolución 612 del 08-agosto-2018 por la cual se deroga la Resolución N° 596 del 05-septiembre-2017 de Cuerpos, Especialidades y Áreas de Conocimiento del personal militar FAC.

Servicios a la Navegación Aérea:

- Plan Estratégico Tecnologías de Información y Comunicaciones 2019-2022 Fuerza Aérea Colombiana.
- Manual de Regulaciones Aéreas Locales.
- Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
- Manual de Normas y procedimientos Aeronáuticos de la Aviación del Estado.
- Plan de Navegación Aérea para Colombia- PNA COL 2030
- Reglamentos Aeronáuticos y Publicaciones de Información Aeronáutica (AIP, Suplementos AIP, AIC, NOTAM).
- Directiva Permanente No. 018 de 2003 “Normas y Requisitos Reglamentarios que Regulan la carrera del Personal de Suboficiales Controladores de Tránsito Aéreo de la Fuerza Aérea Colombiana” (En proceso de revisión).
- Directiva Permanente No. 06 de 2015 “Programación de turnos de servicio para el suministro de servicios a la navegación aérea (gestión de Tránsito Aéreo, información aeronáutica, meteorología aeronáutica y gestión geográfica) en las unidades aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Instructivo: Entrenamiento continuado obligatorio para el personal ATS.

3.2.1.9 Policía Nacional

A la fecha de edición del presente documento, el Servicio Aéreo de la Policía utiliza los siguientes documentos de carácter normativo para el Subsector Mantenimiento Aeronáutico y considera algunas regulaciones para el Subsector Servicios a la Navegación Aérea:

Mantenimiento Aeronáutico:

- Resolución 01967 del 26/06/2010 “Por la cual se aprueba el plan de estudios del programa Tecnología en Mantenimiento Aeronáutico de la Dirección Nacional de Escuelas”.
- Manual de Operaciones Aéreas para la Policía Nacional Resolución No. 03803 del 28 de octubre de 1999.
- Manual para el empleo de las aeronaves en la Policía Nacional, publicación basada en la Resolución No. 04227 del 23 de noviembre de 2011.
- Proyecto del Manual de Aviación Policial: A través de este manual se fijan criterios generales y se establecen responsabilidades para todos los jefes de grupos, oficinas asesoras y comandantes de compañía, en lo concerniente a todas las operaciones aéreas, al empleo y condiciones de seguridad de las aeronaves de la Policía Nacional.

Servicios a la Navegación Aérea:

- Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
- Manual de Seguridad Aérea para la Policía Nacional (Resolución No. 01007 del 9 de abril de 2001).
- Manual de Operaciones Aéreas para la Policía Nacional (Resolución No. 03803 del 28 de octubre de 1999).
- Monitoreo de Aeronaves para la Policía Nacional (Suite Visión Empresarial Código: 2SA-PR-0005 de fecha 11 de diciembre de 2014).
- Procedimientos Operacionales Normalizados en los cuales se plasma la forma de operar en las diferentes compañías Antinarcóticos de Aviación, comandos de policía, pistas no controladas y zonas no preparadas; y son de conocimiento de todas las tripulaciones y personal de apoyo en tierra.

3.2.1.10 Planes Sectoriales

3.2.1.11 Planes Sectoriales – Ejército Nacional

El mapa estratégico del Ejército Nacional 2020 “Año del fortalecimiento de la profesionalización militar y cohesión de la fuerza”, se basa en 4 perspectivas con sus respectivos objetivos transversales, las cuales son:

- Perspectiva Valor Público.
 - Objetivo 1: Contribuir a la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y Orden Constitucional.
- Perspectiva Misional
 - Objetivo 2: Apoyar la Acción Unificada del Estado y el control institucional del territorio.
 - Objetivo 3: Potencializar la función de inteligencia.
 - Objetivo 4: Contribuir a la desarticulación de las amenazas que enfrenta la Nación.

- Objetivo 5: Apoyar la protección de los recursos naturales como activos estratégicos de la Nación y la gestión de riesgos de desastres en contribución al SNGRD.
- Perspectiva Apoyo
 - Objetivo 6: Optimizar el sostenimiento de las operaciones militares.
 - Objetivo 7: Afianzar la cooperación internacional y diplomacia militar.
 - Objetivo 8: Soportar las operaciones con doctrina permanente.
- Perspectiva Desarrollo y Aprendizaje
 - Objetivo 9: Fomentar la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+I).
 - Objetivo 10: Fortalecer la planeación, gestión, control, y desempeño institucional.
 - Objetivo 11: Mejorar la gestión del talento humano.
 - Objetivo 12: Mantener el respeto por la Constitución Política, la Ley y los DD.HH. y el DIH.
 - Objetivo 13: Fortalecer la integridad y transparencia institucional.

3.2.1.12 Planes Sectoriales – Armada Nacional

El Horizonte previsto de la Armada Nacional para el año 2042 se estableció bajo 2 ejes principales y 3 perspectivas:

- Eje Operaciones Navales: Este eje tiene como objeto el empleo del poder naval, a través de los recursos humanos, logísticos y materiales, con el propósito de realizar operaciones navales en la jurisdicción y área de responsabilidad asignada, integrando las fases de planeamiento, alistamiento y ejecución de operaciones propias, conjuntas, combinadas, coordinadas, inter-agenciales y coincidentes en contra de las amenazas a la defensa y seguridad nacional, que afecten la soberanía, la integridad territorial, el orden constitucional y los intereses de los colombianos.
- Eje Desarrollo Institucional: Este eje tiene como objeto la generación de condiciones que permitan la creación, el desarrollo y la explotación de recursos, además del sostenimiento de la Armada Nacional, para fortalecer, potencializar y proyectar sus capacidades institucionales. Paralelamente, busca fortalecer la conciencia marítima para el aprovechamiento del mar como un motor de desarrollo económico y social y, bajo ese contexto, exige que la Armada asuma un papel protagónico para integrar y desarrollar el poder marítimo nacional.
- Perspectiva Estado: Abarca los objetivos que consolidan la estrategia de la Armada con base en los ejes de operaciones navales que tienen como guía el PCN, y el propósito de hacer de Colombia un país marítimo, como lo señala el PDN 2042, y se basa en los siguientes objetivos estratégicos:
 - Contribuir a la defensa de la soberanía, la integridad del territorio nacional, la independencia y el orden constitucional.
 - Contribuir al desarrollo Marítimo del país.
 - Aportar a la Defensa y la Seguridad Nacional en la Jurisdicción asignada mediante el uso del Poder Naval.
 - Potencializar la proyección regional y la cooperación internacional.
 - Fortalecer la seguridad integral marítima y fluvial (SIMF).

- **Perspectiva Desarrollo y Proyección:** Esta perspectiva busca proporcionar los medios y las capacidades necesarios para el desarrollo de las operaciones navales en cumplimiento de la misión. Se ha considerado el desarrollo de los siguientes aspectos: elevar el nivel de alistamiento de las unidades, desarrollar las capacidades y los programas estratégicos (Tecnología), y potencializar la presencia institucional en el mar, las costas y los ríos, articulada con las tendencias, retos y realidades.
- **Perspectiva Soporte:** Esta perspectiva abarca los insumos necesarios para la preparación de las operaciones, la gestión de los recursos y el apoyo para el cumplimiento de la estrategia. Se basa en las necesidades del capital humano y en su administración, educación, doctrina, entrenamiento, desarrollo tecnológico y generación de conocimiento.

El Plan de Desarrollo Naval 2042, identifica los siguientes objetivos estratégicos de largo plazo que definen el rumbo de la Armada Nacional, como se describen a continuación:

- **Recursos Sector Defensa:** Obtener los recursos necesarios para sostener la estructura de fuerza.
- **Capacidades Armada Nacional:** Desarrollar la estructura de fuerza requerida que garantice el cumplimiento de la misión para enfrentar los escenarios futuros.
- **Intereses Marítimos y Fluviales:** Proteger y promover los intereses marítimos y fluviales a través del Poder Naval.
- **Desarrollo Tecnológico:** Generar autonomía, reducir dependencia tecnológica y obtener ventajas operacionales a través de los procesos de I+D+i que fortalezcan el desarrollo tecnológico de la institución.
- **Afectación a la Defensa y Seguridad de Colombia:** Contrarrestar las amenazas externas e internas a los intereses nacionales.

La Aviación Naval define de manera conceptual su horizonte de desarrollo para 2030 a partir de tres etapas:

- **Completar las capacidades actuales:** En esta etapa se propone completar las capacidades adquiridas o actuales, bien sea en términos de aeronaves, infraestructura o tripulación de vuelo.
- **Sostener Capacidades Adquiridas:** Mediante presupuesto de funcionamiento y algunas inversiones menores, este periodo se enfoca en mantener los estándares operacionales por medio de las capacidades disponibles.
- **Adquirir nuevas Capacidades/Renovar Capacidades Actuales:** En este tiempo estratégico, la Aviación Naval utilizará el presupuesto de inversión para ampliar sus capacidades, ya sea a partir de nuevos desarrollos o construyendo sobre las capacidades vigentes al momento de iniciar el proceso.

3.2.1.13 Planes Sectoriales – Fuerza Aérea Colombiana (FAC)

La Fuerza Aérea está tomando como guía los siguientes documentos:

- **Plan Estratégico Institucional 2011 – 2030**

El plan estratégico de la Fuerza Aérea 2011-2030 en el subsector Mantenimiento Aeronáutico está direccionado a: Capacitación constante, Tercerización controlada, Estandarización y mejoramiento continuo. Las actividades que se estaban desarrollando en el año 2016 son:

1. La capacitación y formación en el trabajo (AET), los cuales se convierten en un componente de vital importancia para el desarrollo de este proceso, por lo que estos se están realizando de manera conjunta entre los Comandantes de los Grupos Técnicos y los Grupos de Educación Aeronáutica.
2. Procesos de tercerización, los cuales se pueden realizar sobre procesos no críticos y que no comprometan la capacidad de efectuar mantenimiento en la Fuerza Aérea.
3. Logística Aeronáutica, cuyo propósito es apoyar el mejoramiento de los estándares de seguridad Aérea, a través de la formulación de procedimientos específicos orientados a la prevención, detección y manejo de riesgos que pueden originarse en cada área.
4. Mejora continua del Proceso de Logística Aeronáutica, con el fin de mejorar los tiempos de respuesta logísticos, optimizando los recursos para que de esta manera se puedan mantener los altos niveles de alistamiento de las aeronaves de la Fuerza Aérea dentro de altos estándares de calidad.
5. “La aplicación y actualización de la doctrina del Proceso de Logística Aeronáutica deben ser permanentes y enfocadas al mejoramiento continuo.” (Fuerza Aérea Colombiana, 2011).

- **Estrategia para el desarrollo aéreo y espacial de la Fuerza Aérea Colombiana 2042.**

La Fuerza Aérea establece que, para desarrollar la estrategia, se hace necesario contar con una estructura organizacional flexible y funcional que promueva la eficiencia y el desarrollo de las capacidades institucionales. Con las cuales busca la transformación organizacional a partir de los siguientes pilares:

- Especializar el talento humano.
- Mantener la alineación con la estrategia de defensa y seguridad.
- Fortalecer el liderazgo regional por medio de la aplicación de capacidades distintivas con alcance global
- Adaptar las capacidades actuales y afrontar con efectividad retos futuros.

- **PLAN DE DESARROLLO FUERZA AÉREA COLOMBIANA 2022**

En el contexto de la transformación institucional, la FAC espera haber realizado una alineación organizacional del nivel estratégico y operacional con el nivel táctico; así como la definición conceptual y organizativa de las operaciones espaciales, a través de la creación de la Jefatura de Operaciones Espaciales.

Igualmente, la simplificación de los procesos logísticos y de abastecimiento, con un gran nivel de eficiencia, fortaleciendo la investigación y desarrollo de Ciencia y Tecnología en los tres dominios, así como la Oficina de Autoridad Aeronáutica de Estado. En cuanto al Material y Equipo, se espera realizar mantenimiento eficaz de los activos aéreos, espaciales y ciberespaciales, la integración y estandarización

del sistema de comando y control de la institución con la Fuerza Pública y la actualización de equipos de inteligencia.

- **Políticas del comandante “DESDE EL CIELO PROTEGEMOS NUESTRA TIERRA” febrero de 2016**

Desde la perspectiva del Mantenimiento Aeronáutico, las políticas están orientadas a continuar con sus programas de capacitación, mejoramiento continuo, estandarización y tercerización. Estas políticas se orientan a la optimización de los recursos, sostenimiento de la capacidad instalada y a la proyección en cuanto a la renovación de la flota aérea buscando la estandarización de equipos. Otro aspecto importante es la integración de la sistematización de la Logística Aeronáutica en donde los softwares utilizados (SAP, APM, MUISCA, etc.), deben facilitar la gestión del Mantenimiento.

En materia de Gestión de Calidad, la FAC es la única Fuerza Militar certificada en todos sus procesos, por tal motivo gran parte de sus políticas están alineadas al “mejoramiento de la gestión y del sistema logístico aeronáutico a través de los tres principios del Plan de Calidad que son calidad, aseguramiento y garantía”.

3.2.1.14 Planes Sectoriales – Policía Nacional (PONAL)

El Marco Estratégico Institucional 2019-2022 de la Policía Nacional establece que las políticas que están asociadas para orientar la acción institucional y facilitar el proceso de toma de decisiones se dividen en políticas del marco normativo, políticas institucionales, y políticas del sistema de gestión, las cuales se describen a continuación:

- **POLÍTICAS DEL MARCO NORMATIVO:** Son emitidas por el Gobierno Nacional y enmarcan los lineamientos para el diseño y ejecución de las metas institucionales.
- **POLÍTICAS INSTITUCIONALES:** Son directrices que la institución se compromete a cumplir y que orientan sus esfuerzos y recursos hacia el futuro. Las cuales son:
 - Política de unidad institucional.
 - Política misional del servicio de Policía.
 - Política integral de transparencia policial.
 - Política de gestión del talento humano y cultura institucional.
 - Política de buen uso de los recursos.
 - Política de educación e innovación policial.
 - Política de comunicaciones estratégicas.
- **POLÍTICAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN:** Son directrices por parte de la Dirección General de la Policía Nacional en las que expresa su compromiso de cumplir con los requisitos legales, normativos, del cliente, entre otros, buscando la mejora continua, eficacia, eficiencia y efectividad del respectivo sistema de gestión.

3.2.2 Inversión Nacional y Regional

A pesar de que se firmó un Acuerdo de Paz con el que se suponía se iba a rebajar el gasto en el sector defensa al verse una disminución en intensidad del conflicto, Colombia se ubica en el primer lugar de los países de la región que mayor gasto militar tiene, destina 3,1% del PIB para este rubro. Para 2018, el país

inviertió USD \$10.600 millones, USD \$600 millones más que en 2017 cuando sumaba USD \$10.000 según el reporte de Instituto Nacional de Investigación de Paz de Estocolmo (Sipri) y del Banco Mundial. Sin embargo, este aumento en la inversión militar que hizo el país corresponde a que, a pesar de la firma del Acuerdo, se busca el fortalecimiento de las fuerzas militares en vez de debilitarlas ya que Colombia tiene varios frentes de lucha actualmente y la única herramienta de poder oponerse es a través de la defensa y tecnología militar.

Para el 2019, el presupuesto para el sector defensa fue de USD \$10.300 millones, de los cuales USD \$300 millones son destinados a la compra de armas y el resto hace parte del sostenimiento de las instituciones militares y de policía. Y para el 2020 los recursos asignados al sector fueron de USD \$10.372 millones, de los cuales USD \$10.081 millones fueron destinados para gastos de funcionamiento y USD \$293 millones para gastos de inversión. Según el CONPES 3964 se asignan recursos para el 2020 por COP\$ 1.010.972 millones (2,6 % de la inversión), los cuales se orientan al mantenimiento de los equipos como aeronaves, buques y equipo terrestre en las diferentes fuerzas. De igual manera, se financia la adquisición de material de guerra, construcciones de estaciones de policía, comandos y batallones. De otra parte, se realizan inversiones en sanidad militar, vivienda fiscal y para la solución transitoria de la sede del sector defensa y seguridad, incluyendo el traslado de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Para el 2022, con un aumento de \$4,3 billones con respecto al año anterior, el MinDefensa presentó el presupuesto que asciende a \$49.5 billones, de los cuales el 87% se destinará a gastos de funcionamiento de las FF.MM. y el 13% restante para inversión, para ser utilizado en el aumento de las capacidades de las Fuerzas Militares en seguridad pública y defensa, así como para el aumento de las capacidades de la Policía Nacional en prevención y seguridad ciudadana, fortalecimiento de la gestión, desarrollo marítimo fluvial y otros gastos de las instituciones.

De esta forma, en desarrollo de la Política de Defensa y Seguridad para la Legalidad, el Emprendimiento y la Equidad, Colombia busca fortalecer y legitimar la acción gubernamental, particularmente en las regiones y sitios donde se ha presentado el aumento de acciones delictivas de grupos al margen de la ley como son ELN, disidencias de las Farc, Clan del Golfo, y su negocio del narcotráfico; protección del medio ambiente, el agua y la biodiversidad en la amazonia colombiana; creación de capacidades en control territorial que garanticen la reactivación económica de Colombia y finalmente, estos nuevos recursos le permitirán al sector defensa mejorar las condiciones de soldados y policías, y avanzar en la implementación de la Ley del Veterano.

Adicional a esto, a través de entidades como la CIAC o la Corporación de Alta Tecnología para la Defensa (CODALTEC), se están desarrollando proyectos en el sector, como el UAV IRIS, ART Quimbaya, CIAC ART Operacional, CIAC ART Coelum, CIAC simulador URUBÚ S-17/PLANEADOR, SIRTAP Sistema Táctico De Altas Prestaciones (AIRBUS DS & CIAC S.A.), CIAC/Airbus ART ATLANTE+ / Atlante plus / SiRTAP de la CIAC o el Radar de vigilancia superficial – SINDER, el radar primario 3D Tader para la vigilancia y la defensa antiaérea, Proyecto PRORAM (prototipo radar de monitoreo), PPR - PERIMETER PROTECTION RADAR, Sistema Integrado de Sensores para Medio Ambiente (2019), denominado - EISS por sus siglas en inglés, (Environmental Integrated Sensors System), HORUS - Sistema de Mando y Control Multipropósito, software que permite integrar las señales de los radares en una plataforma georreferenciada; Simulador de Aeronaves Remotamente Tripuladas RQ-11B; SIMAER Simulador de aeronaves Cessna Caravan 208B, entre otros de CODALTEC.

Además, el Sector Defensa realizó la inversión en un simulador para la capacitación del personal en el control de tránsito aéreo. Este simulador se destinó a la Escuela de Suboficiales Andrés M. Díaz en el

municipio de Madrid, y con el cual la Fuerza Aérea pretende dar un paso mayor en la formación del personal para la prestación de los Servicios a la Navegación Aérea. En el año 2019 fue adecuado e instalado en el Comando Aéreo de Combate No 3 un simulador de tránsito aéreo como herramienta para el entrenamiento y prácticas de pilotos, tripulantes y controladores aéreos de la Fuerza Aérea Colombiana.

Para el 2020, el POAI (Plan Operativo Anual de Inversiones) asignó recursos al sector defensa y policía por 1.010.972 millones de pesos (2,6 % de la inversión), los cuales se orientan al mantenimiento de los equipos como aeronaves, buques y equipo terrestre en las diferentes fuerzas.

No obstante, además de los recursos asignados a inversión, la Fuerza Pública debe contar con un presupuesto para gastos de funcionamiento; la Tabla 17 muestra el presupuesto asignado por las Fuerzas Militares y la Policía Nacional entre el 2013 y el 2020 para mantenimiento aeronáutico, en esta se puede observar que los recursos destinados al mantenimiento son proporcionales al tamaño de la flota de cada integrante de la Fuerza Pública, tal como se puede apreciar en el documento de Análisis de Demanda Laboral.

Tabla 17. Presupuesto Asignado por la Fuerza Pública de Colombia para Mantenimiento Aeronáutico

	2013	2014	2015	2016	2017	2020
EJC	*	*	*	*	*	*
ARC	29.942.000.000	30.550.000.000	19.513.000.000	15.611.000.000	*	*
FAC	154.151.058.626	182.627.273.669	183.936.333.126	208.249.340.853	62.240.740.000	97,831,600,800
PONAL	81.137.215.578	65.111.981.629	76.074.419.733	87.189.206.811	*	*
TOTAL	265.230.274.204	278.289.255.298	279.523.752.859	311.049.547.664		

*Nota: Pendiente suministro de información por parte de las otras Fuerzas.

Fuente: Elaborada por los autores a partir de información proporcionada por el Ministerio de Defensa Nacional.

La Fuerza Aérea Colombiana, como el integrante de la Fuerza Pública de Colombia con la mayor infraestructura para la prestación de Servicios a la Navegación Aérea para la Aviación de Estado, asigna anualmente presupuesto para fortalecimiento y soporte de los servicios a la navegación aérea a nivel nacional, compra y mantenimiento de equipos de sistemas, de software, de equipos de comunicación, entre otros elementos necesarios para cumplir con su misión; es así como el presupuesto destinado por la Fuerza Aérea para el subsector Servicios a la Navegación Aérea, entre 2013 y 2016, sobrepasa los 4.300 millones de pesos y entre el 2019 y 2020 el presupuesto destinado para Servicios a la Navegación Aérea fue de COP \$3.500 millones.

4. Oportunidades de negocio

Teniendo en cuenta el análisis y evolución del sector aeronáutico y aeroespacial en el ámbito civil y militar, se encuentran las siguientes opciones de negocio para ofrecer dentro del mercado nacional e internacional en dónde se pueda dar cumplimiento a los diferentes desafíos y necesidades de los usuarios, empresas manufactureras, aerolíneas, fuerzas militares y el sector ambiental.

4.1 Ingeniería, modificaciones y mantenimiento

Proporcionando la información y la experticia técnica para la administración de las flotas y de las operaciones de los diferentes usuarios a través de la prestación de servicios de innovación tecnológica de ingeniería y mantenimiento, reduciendo la cantidad de novedades que se presentan en las operaciones aéreas y a su vez mejorando el desempeño de la aviación comercial y de Estado. Este servicio se enfoca en:

- Mantenimiento e Ingeniería
- Entrenamiento técnico.
- Ejecución de mantenimiento
- Modificaciones
- Gestión de contenido técnico
- Optimización de mantenimiento
- Consultoría empresarial

4.1.1.1 Ingeniería Digital.

La ingeniería basada en modelos en donde se optimiza el diseño y se vinculan los equipos de diseño, fabricación y mantenimiento, a través de un puente que conecta las brechas que existen en el entorno físico y digital, creando replicas digitales para la creación de nuevos sistemas con el uso de los diferentes dominios que permiten, a corto plazo, la simulación e interacción espacial con los procesos para el análisis de costos, viabilidad y, finalmente, acelerar los ciclos de vida de los diferentes proyectos para la toma de decisiones apropiadas.

Programas de entrenamiento virtual que permitan la interacción con diferentes entidades e instituciones educativas a nivel mundial generando colaboración e intercambio de conocimientos idóneos y los diferentes procedimientos aplicados de forma segura. Este tipo de entrenamiento ya está siendo utilizado a nivel mundial para todos los sectores económicos, así como la utilización de tecnología de realidad virtual y aumentada que permite la simulación de procedimientos de vuelo y mantenimiento sin necesidad del desgaste de la máquina, con el uso de herramientas inteligentes, máquinas conectadas, cadenas de suministro en red y AR / VR para técnicos que aceleran la producción y mejoran la calidad.

4.1.1.2 Mantenimiento

Teniendo en cuenta la necesidad de materiales y procesos que demanda la industria como son fundiciones, hojas de metal, piezas forjadas, procesos especiales, termoformado, tratamientos superficiales, subensambles, nitrocarburo, interiores de aeronaves, tratamientos térmicos, hidroformado, pruebas no destructivas, motores y rotores e inyección de plástico se tiene la oportunidad de generar un programa nacional de desarrollo de proveedores para consolidar la cadena de abastecimiento y mantenimiento, logrando que desde un solo sitio o clúster se puedan gestionar cada uno de los procesos de fabricación, mantenimiento y exportación de productos y servicios del sector aeroespacial colombiano.

La Industria aeronáutica en Colombia cuenta con potencial para prestar servicios y proveer con productos de valor agregado a las empresas del sector aeronáutico. Reconocidas empresas del sector de

autopartes y de servicios aeronáuticos cuentan ya con certificaciones internacionales para ser proveedoras de la industria aeronáutica internacional. Colombia tiene 16 aeropuertos internacionales y cuenta con el principal aeropuerto en transporte de carga (El Dorado) en América Latina.

La industria aeronáutica del estado colombiano se compone de un gran número de empresas y organizaciones como se evidencia en el análisis dentro de este documento, entre las que se encuentran proveedores Tier 1, Tier 2 y Tier 3, centros de investigación y desarrollo e instituciones académicas de gran reconocimiento a nivel nacional e internacional. En las principales ciudades, se pueden encontrar empresas del sector aeroespacial que se especializan en la fabricación de fuselajes, trenes de aterrizaje, estabilizadores, estructuras, aislantes, arneses eléctricos, componentes para turbinas, diseño de turbomáquinas, reparación de materiales compuestos, servicios de mantenimiento, ensamble de aviones ligeros, entre otros. Finalmente, para lograr un crecimiento exponencial se debe llevar a cabo el cumplimiento de las regulaciones técnicas o cumplimiento normativo, realizando sólidas pruebas y validación de los diferentes modelos de negocio de cada una de las empresas con sus capacidades específicas que componen el mercado nacional.

Oportunidades de la cadena de suministro

Algunos de los mejores prospectos para productos y servicios en la industria aeroespacial son:

- Servicios de MRO
- Equipo de pruebas
- Compuestos y procesos especiales
- Tratamientos de metal
- Moldeo aeroespacial
- Herramientas especiales
- Compuestos avanzados
- Servicios aeroespaciales especializados

4.1.1.3 Oportunidades de inversión en la industria aeronáutica en Colombia:

La industria aeronáutica cuenta con diferentes incentivos que buscan impulsar el desarrollo y competitividad del sector en donde, Colombia cuenta con una red de acuerdos comerciales firmados que permiten entrar con cero aranceles a mercados importantes en el sector aeroespacial en Norte América y Europa.

América Latina y Colombia tienen un gran potencial de crecimiento en términos de tráfico aéreo internacional, a lo que se suma la expectativa de crecimiento de la flota de aviones. Esto incide en una mayor demanda de servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves.

El sector aeronáutico ofrece oportunidades para el establecimiento de compañías que realicen operaciones de Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) y atender la creciente flota de aeronaves de pasajeros y de carga en la región.

También hay oportunidades en transferencia de tecnología de compañías internacionales a compañías locales con experiencia en la producción de piezas de aeronaves. Colombia cuenta cerca de 100 talleres

de mantenimiento de aeronaves y una creciente fuerza laboral capaz de satisfacer las necesidades de las compañías aeroespaciales.

Colombia puede servir de plataforma exportadora para empresas fabricantes de partes y piezas de aeronaves.

4.1.1.4 Desarrollo de software

Desarrollo de software para la gestión de los ciclos de vida de equipos operativos, así como software que permita la comunicación de comando y control con todas las áreas involucradas para la planificación y la ejecución de operaciones estratégicas.

A través de nuevos softwares e innovación tecnológica que actualmente se están produciendo para la fabricación de satélites, a través de convenios entre gobiernos con instalaciones que tiene capacidades de transformación, estas infraestructuras permiten la producción, el ensamblaje y las pruebas aceleradas de vehículos espaciales en un solo espacio configurado de manera flexible, que se adapta a múltiples niveles de clasificación de seguridad.

Recientemente, se han creado centros de investigación para apoyar la investigación y el desarrollo (I+D), no solo para turbinas, motores y componentes nuevos, sino también para impulsar soluciones tecnológicas para otros sistemas complejos, software y aplicaciones de ingeniería en procesos de fabricación.

Estas oportunidades van de la mano con el crecimiento del sector de la aviación, donde se observa un crecimiento en la demanda de entrenamiento de vuelo y mantenimiento, repuestos y servicios de mantenimiento, necesidades aeroportuarias y suministro de una variedad de aeronaves, incluidos ala fija y helicópteros.

4.1.1.5 Suministro de entrenamiento internacional

Colombia y sus FFMM durante muchos años ha sido reconocida por su gran experiencia y entrenamiento operativo para el combate, principalmente en el conflicto interno, pero también en ejercicios internacionales, en donde ha mantenido altos estándares y casi al mismo de nivel de países desarrollados como Estados Unidos.

Igualmente, Colombia dentro del marco del convenio de cooperación internacional, ha realizado cursos de pilotos básicos de helicópteros con los más alto estándares de formación académica, simuladores de vuelo y misiones de vuelo y seguridad en la aeronave TH-67 'Creek' que se encuentra en la Escuela de Helicópteros para las Fuerzas Armadas (EHFAA), ubicada en el Comando Aéreo de Combate No. 4 de la Fuerza Aérea Colombiana en Melgar, Tolima, a oficiales de las diferentes Fuerzas de Latinoamérica como son de Perú, Guatemala, Ecuador, Paraguay, Panamá, México, entre otros países latinoamericanos.

Bajo todos los principios de calidad y seguridad, los alumnos aprenden tanto en la fase teórica como en la práctica, cómo enfrentar todas las situaciones que se pueden presentar antes, durante y después del vuelo. Su capacitación les permitirá desempeñarse en las diferentes misiones que cumplirán como

pilotos de helicóptero trabajando en la constante lucha contra los delitos transnacionales que se afrontan en la región.

Teniendo en cuenta lo anterior, es una gran oportunidad para abrir el mercado de entrenamiento de vuelo, logística y mantenimiento aeronáutico para la aeronave T-6C Texan II a nivel Latinoamérica, en un principio, ya que, actualmente, este tipo de aeronaves solo las operan México, Argentina y Colombia, lo que permitiría abrir el mercado de capacitación de vuelo militar dentro del marco del convenio de cooperación internacional para que otros países lo operen no solo como avión de entrenamiento, sino que también puede ser utilizado en inteligencia, vigilancia y reconocimiento, patrulla aérea, vigilancia de fronteras o marítima, contrainsurgencia, lucha contra narcotráfico, etc.

4.1.1.6 Sistemas de vigilancia

Los sistemas de vigilancia no estático se basan en la utilización de aerostatos fijos (los cuales se pueden trasladar a las diferentes zonas estratégicas) izados hasta a una altura de 600 metros (depende de la altura sobre el nivel del mar del sitio donde se desplegara el aerostato), dotado de diferentes sensores tales como: cámaras de visión diurna y nocturna, con alcance mínimo de 35 kilómetros, detectores de detonación, el cual, acoplado a la cámara, hará que una vez detectada la explosión la cámara gire al sitio donde ocurrió esta detonación, radares marítimos o aéreos con capacidad de detectar drones, equipo de perifoneo, luces de búsqueda, entre otros equipos, los cuales transmiten la información a una estación terrestre.

En la actualidad, son varios los países que están implementando esta tecnología de vigilancia a través de aerostatos, gracias a que la vigilancia efectuada desde las alturas permite que los equipos a bordo del mismo identifiquen desde largas distancias aspectos como movimiento de vehículos y personas, al punto de permitir identificar la marca, modelo y color de los mismos.

Los modernos equipos que se encuentran a bordo del globo no solo son usados para la vigilancia en tierra sino también para el control del espacio aéreo, los aerostatos están en capacidad de detectar aeronaves que se encuentren a más de 200 millas de la ubicación del mismo, información que es transmitida a los centros de control, el cual, gracias a los equipos con que éste cuenta, puede realizar seguimiento a más de 50.000 aviones aproximadamente.

A nivel internacional, y teniendo en cuenta las estadísticas presentadas por diferentes autoridades de los diferentes países que hacen uso de esta tecnología, se ha presentado una disminución del 89% en aeronaves que realizan vuelos sospechosos a través de la frontera, los cuales han sido detectados, ya que la mayoría de pilotos de vuelos ilegales lo hacen a bajas alturas para no ser detectados por los radares.

En Colombia, el “SISTEMA DE VIGILANCIA PERMANENTE EN ÁREAS CRÍTICAS”, es la herramienta más conveniente en la actualidad para hacer vigilancia y control permanente en zonas de altos niveles de violencia y donde están concentrados los principales problemas como el narcotráfico, la minería ilegal y la deforestación, así como en las fronteras, las cual permite vigilar una amplia zona, en donde no solo se verifica la vigilancia en pasos legales, sino que se controla el movimiento en pasos ilegales y trochas.

El concepto operacional de este sistema de vigilancia radica en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Proporcionar reconocimiento anticipado en el día y la noche.
- Supervisar los vehículos mientras patrullan.

- La cobertura no sólo para proyectos ubicaciones / sitios fijos, también para vehículos que viajan y la cobertura de la mayoría de los sitios visitados por las fuerzas de seguridad.
- El control transparente y la observación total del área.

Adicionalmente, el sistema se puede complementar mediante el uso de Aeronaves tripuladas o mediante la puesta en funcionamiento de drones, permitiendo de esta manera tener certeza de los eventos que se están presentando en la zona. La implementación de estos equipos se presenta como una medida opcional por parte de las autoridades correspondientes.

A nivel general, en nuestro país faltan estudios más detallados, que permitan formular planes de acción contundentes para enfrentar a las bandas criminales que operan en áreas específicas, por lo que la implementación de esta tecnología se convierte en una alternativa que permite apoyar la identificación de los puntos críticos en donde se presenta el delito, la manera como la población se ve afectada, los medios que permiten que las actividades se desarrollen en esas zonas, entre otras consideraciones.

4.1.1.7 Medio Ambiente

Dentro del escenario de Compromisos Internacionales con respecto a la reducción de las emisiones de la aviación, además de las NDC, se incluyen los compromisos de reducción de emisiones de la aviación nacional de cada país. Por lo tanto, este escenario refleja los compromisos actuales de reducción de emisiones del mundo, que se sabe que son insuficientes para limitar el calentamiento global a 2 °C o menos e incluso reducir la tendencia que va en aumento.

El escenario de 2 grados va de la mano con el objetivo general del Acuerdo de París de mantener “la media mundial en cuanto al aumento de la temperatura muy por debajo de 2 °C por encima de los niveles preindustriales y continuar los esfuerzos para limitar el aumento de temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales. Este escenario pretende que las reducciones de emisiones asociadas con el transporte aéreo se logren mediante una combinación de medidas, como son el mejoramiento de la eficiencia del uso de combustible, aumento en el uso de combustibles alternativos bajos en carbono y un cambio en la actividad de los pasajeros aéreos hacia modos de viaje más eficientes energéticamente, como el uso del tren de alta velocidad. Bajo este escenario se pretende que la eficiencia del combustible mejore en un promedio de 2.5% por año entre 2014 y 2030 y los biocombustibles sostenibles cubran el 8% de la demanda de energía del transporte aéreo para 2030.

Un punto crítico a tener en cuenta es que la aviación tiene impactos adicionales en el cambio climático que van más allá de las emisiones de CO₂, los cuales se generan por el desarrollo de vuelos a gran altura. Estos impactos incluyen el calentamiento causado por los óxidos de nitrógeno (NO_x), las emisiones de vapor de agua, por la formación de estelas de condensación y el aumento de la nubosidad. Los efectos distintos del CO₂ siguen ocurriendo incluso cuando los biocombustibles reemplazan al combustible para aviones convencionales. (Simon Dietz, 2019)

Teniendo en cuenta todas las iniciativas verdes desarrolladas y mencionadas dentro del presente documento; por las diferentes entidades estatales y las empresas de aviación para disminuir las emisiones de ruido, bajo consumo de combustible fósil y disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), a continuación, se presentan algunas oportunidades de negocio.

Extractores de CO₂ atmosférico

El dióxido de carbono es el gas presente en la atmósfera más preocupante para la comunidad de expertos en cambio climático debido a su gran cantidad procedente de la acción humana y del transporte aéreo que es lo que nos concierne hoy por hoy. Aunque es imposible eliminarlo por completo, a través de la tecnología, la captura de dióxido de carbono será uno de los mayores avances del mundo, según lo expresado por expertos.

Capturar CO₂ a partir de la atmósfera es un proceso costoso e ineficiente, ya que requiere procesar grandísimas cantidades de aire, pero será posible en un futuro cercano, a través del paso del aire atmosférico por una planta de procesamiento especial que, mediante unos circuitos de recirculación y unos filtros especiales, capture el dióxido de carbono y lo convierta en otra sustancia. El CO₂ supone solo un 0,04% de la composición atmosférica, suficiente para provocar un enorme cambio climático, pero muy complicado para poder extraerlo del aire.

Sin embargo, en una reciente investigación, la compañía Carbon Engineering, estima que podría capturar CO₂ por entre \$ 94 y \$ 232 por tonelada métrica. Esta empresa comenzó con una planta piloto que empezó la producción de combustibles a partir del CO₂ en 2017. Hasta la fecha, su método es el más económico para usar el dióxido de carbono atmosférico como sustrato.

El objetivo de Carbon Engineering es utilizar la captura directa de aire para producir combustibles neutros en carbono y convertir energía libre de carbono en combustibles de alta energía para vehículos como aviones y embarcaciones, que son difíciles de electrizar. A través de una planta de enfriamiento industrial, que contiene una solución de hidróxido líquido, captura CO₂ y lo convierte en carbonato. Luego, el carbonato se convierte en gránulos en un equipo para extraer minerales, inicialmente en plantas de tratamiento de agua. Finalmente, los gránulos de carbono se calientan en un horno y se transforman en gas de dióxido de carbono puro que se puede convertir en combustible sintético. (Burrows, 2018)

A pesar de todo el avance que ha tenido esta tecnología, todavía se encuentra en proceso de desarrollo e inversión para el establecimiento de este tipo de plantas a nivel global.

Otros sistemas

En los sistemas de post-combustión, los gases resultantes de la combustión del carburante en el aire contienen pequeñas fracciones de CO₂. Éste se captura por la inyección de los gases de combustión en un líquido que absorbe únicamente el CO₂ (como un solvente orgánico enfriado o comprimido). El CO₂ casi puro puede entonces ser liberado del líquido, al calentarlo o liberar la presión. Ya se están utilizando similares procesos de separación a gran escala para eliminar el CO₂ del gas natural.

En los sistemas de pre-combustión, el combustible primario se transforma en gas mediante su calentamiento con vapor y oxígeno. Esta transformación produce un gas compuesto esencialmente de hidrógeno y de CO₂, en donde el primero puede utilizarse para la producción de energía o calefacción.

La oxicomustión utiliza el oxígeno puro para quemar el combustible en lugar de utilizar el aire, que únicamente contiene 20% del oxígeno y mucho nitrógeno. Su resultante es un gas mixto compuesto esencialmente de vapor de agua y de CO₂. El vapor de agua puede separarse fácilmente del CO₂ mediante el enfriamiento y la comprensión del flujo de gas. Sin embargo, al requerir una separación previa del oxígeno y del aire, este proceso resulta bastante complicado. Ya se están utilizando sistemas de captura

similares en varios procesos industriales, como la producción de hidrógeno o de urea y la gasificación del carbón. (Green Facts, 2021)

En marzo de 2020, se dio inicio al proyecto de demostración de metano renovable APA por parte de la agencia australiana de energía renovable (ARENA por sus siglas en inglés) y su socio Southern Green Gas Pty Limited, el cual empezó a operar a finales de 2021, y se ha podido demostrar la importancia y necesidad de producir metano renovable utilizando hidrógeno renovable y CO₂ a través de la tecnología de captura directa de aire (DAC) alimentada por energía solar.

El proyecto tiene como objetivo demostrar los beneficios técnicos y comerciales de un sistema integrado de producción de metano renovable y electrólisis de 5 kW. El proceso de metano renovable implica la producción de hidrógeno renovable a partir de un electrolizador de membrana de intercambio aniónico (AEM). El electrolizador utiliza agua extraída de la atmósfera y funciona con energía solar fotovoltaica. El hidrógeno producido se convierte luego en metano por reacción con dióxido de carbono, que también se extrae directamente de la atmósfera. El sistema incorpora almacenamiento de hidrógeno para permitir la producción de metano renovable de forma continua. El agua se recircula de nuevo al electrolizador, y el agua para la electrólisis se extrae de la atmósfera. (ARENA, 2021). Actualmente existen 26 proyectos de CAC (captura y almacenamiento de carbono) en todo el mundo que, vinculados, pueden capturar y almacenar unos 40 millones de toneladas de dióxido de carbono al año. Para ello, el CO₂ se conduce a formaciones geológicas profundas o se bombea en antiguos yacimientos de petróleo y gas. Según el Global CCS Institute, una organización internacional que promueve la expansión de esta tecnología, hay más de 40 proyectos adicionales en construcción o en fase de planificación avanzada en casi todos los continentes. (Buchsbaum, 2020)

Las compañías de transporte que encabezan el ranking de la sostenibilidad apuntan al biometano y al hidrógeno como las soluciones que jugarán un rol decisivo para alcanzar los objetivos climáticos. Según lo observado en el Green Gas Mobility Summit realizado en septiembre de 2022, las empresas confirman su apuesta por los gases renovables, pero también ponen de manifiesto las dificultades a las que se están enfrentando por la escalada de los precios del gas natural y recuerdan que acudieron a este combustible como única solución capaz de reducir emisiones frente al diésel y ahora no están recibiendo ningún tipo de apoyo. Igualmente, las tensiones políticas también han hecho evidente la importancia de la independencia energética y con ello del impulso necesario a la producción de gases renovables.

Y finalmente, la conclusión a la que se llegó en la cumbre fue que el biometano es una tecnología madura que puede jugar un rol importante desde ya en la descarbonización del transporte, pero para ello los gobiernos deben establecer una consideración especial para las compañías que lo usan, dado que se trata de un combustible neutro en emisiones y 100% renovable.

4.2 Logística Aeronáutica.

Teniendo en cuenta la necesidad de la optimización y equilibrio entre los procesos de compras y la logística, se debe generar un balance entre las necesidades de inventario de la organización con los precios y las condiciones de entrega de las mercancías, materiales o insumos. Lo anterior se puede lograr a través de la implementación de programas de software de control a los inventarios de material aeronáutico que permiten obtener avances para la logística aeronáutica, con la aplicación de modelos de Inventarios, trazabilidad de partes aeronáuticas y estándares de sistemas de almacenamiento, entre otros, y que, a su vez, estos sean administrados directamente por el área de logística y compras, ya que con este tipo de

sistemas habría un mayor control en la adquisición de la cantidad de inventario necesaria según la demanda, con el fin de mantener almacenado la menor cantidad de mercancías o insumos como sea posible o en el mejor de los casos que el nivel de inventario sea cero.

Los procesos logísticos son el resultado de la integración y la estandarización de los mismos a través de la cadena logística, que permita conformar el sistema logístico aeronáutico, y así poder responder bajo los criterios de efectividad y eficiencia de los tiempos de respuesta, ante la necesidad de disponibilidad de la capacidad física (aeronaves y equipos asociados, sistemas de aseguramiento y control de calidad, niveles de stock estratégicos de material aeronáutico, óptimos tiempos de nacionalización y distribución de material) y la capacidad del recurso humano disponible (integración de proveedores con alto grado de especialización), lo que permite que la logística sea más operacional.

Actualmente, en Colombia ya no se depende totalmente de la importación de los suministros de equipos y piezas para las aeronaves, debido al incremento y mejora de las capacidades de ingeniería de las empresas colombianas para fabricar con el respectivo aval de las casas matrices, lo cual se traduce en reducción de costos, normas arancelarias y de importaciones, y mejor calidad. Sin embargo, existe un gran campo de trabajo para innovar y mejorar los procesos logísticos a través de los medios tecnológicos. Este servicio se debe enfocar en:

- Mejoramiento de la estrategia comercial con repuestos fungibles, rotativos, reparables y consumibles.
- Servicios de gestión de reparación de componentes con piezas OEM.
- Transacciones únicas para la gestión de la cadena de suministro.
- Programas para la previsión de despacho de partes intercambiables y sustituciones que no afecten la operación normal.
- Proveer información para el aprovisionamiento y control de inventario de partes de las diferentes aeronaves.
- Soluciones de gestión integrales y adaptadas a las necesidades del usuario.

4.3 Ampliación de las capacidades operacionales de las Fuerza Militares y Policía Nacional de Colombia

4.3.1 Capacidades Militares

El incremento de las capacidades militares se presenta bajo los lineamientos de la seguridad y como parte del balance de poder. Una de las capacidades más importantes para los estados en la gestión de crisis, es el incremento de armamentos y tecnologías para las fuerzas armadas, y para ello se derivan tres niveles de planeación para la actualización de estas capacidades (Moreno, P., 2014):

Capacidad militar: Se deriva principalmente con el objetivo de seguridad y defensa según el armamento existente en los demás Estados, integrados por el sistema terrestre, naval y aéreo, en donde se pretenden actuar frente a situaciones de operaciones especiales, ciberespacio, espectro electromagnético, entre otros. Por otro lado, esta capacidad pretende consagrar el mando y control que se sustentan directamente con las decisiones políticas y militares, las cuales también se relacionan con el alcance de los objetivos estratégicos.

Capacidad operativa: Se presenta para desarrollar un objetivo planteado o concreto, ya sea a “nivel estratégico, operacional o táctico”, y se fundamenta bajo la organización y dirección política y militar en sus capacidades de infraestructura y personal, con el fin de obtener “el máximo rendimiento del potencial que integra”.

Capacidad de combate: Esta capacidad se orienta en la comparativa de armamento frente a los Estados vecinos. Está conformada por factores cuantitativos, los cuales se establecen con los recursos de “apoyo logístico, potencia de fuegos, maniobras y protección” que proporcionan potencia en un escenario de combate.

4.3.2 Inversión colombiana en Defensa

En los últimos años, Colombia ha incrementado su gasto militar de manera significativa, posicionándose hoy como la segunda fuerza militar en América del Sur después de Brasil, sin embargo, su asignación para la actualización de capacidades es principalmente hacia el armamento terrestre. Además de tener proyecciones bastante ambiciosas para la adquisición de armamentos, el respaldo por parte de los Estados Unidos se ha convertido en un gran escudo para el enfrentamiento directo; así mismo, Estados Unidos ha venido proporcionando recursos, principalmente para el enfrentamiento de narcóticos (“objetivo declarado de la ayuda militar estadounidense”), y en segundo grado para la lucha contra grupos armados ilegales (“objetivo colateral”).

A finales del año 2021, se tenía aprobado un presupuesto de defensa de 41,9 billones de pesos, aproximadamente 11.000 millones de dólares, el segundo más alto en Latinoamérica, el Ministerio de Defensa Nacional de Colombia lo tenía destinado para la compra y mantenimiento de equipos de las Fuerzas Militares y de Policía la suma de 1,35 billones de pesos, unos 355 millones de dólares, reactivando los diferentes proyectos de adquisición que dejaron de materializarse en este 2021 debido a la pandemia.

Sin embargo, la principal perspectiva para pensar que en los últimos meses del año 2021 del gobierno (Duque) esta situación cambió al generarse el desbloqueo de recursos, lo que posibilitó el inicio de algunos procesos menores de compra de nuevos equipos y aparentemente la aprobación de los recursos para el CONPES (de carácter reservado) destinado a la defensa aérea del país y que se estima en cerca de 2.200 millones de dólares, los cuales se invertirían en la renovación de la flota de cazas, de aviones lifts y en un sistema de misiles para el SISDAN.

Esta es una posibilidad que está condicionada por la creciente tensión política que se desarrolla en el país, más cuando una de esas posiciones se opone tajantemente a cualquier inversión para el sector de la defensa.

Ya finalizando el 2022, en el mandato del señor Presidente Duque se anunció a través del Ministerio de Defensa la propuesta de financiación del Plan de Modernización de las Fuerzas militares de Colombia, un macro proyecto que tiene un valor total que supera los 13 billones de pesos (unos 3000 millones de dólares). Este plan, que está soportado por la Ley 1955 de 2019 que expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2018 2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad, el CONPES aprobado 3995 y el documento CONPES (*de carácter reservado*), traza la hoja de ruta para la adquisición de todos los equipos estratégicos que tendrán el Ejército Nacional, la Fuerza Aérea Colombiana y la Armada Nacional en un futuro y que garantizarán la relevancia estratégica y el poder disuasorio colombiano en las próximas décadas. Este CONPES a través de vigencias futuras y en un CONFIS buscan garantizar la financiación de esas capacidades de superioridad aérea, terrestre y marítima que requiere Colombia.

No obstante, si se materializa el documento CONPES, este estaría destinado casi exclusivamente al fortalecimiento del poder aéreo, incluyendo los necesarios proyectos de renovación de la flota de aviones Kfir y A-37 Dragonfly de la Fuerza Aérea Colombiana, así como la renovación de las Fragatas de la Clase Almirante Padilla de la Armada Nacional bajo el proyecto de las Plataformas Estratégicas de Superficie (PES) y la urgente renovación de las capacidades estratégicas del Ejército Nacional que incluyen la adquisición de vehículos blindados y sistemas de defensa aérea para resguardar puntos neurálgicos y estratégicos del país..

Perspectivas de renovaciones, modernizaciones y adquisiciones se han dado prácticamente en los últimos 20 años, con algunos procesos significativos, pero que todavía no se han materializado y respecto a la actualización de los principales sistemas de defensa de Colombia, con los medios necesarios y/o suficientes para la defensa de sus activos estratégicos. Igualmente, la materialización de estos planes de fortalecimiento de las capacidades de las FFMM dependerá de la continuidad que le dará el próximo gobierno para las diferentes adquisiciones para reemplazar los equipos antiguos de las Fuerzas Militares de Colombia.

Oportunidades del sector de defensa

Otra área de oportunidad comercial potencial es en defensa aeroespacial. La Secretaría de Defensa de Colombia, que incluye a cada una de las Fuerzas Militares, tiene programas de fabricación recientes.

Si estos programas se llevan a cabo de manera más agresiva, se pueden generar oportunidades de suministro para la fabricación de prototipos de cañón, aviones de dos plazas, aviones de entrenamiento experimental, misiles aire-tierra y lanzadores para aviones militares, además de una serie de proyectos de defensa planificados que están a la espera de la autorización presupuestal. Además, se han identificado las necesidades de gasto militar que incluyen lo siguiente:

- Radares de vigilancia aérea (arrendamiento)
- Helicópteros para operaciones de alto impacto (arrendamiento)
- Activos de operaciones tácticas
- Construcción de barcos
- Helicópteros de carga y transporte personal, y aviones de carga y transporte militar
- Sistemas y equipos para la vigilancia marítima

4.3.3 Propuesta para fortalecer las capacidades del Poder Aéreo.

A continuación, se enlistan las opciones de aeronaves viables en el mercado que pueden adquirir las Fuerzas Militares para ampliar y modernizar sus capacidades de poder aéreo.

4.3.3.1 AERONAVES DE COMBATE LIGERO

SCORPION (TEXTRON AIRLAND): El Textron Airland Scorpion es un avión ISR y de ataque ligero, cuyo prototipo fue construido en secreto por Cessna en sus instalaciones de Wichita, Kansas, entre abril de 2012 y septiembre de 2013, volando por primera vez el 12 de diciembre de 2013.

El Scorpion es una aeronave turbofán que ofrece un mejor alcance de casi cualquiera de los tipos de turbohélice a velocidad de crucero similar, pero con el potencial de alcanzar una velocidad de 450 kts y de portar más del doble de carga de armamento, así como una bodega interna que se puede utilizar para los sensores, combustible o armas. Además, Scorpion es capaz de emplear una variedad de conjuntos de armas, incluidas municiones guiadas de precisión (PGM) para ataques de precisión. Igualmente, cuenta con la capacidad de realizar innumerables misiones diversas, ofreciendo capacidades ISR/Strike únicas en su tipo. Scorpion también tiene la capacidad única de integrar sensores y paquetes de misión a medida que evolucionan las amenazas y las misiones.

La Fuerza Aérea de Colombia está interesada en iniciar, a corto o mediano plazo, los procesos de renovación de su actual flota de aviones Cessna A-37B Dragonfly, con más 35 de años de servicio en esta institución y que presentan recurrentes problemas y accidentes operacionales. Por lo anterior, la compañía norteamericana Textron AirLand en el año 2015 demostró a la Fuerza Aérea Colombiana el avión de combate "Scorpion", moderna aeronave multimisión. Los vuelos de demostración para la Fuerza Aérea Colombiana se realizaron en la base de Apiay en 2015, la aeronave de prueba, de matrícula N531TA, llegó al país procedente de Estados Unidos y realizando escalas técnicas en los aeropuertos de San Andrés y Barranquilla, antes de llegar a la Base Aérea Capitán Luis F. Niño, ubicada en Apiay, departamento del Meta.

A continuación, se relaciona el análisis de las ventajas y desventajas del equipo.

Análisis del Scorpion

POSITIVO	NEGATIVO
<p><u>FUERZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Versatilidad para misiones multipropósito (entrenamiento aire-aire y aire tierra). • Posee tanques de combustible auxiliares, que permite tener en un alcance más amplio. • NVG • Capaz de operar en pistas no preparadas. • La capacidad de realizar reparaciones de campo y de magnitud. • Elevada disponibilidad operacional. 	<p><u>PUNTOS DÉBILES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe equipar con la opción de reabastecimiento en vuelo, la autonomía aumenta notablemente. • 6 puntos duros para armamento, menor capacidad de carga de armamento en comparación con las otras 2 aeronaves.
<p><u>OPORTUNIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se adapta a las necesidades operacionales ya que se encuentra como prototipo, permite amplia negociación. • Ofrece un mejor alcance de casi cualquiera de los tipos de turbohélice a velocidad de crucero 	<p><u>AMENAZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene un mayor costo de operación en comparación con las otras aeronaves.

similar, pero con el potencial de alcanzar una velocidad de 450 kts y de portar más del doble de carga de armamento, así como una bodega interna que se puede utilizar para los sensores, combustible o armas.

M-346FA (Leonardo (Italia))

Avión caza biplaza (Entrenamiento avanzado, Combate ligero, Policía Aérea / Interceptor de objetivos lentos, Apoyo Aéreo Cercano, Contra insurgencia, Controlador Aéreo Avanzado Búsqueda y Rescate de Combate, Interdicción del Campo de Batalla), Apoyo Aéreo Táctico para operaciones Marítimas, Reconocimiento Táctico, etc.) de bajo costo de mantenimiento y solución táctica altamente rentable.

Dentro del componente tecnológico, el avión tiene una suite de comunicaciones centrada en la red de alta gama con un sistema de comunicaciones seguras y Tactical Data Link; un sistema de autoprotección extremadamente completo (DASS – Defensive Aids Sub-System). También está disponible un sistema integrado Helmet Mounted Display (HMD) y finalmente posee una arquitectura modular del sistema de aviónica digital de fácil actualización. A continuación, se relaciona el análisis de las ventajas y desventajas del equipo.

Análisis del M-346FA

POSITIVO	NEGATIVO
<p><u>FUERZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Versatilidad para misiones multipropósito (entrenamiento aire-aire y aire tierra). • NVG • Disponibilidad de entrenamiento en simulador (M346). • Asiento eyectable. • Capaz de operar en pistas no preparadas. • Elevada disponibilidad operacional. • puntos duros para armamento 	<p><u>PUNTOS DÉBILES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • No posee tanques de combustible auxiliares, que no permite tener en un alcance más amplio.
<p><u>OPORTUNIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de hora de vuelo y mantenimiento. 	<p><u>AMENAZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Carece de cañón integrado. Puede usar pods de .50 o de 20mm.

<ul style="list-style-type: none"> • Se adapta a las necesidades operacionales ya que se encuentra como prototipo, permite amplia negociación. • Alcanza la mayor Velocidad máxima operativa (Vno) (KNTS) en comparación a los otros 2. • Capacidad de reabastecimiento de combustible aire-aire. Provisión para reabastecimiento en vuelo compatible con los KC-130. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los entrenadores en el combate aire-aire son relativamente lentos, no tan manejables y carecen de una capacidad de ataque más allá del alcance visual (no vienen equipados con un radar de control de fuego).
--	---

4.3.3.2 AERONAVES DE ENTRENAMIENTO Y ATAQUE LIGERO (LIFT: Lead In Flight Training)

T-7A RED HAWK (Boeing – SAAB)

Actualmente, esta aeronave se encuentra en desarrollo y tendría un costo aproximado unitario de US\$ 30 millones, sin embargo, aún no se tiene un estimado del costo operativo.

Este es un avión biplaza de ataque ligero, entrenador avanzado o agresor de bajo costo de mantenimiento y en 2018 fue seleccionado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos como el ganador del programa Advanced Pilot Training System (TX) para reemplazar el Northrop T-38 Talon.

Actualmente se están realizando pruebas de 2 prototipos del T-7A que cuentan con una cabina moderna, similar a la de un caza, equipada con aviónica flexible, integrada en el entrenador. La cabina cuenta con una pantalla táctil modular de gran área, mejor visibilidad, pantalla del controlador frontal, que ofrece una variedad de opciones de capacitación tanto para instructores como para estudiantes.

Análisis del T-7A RED HAWK

<u>POSITIVO</u>	<u>NEGATIVO</u>
<p><u>FUERZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aunque es de entrenamiento avanzado se puede adaptar para misiones de ataque ligero o agresor. • Posee capacidad de reabastecimiento en vuelo, que permite tener en un alcance más amplio. 	<p><u>PUNTOS DÉBILES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aeronave con un alto costo para su adquisición.

<ul style="list-style-type: none"> sistema de combustible diseñado por Saab para el T-7A es eficiente y fiable. 	
<p><u>OPORTUNIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se adapta a las necesidades operacionales, tanto militares y civiles. En comparación con el KAI T-50, y Alenia M-346 el Boeing T-7 se considera como el mejor equipo de entrenamiento avanzado. Oportunidad de venta en Asia y el Pacífico. 	<p><u>AMENAZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tiene poca capacidad para carga de armamento. Será reemplazado por el T-X ó T-7A RED HAWK Tiene un alto costo de operación.

Hawk MK128 LIFT / HAWK T2 (BAE SYSTEMS)

Avión biplaza de entrenamiento de jet avanzado LIFT, esta aeronave tiene excelentes características de vuelo con buena estabilidad y respuesta a los controles sobre los tres ejes. Así mismo, está autorizada para una amplia gama de maniobras acrobáticas y exhibe muy buena resistencia a la salida, incluso fuera de la envolvente de vuelo normal. La aviónica permite simulaciones de variadas funciones de un caza moderno, combinadas con un extenso sistema de informes de misiones que extrae el máximo rendimiento de cada salida. A través del enlace de datos de la aeronave, se generan retornos de radar sintético para el entrenamiento de interceptación y maniobras básicas de combate, pero no se instala ningún radar. La capacidad de simulación a bordo también permite "lanzamientos de armas" aire-tierra, entrenamiento realista de guerra electrónica (EW) contra sistemas de misiles tierra-aire (SAM) y otros escenarios operativos complejos.

Análisis del HAWK T2

<u>POSITIVO</u>	<u>NEGATIVO</u>
<p><u>FUERZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Versatilidad para misiones multipropósito (entrenamiento aire-aire y aire tierra). Disponibilidad de entrenamiento en simulador. 5 puntos duros para armamento Cada cabina está equipada con un asiento de expulsión asistido por cohete cero-cero Martin-Baker Mk 10B. 	<p><u>PUNTOS DÉBILES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> El Hawk todavía está en producción en el Reino Unido y, bajo licencia, en la India por Hindustan Aeronautics Limited (HAL), con más de 900 Hawks vendidos a 18 operadores en todo el mundo. Lo que no permite una amplia negociación por contar con muchas ofertas.
<p><u>OPORTUNIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de reabastecimiento de combustible aire-aire. La aeronave tiene excelentes características de vuelo con buena estabilidad y respuesta a los controles sobre los tres ejes. 	<p><u>AMENAZA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Es un avión antiguo, lo cual disminuye su capacidad de vida útil.

- Alto nivel de servicio, así como menores costos de compra y operación que los otros entrenadores.

4.4 Soluciones de entrenamiento aeronáutico

Se requiere el desarrollo de mejores profesionales de la aviación, por lo cual se debe contar con programas de entrenamiento flexibles, desarrollados por expertos en la materia y respaldados por las entidades regulatorias, para lograr contar con profesionales competitivos a nivel internacional en materia técnica y de vuelo.

Los pilotos, tripulaciones y personal de mantenimiento buscan capacitación sobre todos los sistemas vitales para la operación de vuelo y certificación aprobada por las entidades regulatorias, ya sea en línea o en persona, utilizando tecnología avanzada de simulación y entrenamiento en tierra en todo el mundo.

Los entrenamientos de vuelo, mantenimiento y cabina requeridos como de habilitación tipo (iniciales y recurrentes), cursos de diferencias y cursos obligatorios de tierra a nivel mundial, incluyen formación teórica a través de eLearning o cursos virtuales/en línea, en vivo o en un aula, en los diferentes centros de instrucción aprobados. La formación práctica, en donde se incluye la integración de sistemas y el entrenamiento de procedimientos, se realiza a través de dispositivos de entrenamiento de vuelo como son los simuladores fijos, entrenadores con pantalla táctil, simuladores de vuelo completos (con movimiento) y simuladores de realidad virtual o aumentada.

Actualmente, la OACI tiene una gran responsabilidad para garantizar que la comunidad de aviación civil, especialmente los Estados, tenga acceso a profesionales calificados necesarios para apoyar el desarrollo seguro y sostenible del transporte aéreo. La OACI define las normas de capacitación y alienta a los Estados a armonizar sus programas de capacitación para mejorar las capacidades de su personal de aviación hasta el nivel más alto posible. Por todo lo anterior, la Organización ofrece el programa TRAINAIR PLUS (TPP) a todos los Estados miembros, las organizaciones internacionales y regionales, las líneas aéreas, los aeropuertos, los proveedores de servicios de navegación aérea, los fabricantes, los proveedores de capacitación y educación y las organizaciones de desarrollo todas aprobadas por las entidades regulatorias de cada país para que tengan la posibilidad de unirse al Programa TRAINAIR. El entrenamiento se realiza a través de medios interactivos en línea, cursos en aula virtual y cursos en aulas tradicionales de manera presencial con instructores aprobados por la OACI, finalmente, el pensum académico incluye todo lo relacionado con aeródromos, sistemas de navegación aérea, transporte aéreo, normatividad, gestión aérea, seguridad operacional/física y desarrollo de competencias en entrenamiento.

Los objetivos del TPP son:

- Promover la implementación de un enfoque asequible basado en competencias para la capacitación en aviación;
- Racionalizar y facilitar la implementación y el desarrollo de la metodología TRAINAIR PLUS utilizada en los Conjuntos de Material Didáctico Normalizados (CMDN);
- Coordinar y proporcionar apoyo técnico para la capacitación de los desarrolladores de cursos;
- Proporcionar control de calidad a lo largo del proceso de desarrollo de un CMDN; y

- Operar un sistema internacional de intercambio de CMDNs y una red de capacitación cooperativa.

TPP se basa en tres herramientas interrelacionadas:

- Desarrollo de material de capacitación estandarizado;
- Establecimiento de un mecanismo internacional de intercambio de cursos de capacitación; y
- Creación de una red internacional de intercambio entre centros públicos y privados.

TPP aborda todos los campos de las actividades de aviación civil, desde la capacitación básica en equipos y sistemas que respaldan los nuevos proyectos de implementación, hasta cursos de nivel de posgrado para una variedad de profesionales de la aviación civil. (Aeronáutica Civil-CEA, 2019)

Con el desarrollo y validación del curso "Investigación de incidentes ATS, una herramienta para el SMS" realizado en el mes de abril de 2018, el Centro de Estudios Aeronáuticos se hizo merecedor de la membresía Plena del Programa Trainair Plus de la OACI. En el mes de agosto de 2018 el CEA se acredita al CEA como Miembro Pleno de este programa. De esta manera, el CEA puede acceder a todos los beneficios de esta nueva categoría, y así mismo acceder a una bolsa de más de 150 cursos estandarizados en áreas críticas de la aviación civil, con lo cual aumenta su oferta de capacitación a nivel nacional. En febrero del año 2019 le fue renovada la membresía a la UAEAC por tres años más.

La aviación comercial y militar ha representado una gran parte en la economía Colombia en la última década, creando nuevas oportunidades comerciales que benefician los nuevos nichos de mercado que se crearon en la última década, además se buscará el sistema que reduzca de manera significativa las debilidades y amenazas encontradas en los diferentes sectores de la compañía (financieras, logísticos y humanas) que ponen en riesgo las operaciones comerciales, tales como son los altos costos en el funcionamiento en caso de irregularidad que pueden impactar negativamente los propósitos a corto y largo plazo

Teniendo en cuenta, los desarrollos tecnológicos y los diferentes programas que ofrecen la organizaciones internacionales que establecen los estándares para el entrenamiento y la operación aérea, se puede ofrecer el acceso y desarrollo de programas de instrucción con la utilización de herramientas como las aplicaciones virtuales para impartir las clases online, realidad virtual, inteligencia artificial, realidad aumentada entre otros, que permitan una capacitación constante / continua y con la libertad de tiempo por cada usuario para realizar sus capacitaciones lo cual, conlleva a una reducción de costos y mayor disponibilidad del personal dentro de la operación aeronáutica.

La búsqueda colectiva de soluciones innovadoras a problemas reales está en el uso del planteamiento de la Educación 5.0 (Meta ODS ONU). Para ponerlo en práctica y preparar a los alumnos en este escenario, las instituciones de instrucción aeronáutica; específicamente para este análisis; deben hacer uso de metodologías activas de aprendizaje, un conjunto de estrategias que otorgan protagonismo a los estudiantes a través de actividades prácticas.

El aumento de personal capacitado en teoría y actividades prácticas según la actividad económica específica a lo que se dedica la compañía sin ninguna duda elevara los índices de mejoramiento en todos los procesos, si bien la experiencia es requerida sin ninguna objeción, existen procesos cuantitativos obligatorios que deben ejecutarse, e allí una de las principales falencias de toda compañía moderna.



Entre ellos se encuentra el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL). El ABP alienta a los alumnos a identificar problemas en su entorno, investigar sobre el tema y construir proyectos que ofrezcan respuestas a las demandas de la sociedad, lo que implica la colaboración con compañeros y el seguimiento de los docentes. Al situar al alumno en el centro del proceso de aprendizaje, las metodologías activas favorecen el desarrollo de habilidades socioemocionales como la autonomía, el trabajo en equipo, la creatividad y el pensamiento crítico.

5. Conclusiones y Recomendaciones

A partir de la caracterización del sector aeronáutico del sector defensa con contextualización del sector civil, se logra concluir que la posición estratégica de Colombia en el continente americano asegura el crecimiento constante del tráfico aéreo en el país, por lo que es primordial contar con la infraestructura y el personal adecuado para prestar los servicios a la navegación aérea y realizar el mantenimiento de las aeronaves, de manera que la atención sea ágil y suficiente para todas las aerolíneas que transiten por el territorio nacional.

También se concluye que la gran demanda de aeronaves nuevas por parte de las líneas aéreas de todo el mundo implica que las casas fabricantes deban utilizar proveedores de diferentes países, los cuales necesitan personal capacitado en la fabricación de partes y repuestos. Igualmente, y teniendo en cuenta la recuperación de la economía y del sector aeronáutico a nivel mundial en consecuencia de la pandemia generada por el COVID-19, se hace necesario la reestructuración del sector a nivel de innovación y nuevas tecnologías que beneficien a la población, infraestructura, economía y medio ambiente (Cero emisiones).

En cuanto al Sector Defensa, se evidencia la existencia de una gran diversidad de normatividad y documentos de carácter mandatorio relacionados con la ejecución del mantenimiento aeronáutico y la prestación de los servicios a la navegación aérea en los integrantes de la Fuerza Pública del país, lo que dificulta la cooperación entre ellas en los procesos relacionados con estos subsectores, por lo que se considera conveniente unificar el marco regulatorio del Ministerio de Defensa Nacional en lo que respecta al tema del presente estudio.

Todos los conflictos, a nivel mundial y nacional, han sido, en su mayoría, internos o internos internacionalizados. Algunos de los factores vinculados con la internacionalización de conflictos internos son, entre otros, la intervención de terceros países, la denominada lucha global contra el narcotráfico, la participación significativa de combatientes extranjeros en determinados conflictos, la creciente entrada en combate por parte de operaciones de mantenimiento de la paz o la utilización del territorio de países vecinos por parte de grupos armados de oposición, las guerrillas, los grupos armados. Las duraciones medias de los conflictos armados han sido de más 25 años aproximadamente o aún más como el caso de Colombia, en donde el Estado fue una de las partes contendientes, aunque en numerosos conflictos se produjeron frecuentes enfrentamientos entre actores armados no estatales y se registraron altos niveles de violencia intercomunitaria. Por tal razón, a nivel Nacional se debe reevaluar las necesidades y las inversiones por el tipo de conflicto que se tiene actualmente, como lo es el combate con guerrillas, grupos al margen de la ley y narcotraficantes, para lo cual no necesitan aeronaves de combate supersónicas, que son de alto valor, sino aquellas que permitan una defensa efectiva y disuasiva y que al mismo tiempo disminuyan los costos de operación que pueden ser invertidos en otras tecnologías como espaciales, guerra electrónica, aeronaves no tripuladas, o en proyectos de aeronaves más amigables con el medio ambiente.

Asimismo, dado el impacto del Sector Aeronáutico Civil y de Defensa en el desarrollo económico del país, es importante que el Estado y los entes reguladores actualicen y generen nuevas políticas que tengan como propósito impulsar esta industria a nivel nacional y formar el recurso humano idóneo para cada especialidad; por lo anterior es fundamental garantizar que los procesos de formación del personal del sector sean acordes a los requerimientos nacionales e internacionales. Para esto, se necesita fortalecer los lazos de comunicación entre los sectores productivos y las instituciones de formación, con el fin de



fijar un marco de referencia educacional que le permita al egresado contar con las competencias y aptitudes necesarias para enfrentar los diferentes retos y desafíos que se presentan en la industria.

En cuanto al sector espacial comercial mundial se prevé que, de aquí en adelante, se experimenten inversiones constantes en tecnologías y servicios espaciales nuevos y existentes, con fondos provenientes principalmente de los diferentes gobiernos y capital de riesgo. Actualmente, los ingresos en el mercado espacial comercial provienen principalmente de la fabricación de satélites utilizados para la observación de la Tierra y las comunicaciones, y los vehículos de lanzamiento utilizados para colocar estas cargas útiles en órbita. Si bien es probable que haya nuevas tecnologías y servicios espaciales, se espera que la mayoría continúe en la fase de prueba de concepto y, por lo tanto, probablemente requieran fondos y desarrollo adicionales antes de proporcionar servicios comerciales más amplios y rendimientos económicos.

Por último, se observa que la información estadística del sector aeronáutico es poco representativa, sobre todo en lo relacionado con los subsectores Mantenimiento Aeronáutico y Servicios a la Navegación Aérea, y, teniendo en cuenta su gran impacto en la economía nacional, se deben buscar los mecanismos para generar dichos datos. Disponer de esta información es crítico, ya que el resultado de los análisis permitirá identificar las fortalezas y debilidades que deben ser abordadas por el Sector Defensa y el Sector Civil con miras a generar estrategias que permitan al sector aeronáutico colombiano ser más competitivo.

6. Acrónimos

AAC	Autoridad de Aviación Civil
AIM	Aeronautical Information Management (Gestión de la Información Aeronáutica)
ANI	Agencia Nacional de Infraestructura
ANS	Air Navigation Service (Servicios de Navegación Aérea)
ANSP	Air Navigation Service Providers (Proveedores de Servicio a la Navegación)
ATAG	Air Transport Action Group (Grupo de Acciones del Transporte Aéreo)
ATFM	Air Traffic Flow Management (Administración del Flujo de Tráfico Aéreo)
ATS	Servicio de Tránsito Aéreo
ATSEP	Air Traffic Safety Electronics Personnel (Profesionales en Electrónica para la Seguridad del Tránsito Aéreo)
BAMA	Batallón De Mantenimiento De Aviación
CAAC	Administración de Aviación Civil China.
CACOM	Comando Aéreo de Combate
CAMAN	Comando Aéreo de Mantenimiento
CANSO	Civil Air Navigation Services Organization (Organización Civil de Servicios a la Navegación Aérea)
CATAM	Comando Aéreo de Transporte Militar
CEA	Centro de Estudios Aeronáuticos
CIAC	Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana
CLAC	Comisión Latinoamericana de Aviación Civil
CTA	Controlador de Tránsito Aéreo
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EANCAR	Estación de Aviación Naval Cartagena
EASA	European Aviation Safety Agency (Agencia Europea de Seguridad Aérea)
EMAVI	Escuela Militar de Aviación
FAA	Federal Aviation Administration (Administración Federal de Aviación)
FAB	Functional Airspace Blocks (Bloques Funcionales de Espacio Aéreo)
FAC	Fuerza Aérea Colombiana
FAR	Federal Aviation Regulations (Regulaciones Federales de Aviación)
GAAMA	Grupo Aéreo del Amazonas
GACAR	Grupo Aéreo del Caribe
GACAS	Grupo Aéreo del Casanare
GANCA	Grupo Aéreo Naval del Caribe
GANPA	Grupo Aéreo Naval del Pacífico
GAORI	Grupo Aéreo del Oriente
GATAF	Grupo Aéreo de Transporte de Apoyo Fluvial
GGDCT	Ground-Ground Digital Coordination/Transfer (Transferencia/Coordinación Digital Tierra-Tierra)
IATA	International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)
JAA	Joint Aviation Authorities (Autoridades Conjuntas de Aviación)
LAR	Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos
METAR	Meteorological Aerodrome Report (Reporte Meteorológico de Aeródromo)
MIET	Manual de Instrucción y Entrenamiento Técnico
MM	Manual de Mantenimiento
MNC	Marco Nacional de Cualificaciones

MRO	Maintenance, Repair and Overhaul (Mantenimiento, Reparación y Revisión)
NADCAP	National Aerospace & Defense Contractors Accreditation Program (Programa Nacional de Acreditación de Contratistas del Sector Defensa y Aeroespacial)
NDT	Non Destructive Testing (Ensayos No Destructivos)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PBN	Performance Based Navigation (Navegación Basada en Rendimiento)
PEMLA	Procedimiento estándar de mantenimiento y logística de aviación
PIB	Producto Interno Bruto
PNA	Plan Nacional de Navegación Aérea
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUD	Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo
P-RNAV	Navegación Aérea por Precisión
RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
SESAR	Single European Sky ATM Research (Investigación ATM del Cielo Único Europeo)
SNET	Sistema Nacional de Educación Terciaria
SRVSOP	Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional
TEEI	Técnico Especialista en Aviónica
TEH	Técnico Especialista en Hélices
TEMC	Técnico Especialista en Estructuras Metálicas y Materiales Compuestos
TERM	Técnico Especialista en Reparación de Plantas Motrices
TLA	Técnico Línea de Aviones
TLH	Técnico Línea de Helicópteros
TMA	Técnico de Mantenimiento de Aeronaves
UAEAC	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
UAV	Unmanned Air Vehicle (Vehículo Aéreo No Tripulado)
USOAP	Universal Safety Oversight Audit Programme (Programa Universal de Auditoria de la Vigilancia de la Seguridad Operacional).

7. Referencias

- Boeing. (2022). *Pilot and Technician Outlook 2022–2041*. NYC.
- Acosta, A. C. (21 de Julio de 2020). Para recuperar la economía en 2021 el Gobierno invertirá una suma de \$4,3 billones. *La Republica*.
- Aerocafe. (junio de 2021). *Aeropuerto del Cafe*. Obtenido de <https://aerpuertodelcafe.com.co/>
- AEROERMO. (2022). *AEROERMO*. Obtenido de <https://www.aeroermo.com/home/numeros-de-pasajeros-aereos-se-recuperaran-en-2024/#:~:text=La%20Asociaci%C3%B3n%20Internacional%20de%20Transporte,de%20los%20viajes%20de%202019>
- Aeronáutica Civil. (Julio de 2022). Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/boletines-operacionales>
- Aeronáutica Civil. (Julio de 2022). *AEROCIVIL*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/boletines-operacionales>
- Aeronáutica Civil-CEA. (18 de Febrero de 2019). *CENTRO DE ESTUDIOS AERONÁUTICOS*. Obtenido de Membresía Trainair Plus CEA: <http://www.centrodeestudiosaeronauticos.edu.co>
- Airbus. (2016). *Global Market Forecast, Mapping Demand 2016-2035*. Francia .
- AIRBUS. (04 de Mayo de 2022). *Airbus reports First Quarter (Q1) 2022 results*. Obtenido de <https://www.airbus.com>
- Airbus. (2022). *Global Market Forecast 2022-2041*. France: Airbus.
- AIRLINERS. (2016). *T-90 Calima - Colombia - Air Force*. Obtenido de <http://www.airliners.net/photo/Colombia-Air-Force/Lancair-CIAC-T-90-Calima/2133171>
- airliners.net*. (s.f.). Obtenido de <http://www.airliners.net/photo/Colombia-Air-Force/Lancair-CIAC-T-90-Calima/2133171>
- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. (2019). *ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2016). *Proyecto del Plan de Desarrollo 2016-2019 "Bogotá Mejor para Todos"*. Bogotá.
- ANI. (2022). *AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA*. Obtenido de PROYECTOS CONCESIONES DEL BICENTENARIO-5G: <https://www.ani.gov.co/proyectos-concesiones-del-bicentenario-5g>
- ANI. (28 de ENERO de 2022). *PLANES*. Obtenido de PLAN DE ACCION VIGENCIA 2022 - PLAN OPERATIVO ANUAL DE INVERSIONES 2022: <https://www.ani.gov.co/planes/plan-de-accion-ani-21716>
- ANTIOQUIA, A. D. (2016). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019 "RIONEGRO TAREA DE TODOS"*. RIONEGRO - ANTIOQUIA.
- AOPA. (Junio de 2021). *Quiénes Somos: AOPA*. Obtenido de <http://aopa.co>
- ARENA. (06 de Mayo de 2021). *Australian Renewable Energy Agency*. Obtenido de APA Renewable Methane Demonstration Project: <https://arena.gov.au/projects/>
- ARGOTE, C. A. (12 de JULIO de 2022). Transporte aéreo movilizó 22,6 millones de pasajeros hasta junio y rompió récords. *LA REPÚBLICA*.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Estados Unidos: Air Transportation Action Group.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Suiza.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de Aviation Benefits Beyond Borders: <http://aviationbenefits.org/economic-growth/employment/>
- Avianca. (2016). *Avianca.com*. Recuperado el 2016, de <http://www.avianca.com/es/Documents/boletines-de-prensa/avianca-inaugura-el-mas-moderno-centro-aeronautico-de-america-latina.pdf>

- Avianca. (28 de Septiembre de 2016). *Boletines de Prensa: Avianca*. Obtenido de Sitio Web de Avianca: <http://www.avianca.com/es/Documents/boletines-de-prensa/avianca-inaugura-el-mas-moderno-centro-aeronautico-de-america-latina.pdf>
- AVIANCA. (2022). Obtenido de <https://www.aviancaservices.com/Sites/MantoOps/T0/MantoOpsMain>
- Barona, G. (11 de MAYO de 2022). Algunas alianzas entre aerolíneas que surgieron para subsistir en el mercado regional. *LA REPUBLICA*.
- BBC. (24 de septiembre de 2014). *www.bbc.com*. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/09/140912_vert_fut_tecnologia_aviones_bajo_cost_o_az
- Boeing. (2013). *Current Market Outlook 2013-2032*. USA.
- Boeing. (2022). *Commercial Market Outlook 2022-2041*. USA: Boeing.
- Buchsbaum, M. (junio de 2020). *Deutsche Welle*. Obtenido de <https://p.dw.com/p/3uxqq>
- Burrows, L. (7 de junio de 2018). Team plans industrial-scale carbon removal plant. *The Harvard Gazette*, pág. <https://news.harvard.edu/gazette/>.
- Bustamante, N. (24 de noviembre de 2020). Colombia buscará construir su primer instrumento espacial. *El Tiempo*.
- CANSO. (2016). *CANSO, Civil Air Navigation Service Organization*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de CANSO, Civil Air Navigation Service Organization: <https://www.canso.org/>
- CANSO. (2021). *Civil Air Navigation Services Organisation*. Obtenido de <https://canso.org/about-us/about-canso/>
- CCE. (10 de Agosto de 2021). *Comisión Colombiana del Espacio*. Obtenido de Investigación y desarrollo de tecnologías espaciales, apuestas de Colombia para aumentar la competitividad: <http://cce.gov.co>
- Centro de Desarrollo Tecnológico, C. (s.f.). *POLO DE DESARROLLO AEROESPACIAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO*. Obtenido de <http://www.cetad.co/POLODESARRO.html>
- CIAC . (s.f.). *CIAC*. Recuperado el 20 de OCTUBRE de 2016, de <http://ciac.gov.co/productos-y-servicios/fabricacion/61>
- CIAC. (2021). *Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana S.A.* Obtenido de <https://www.ciac.gov.co>
- CIAC. (s.f.). *Informe Anual CIAC 2015*. Obtenido de CIAC: http://ciac.gov.co/aym_document/aym_informe_anual/2015/INFORME_ANUAL_CIAC_2015.pdf
- CICMEX. (9 de Marzo de 2016). *CICMEX*. Obtenido de CICMEX: cicmex.cl/chile-supera-la-barrera-de-1-vuelo-per-capita-al-ano-la-tasa-mas-alta-de-sudamerica
- Cluster Industrial. (Enero de 2021). *Cluster Industrial*. Obtenido de <https://www.clusterindustrial.com.mx>
- Colombia Productiva. (FEBRERO de 2020). *Colombia Productiva*. Obtenido de Catálogo de capacidades industriales de las empresas del sector aeroespacial: <https://www.colombiaproductiva.com>
- COLOMBIA PRODUCTIVA. (16 de junio de 2021). *Convocatoria 680*. Obtenido de <https://www.colombiaproductiva.com>
- COLOMBIANA, F. A. (2016). *DESDE EL CIELO PROTEGEMOS NUESTRA TIERRA - POLITICAS DE COMANDO*. BOGOTÁ: FAC.
- Comisión Europea. (22 de Septiembre de 2020). Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1708
- Commission European. (s.f.). *SESAR*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de SESAR: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en
- Deloitte. (Enero de 2021). Obtenido de <https://www2.deloitte.com>
- Deloitte. (2021). *2022 aerospace and defense industry outlook*. UK. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/global-aerospace-and-defense-industry-outlook.html>

- Delhipages.live. (agosto de 2020). Obtenido de industria aeroespacial | Definición y hechos: <https://delhipages.live>
- Departamento Nacional de Planeación, D. N. (2019). *LEY 1955 DEL 25 DE MAYO DE 2019 "Por la cual se expide el PND 2018-2022*. Bogota.
- Diario, E. N. (28 de julio de 2013). www.elnuevodiario.com. Obtenido de <http://www.elnuevodiario.com/ni/opinion/292798-israel-bomba-arco-iris/>
- DNP. (2020). *COMPES 3982 POLITICA NACIONAL LOGISTICA*. Bogotá.
- DNP y MinHacienda. (2015). *Plan Operativo Anual de Inversiones Vigencia 2016*.
- DNP y MinHacienda. (2020). *PLAN OPERATIVO ANUAL DE INVERSIONES, VIGENCIA 2021 CONPES 3998*. Bogotá.
- DTTL. (Marzo de 2022). *Deloitte Consulting*. Obtenido de https://perspectivas.deloitte.com/despegue-sector-aereo?utm_source=web&utm_medium=web&utm_campaign=despegue-sector-aereo-dtt
- EASA, E. A. (2016). *European Aviation Safety Agency*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de European Aviation Safety Agency: <https://www.easa.europa.eu/>
- EL PAIS. (20 de JUNIO de 2022). *lata espera la vuelta del sector aéreo a niveles precovid en 2023*. Obtenido de CINCO DIAS - EL PAIS: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/06/20/companias/1655741093_116619.html
- EL TIEMPO. (21 de JUNIO de 2022). *El despegue que está teniendo el sector aéreo después de la pandemia*. *EL TIEMPO*.
- España, G. d. (2009). *Ministerio de la Republica*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de Ministerio de la Republica : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-81013>
- EU. (Enero de 2007). Summaries of legislation. *The creation of the single European sky*.
- EU. (2008). Summaries of legislation. *Single European Sky II*. Bruselas, Belgica.
- EUROCONSULT. (2020). *The Space Economy Report 2020*. Paris, Washington D.C., Montreal, Yokohama.
- Euroconsult. (enero de 2022). *Euroconsult*. Obtenido de <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/euroconsult-estimates-that-the-global-space-economy-totaled-370-billion-in-2021>
- EUROCONTROL. (2021). *EUROCONTROL*. Obtenido de <https://www.eurocontrol.int/>
- EUROCONTROL, E. O. (2008). *Guidelines for P-RNAV infrastructure assessment*. Bruselas.
- EUROCONTROL, O. E. (2016). *EUROCONTROL*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de EUROCONTROL: <https://www.eurocontrol.int/>
- European Commission. (s.f.). *European Commission*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de European Commission: http://ec.europa.eu/index_en.htm
- Expansion. (05 de 2016). *Expansion*. Recuperado el 2016, de <http://www.expansion.com/latinoamerica/2016/05/25/5745f34ae5fdeaa8518b4629.html>
- FAA. (12 de octubre de 2016). *e-CFR*. Obtenido de www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?gp=&SID077cc0107c6b5c695ec254472dfb64cb&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/title14/14chapter1.tpl
- FAA. (04 de Junio de 2021). *Electronic Code of Federal Regulations*. Obtenido de https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=3495573cdb71b2a95995c801875e9ab3&mc=true&node=pt14.3.147&rgn=div5#ap14.3.147.0000_Onbspnbspnbsp.a
- FAA. (Enero de 2021). *Federal Aviation Administration*. Obtenido de https://www.faa.gov/nextgen/what_is_nextgen/
- FAA. (Julio de 2022). *Federal Aviation Administration*. Obtenido de <https://www.faa.gov/nextgen/today>
- FAA, F. A. (2016). *NextGen, FAA*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de NextGen, FAA: <https://www.faa.gov/nextgen/>

- FAC. (08 de agosto de 2019). *Fuerza Aerea Colombiana*. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/comit%C3%A9-interinstitucional-de-aviaci%C3%B3n-de-estado>
- Fedesarrollo, A. M. (2016). *Competitividad en el transporte aéreo en Colombia*. Bogota: fedesarrollo.
- Flight Global-Embraer. (2022). *Flight International magazine*. Obtenido de WORLD AIR FORCES 2022: <https://www.flightglobal.com/download?ac=83735>
- FUERZA AEREA COLOMBIANA. (2011). *PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2011 - 2030*. BOGOTA: REVISTA AERONAUTICA.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2011). *Plan Estratégico Institucional 2011 - 2030*. Bogotá: Revista Aeronáutica.
- Galeon. (Noviembre de 2005). *galeon.com hispavista*. Obtenido de <http://histoaviacionmilitar.galeon.com/guerras.htm>
- Global, F. (2022). World Air Forces 2022. *World Air Forces 2022*, 04.
- Godoy, M. C. (Abril de 2021). *Revista Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/internacional/aviones-de-un-pasillo-ventas-de-airbus-y-boeing-en-el-2021-550626>
- Green Facts. (13 de junio de 2021). Obtenido de Captura y Almacenamiento de CO2: <https://www.greenfacts.org/>
- IATA. (13 de 01 de 2020). *IATA Renews Call in Latin America & the Caribbean to Support Aviation*.
- IATA. (Abril de 2021). Obtenido de Reduced Losses but Continued Pain in 2021: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2021-04-21-01/>
- ICF, A. B.-v. (noviembre de 2020). Retos y oportunidades para los MRO de Latinoamérica. (A21MX, Entrevistador)
- Infobae. (22 de Agosto de 2022). *Infobae*. Obtenido de Aerolíneas colombianas registraron pérdidas por 1,55 billones de pesos en el primer semestre de 2022: <https://www.infobae.com>
- InfoDefensa. (30 de mayo de 2021). *Infografía de flotas de aviones de combate de Latinoamérica*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com>
- International Trade Center, I. T. (2016). *International Trade Center*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de International Trade Center: <http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/statistics-import-country-service/>
- LA PATRIA | MANIZALES. (14 de MAYO de 2021). Lista orden de inicio para Aerocafé. *LA PATRIA*, pág. <https://www.lapatria.com>.
- Latam Satelital. (enero de 2021). *Latam Satelital*. Obtenido de <http://latamsatelital.com>
- Latina, R. -R. (2014). *Atlas Comparativo de la Defensa en America Latina y del Caribe*. Buenos Aires, Argentina: Open Society Foundations.
- Leahy, J. (s.f.). *Global Market Forecast 2013-2032*. AIRBUS.
- Lengua, R. A. (2016). *definicion "portaviones"*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=TikVifz>
- MDN. (06 de DICIEMBRE de 2018). Decreto 2258 del 06 de diciembre de 2018. Bogotá.
- Mejía, L. (13 de Febrero de 2015). *REPORTUR*. Obtenido de VivaColombia, primera aerolínea de bajo costo que llega a ATAC: <http://www.reportur.com/colombia/2015/02/13/vivacolombia-primera-aerolinea-de-bajo-costo-que-llega-atac/>
- Méndez, A. (12 de Junio de 2022). Colombia tendrá un segundo satélite en órbita al finalizar el año. *EL TIEMPO*.
- Mercojuris. (Abril de 2022). *Mercojuris*. Obtenido de <https://www.mercojuris.com/49390/el-crecimiento-de-la-carga-aerea-continua-en-febrero-un-29-mas/>
- MinComercio. (Febrero de 2020). *Ministerio de Comercio - Prensa*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/comercio/plan-vallejo-2020-y-exportacion-de-servicios>
- MinTransporte. (Febrero de 2021). *Ministerio de transporte*. Obtenido de <https://mintransporte.gov.co>

- Mohanta, N. (Mayo de 2021). *Geospatial world*. Obtenido de How many satellites are orbiting the Earth in 2021?: <https://www.geospatialworld.net/blogs/how-many-satellites-are-orbiting-the-earth-in-2021/>
- Mordor Intelligence. (2021). *Mordor Intelligence*. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/south-america-aviation-market>
- NATS, N. A. (2016). *National Air Traffic Control Services*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de National Air Traffic Control Services: <http://www.nats.aero/about-us/ses/single-european-sky/>
- NET, F. (2016). *www.f-16.net*. Obtenido de http://www.f-16.net/f-16_versions_article25.html
- News, L. (7 de 2015). *Logi News*. Obtenido de <http://noticiaslogisticaytransporte.com/transporte/03/07/2015/airbus-anuncia-nueva-planta-en-china-para-fabricar-componentes-del-a330/46559.html>
- OACI. (2015). *Reporte de Navegación Aérea*.
- OACI. (2016). Plan mundial de navegación aérea 2016-2030. Montréal, Canadá.
- OACI. (2021). *Pronóstico de Tráfico para la Region SAM*. Virtual: Marzo.
- OACI. (19 de Mayo de 2022). *OACI*. Obtenido de https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ES/Latest-air-traffic-forecasts-illustrate-encouraging-recovery-and-higher-growth-in-global-air-travel.aspx?fbclid=IwAR30UGrTwfyzBh_Bp-O5CEwlmjTyXSqU7leBWojhgMqfxxBtS51xUHSSrJw
- OACI, I. O. (2014). *Plan Mundial de Navegación Aerea*. Montreal, Quebec, Canada.
- OACI, O. d. (2010). *Asamblea - 37 Periodo de Sesiones*. Montreal, Quebec, Canda.
- OACI, O. d. (2010). *Asamblea 37 Periodo de Sesiones*. Montreal, Quebec, Canada.
- OACI, O. d. (2015). *Reporte de Navegacion Aerea*. Montreal, Quebec, Canada. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de Reporte de Navegacion Aerea .
- OACI, O. d. (2015). *Reporte de Navegación Aérea*. Montreal, Quebec, Canada.
- Oficial, D. (05 de agosto de 2010). *www.diario-oficial.com.co*. Obtenido de diario-oficial.vlex.com.co › 5 de Agosto de 2010
- Oliver Wyman. (2021). *Global Fleet & MRO Market Forecast 2022–2032*. Pat Wechsler. Obtenido de https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/media/2021/feb/Global_Fleet_and_MRO_Market_Forecast_2021-2031_OW.pdf
- Oliver Wyman. (2021). *oliverwyman*. Pat Wechsler. Obtenido de https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/media/2021/feb/Global_Fleet_and_MRO_Market_Forecast_2021-2031_OW.pdf
- OneAir. (2020). *One Air*. Obtenido de <https://www.oneair.es/aviacion-comercial/#top>
- Operacional, S. R. (2016). <http://www.srvsop.aero/srvsop/site/index>.
- Org, G. S. (2016). Obtenido de <http://www.globalsecurity.org/military/world/war/index.html>
- Oriente, D. (23 de 11 de 2016). *Diario Oriente*. Recuperado el 2016, de Diario Oriente: <http://diarioriente.com/altilplano/airbus-pone-en-observacion-al-oriente-antioqueno-para-fijar-un-centro-de-produccion.html>
- pais, e. (3 de febrero de 2015). *el país.com.co*. Recuperado el 18 de octubre de 2016, de <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/avianca-arranca-construccion-moderno-centro-aeronautico>
- PLANEACION, D. N. (2014). *PLAN DE DESARROLLO 2014-2018 "TODOS POR UN NUEVO PAIS" TOMOS 1 y2*. BOGOTA: ©Departamento Nacional de Planeación, 2015.
- Portafolio. (Noviembre de 2020). *Revista Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/transportar-carga-un-minimo-alivio-en-aerolineas-de-pasajeros-546898>
- Portafolio. (enero de 2021). Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/>
- Portafolio. (Febrero de 2021). En 2022 arrancan 8 de las 10 megaobras para la reactivación. *Portafolio*.
- Público., D. N. (2015). *Plan Operativo Anual de Inversiones Vigencia 2016*.

- Quintero, K. V. (25 de Agosto de 2022). ¿Qué viene para los aeropuertos de Colombia en el Gobierno Petro? *EL ESPECTADOR*.
- Ramírez, T. J. (2007). *FUERZA AEREA COLOMBIANA*. Obtenido de Logística Aeronáutica para el mundo: <https://www.fac.mil.co>
- Reportur.co. (11 de Enero de 2021). *Aeropuerto El Dorado ya no tendrá tercera pista: MinTransporte*. Obtenido de <https://www.reportur.com/colombia/2021/01/11/aeropuerto-dorado-ya-no-tendra-tercera-pista-mintransporte/>
- RUAG. (2015). Worldwide active fleet per region. *World Air Forces 2015*, 36.
- Saumeth, E. (22 de septiembre de 2020). *InfoDefensa*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com>
- SDP. (OCTUBRE de 2019). *SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACION - BOGOTÁ*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co>
- Security, G. (03 de marzo de 2012). *www.Globalsecurity.org*. Obtenido de <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-16-life.htm>
- Semana. (29 de Mayo de 2022). La tarea pendiente: más y mejores aeropuertos. *Revista Semana*.
- Silverman, M. (2016). *Statia*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/259384/global-military-fleet-by-country/>
- Simon Dietz, R. B. (marzo de 2019). *The Transition Pathway Initiative (TPI)*. Obtenido de Carbon performance assessment of airlines: note on methodology: <https://www.transitionpathwayinitiative.org>
- Soto, S. A. (25 de Febrero de 2021). Para 2021, la ANI se trazó como objetivo adjudicar la primera ola de proyectos 5G. *La Republica*.
- SpaceX. (junio de 2021). *SPACEX*. Obtenido de <https://www.spacex.com/launches/>
- SRVSOP. (2021). *Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional*. Obtenido de <https://www.srvsop.aero/quienes-somos/>
- SRVSOP. (Marzo de 2022). LAR 65 Licencias Personal Aeronáutico excepto Miembros de la Tripulación de Vuelo.
- Strategic Defence Intelligence. (Enero de 2015). *ReportsnReports*. Obtenido de <http://www.reportsnreports.com/reports/327228-the-global-military-fixed-wing-aircraft-market-2015-2025.html>
- Tecnología., S. d. (2012). *Industria Aeronáutica México*. Mexico.
- The Business Research Company*. (s.f.). Obtenido de <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/aerospace-global-market-report>
- TradeMap. (2022). *International Trade Center*. Obtenido de https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c88%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1
- UAEAC - MINTRANSPORTE. (Mayo de 2021 y 2022). *Estadísticas Operacionales - TRA MOVIMIENTO ANUAL DE PASAJEROS Y CARGA NAL. INT. 1992-2020*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones>.
- UAEAC. (20 de septiembre de 2011).
- UAEAC. (2016). *Cronogramas de Inversión Trimestre I*. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/PlanGestControl/PoliticasyPlanesProy/Plan%20de%20Accion/Vigencia%20Actual/Documents/Cronogramas%20de%20Inversión%20Trimestre%20I%20-%202016.xlsx>
- UAEAC. (2019). Obtenido de Aeronáutica Civil: <https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/Catalogo%20de%20servicios%20actualizado/NUEVO%20CAT%3%81LOGO%20-%202019.pdf>
- UAEAC. (Mayo de 2019). *Aerocivil*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/Plan-Nacional-de-Desarrollo-da->

v%C3%ADa-libre-a-la-Aeron%C3%A1utica-Civil-para-invertir-3,8-billones-en-los-pr%C3%B3ximos-4-a%C3%B1os---.aspx

- UAEAC. (octubre de 2019). REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA - 2. *PERSONAL AERONÁUTICO*. Bogotá.
- UAEAC. (09 de marzo de 2020). Plan de Navegación Aérea para Colombia. Bogotá, Colombia.
- UAEAC. (07 de Diciembre de 2020). Reglamento Aeronáutico de Colombia 1 - Definiciones. Bogotá D.C.
- UAEAC. (18 de Junio de 2020). Reglamento Aeronáutico de Colombia 91 - Reglas generales de vuelo y de operación. Bogotá D.C.
- UAEAC. (16 de Abril de 2021). *Autoridad de la Aviación Civil - Reglamentación - RAC*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/rac>
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC - 211 - Gestión De Tránsito Aéreo. *211.015 Objetivos de los servicios de tránsito aéreo*. Bogotá.
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC - 211 - Gestión De Tránsito Aéreo. Bogotá.
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC 211 - GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO. *211.020 División de los servicios de tránsito aéreo*.
- UAEAC. (02 de FEBRERO de 2021). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia 3 - Actividades Aéreas Civiles. Bogotá.
- UAEAC. (Agosto de 2022). *Consulta de empresas aéreas*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-empresas-aereas>
- UAEAC Rac 6, U. A. (2007). *Reglamento Aeronautico de Colombia Parte 6*. Bogotá.
- UAEAC, O. A. (2022). *Seguimiento al Plan de Acción Trimestre II 2022 - como vamos*. Bogotá D.C.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2016). *Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil*. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronav/Paginas/EmpresasCertificadas.aspx>
- Univ. Sergio Arboleda. (abril de 2007). *Univ. Sergio Arboleda*. Obtenido de EL PRIMER SATÉLITE COLOMBIANO: <https://www.usergioarboleda.edu.co>
- Velasco, J. (30 de Septiembre de 2011). *Wernher von Braun, el alemán que llevó a EE.UU. al espacio*. Obtenido de <https://hipertextual.com/2011/09/wernher-von-braun-alemania-nasa>

8. Bibliografía

- Boeing. (2022). *Pilot and Technician Outlook 2022–2041*. NYC.
- Acosta, A. C. (21 de Julio de 2020). Para recuperar la economía en 2021 el Gobierno invertirá una suma de \$4,3 billones. *La Republica*.
- Aerocafe. (junio de 2021). *Aeropuerto del Cafe*. Obtenido de <https://aerpuertodelcafe.com.co/>
- AEROERMO. (2022). *AEROERMO*. Obtenido de <https://www.aeroermo.com/home/numeros-de-pasajeros-aereos-se-recuperaran-en-2024/#:~:text=La%20Asociaci%C3%B3n%20Internacional%20de%20Transporte,de%20los%20viajes%20de%202019>
- Aeronáutica Civil. (Julio de 2022). Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/boletines-operacionales>
- Aeronáutica Civil. (Julio de 2022). *AEROCIVIL*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/boletines-operacionales>
- Aeronáutica Civil-CEA. (18 de Febrero de 2019). *CENTRO DE ESTUDIOS AERONÁUTICOS*. Obtenido de Membresía Trainair Plus CEA: <http://www.centrodeestudiosaeronauticos.edu.co>
- Airbus. (2016). *Global Market Forecast, Mapping Demand 2016-2035*. Francia .
- AIRBUS. (04 de Mayo de 2022). *Airbus reports First Quarter (Q1) 2022 results*. Obtenido de <https://www.airbus.com>
- Airbus. (2022). *Global Market Forecast 2022-2041*. France: Airbus.
- AIRLINERS. (2016). *T-90 Calima - Colombia - Air Force*. Obtenido de <http://www.airliners.net/photo/Colombia-Air-Force/Lancair-CIAC-T-90-Calima/2133171>
- airliners.net*. (s.f.). Obtenido de <http://www.airliners.net/photo/Colombia-Air-Force/Lancair-CIAC-T-90-Calima/2133171>
- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. (2019). *ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2016). *Proyecto del Plan de Desarrollo 2016-2019 "Bogotá Mejor para Todos"*. Bogotá.
- ANI. (2022). *AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA*. Obtenido de PROYECTOS CONCESIONES DEL BICENTENARIO-5G: <https://www.ani.gov.co/proyectos-concesiones-del-bicentenario-5g>
- ANI. (28 de ENERO de 2022). *PLANES*. Obtenido de PLAN DE ACCION VIGENCIA 2022 - PLAN OPERATIVO ANUAL DE INVERSIONES 2022: <https://www.ani.gov.co/planes/plan-de-accion-ani-21716>
- ANTIOQUIA, A. D. (2016). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019 "RIONEGRO TAREA DE TODOS"*. RIONEGRO - ANTIOQUIA.
- AOPA. (Junio de 2021). *Quiénes Somos: AOPA*. Obtenido de <http://aopa.co>
- ARENA. (06 de Mayo de 2021). *Australian Renewable Energy Agency*. Obtenido de APA Renewable Methane Demonstration Project: <https://arena.gov.au/projects/>
- ARGOTE, C. A. (12 de JULIO de 2022). Transporte aéreo movilizó 22,6 millones de pasajeros hasta junio y rompió récords. *LA REPÚBLICA*.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Estados Unidos: Air Transportation Action Group.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Suiza.
- ATAG, A. T. (2016). *Aviation Benefits Beyond Borders*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de Aviation Benefits Beyond Borders: <http://aviationbenefits.org/economic-growth/employment/>
- Avianca. (2016). *Avianca.com*. Recuperado el 2016, de <http://www.avianca.com/es/Documents/boletines-de-prensa/avianca-inaugura-el-mas-moderno-centro-aeronautico-de-america-latina.pdf>

- Avianca. (28 de Septiembre de 2016). *Boletines de Prensa: Avianca*. Obtenido de Sitio Web de Avianca: <http://www.avianca.com/es/Documents/boletines-de-prensa/avianca-inaugura-el-mas-moderno-centro-aeronautico-de-america-latina.pdf>
- AVIANCA. (2022). Obtenido de <https://www.aviancaservices.com/Sites/MantoOps/T0/MantoOpsMain>
- Barona, G. (11 de MAYO de 2022). Algunas alianzas entre aerolíneas que surgieron para subsistir en el mercado regional. *LA REPUBLICA*.
- BBC. (24 de septiembre de 2014). *www.bbc.com*. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/09/140912_vert_fut_tecnologia_aviones_bajo_cost_o_az
- Boeing. (2013). *Current Market Outlook 2013-2032*. USA.
- Boeing. (2022). *Commercial Market Outlook 2022-2041*. USA: Boeing.
- Buchsbaum, M. (junio de 2020). *Deutsche Welle*. Obtenido de <https://p.dw.com/p/3uxqq>
- Burrows, L. (7 de junio de 2018). Team plans industrial-scale carbon removal plant. *The Harvard Gazette*, pág. <https://news.harvard.edu/gazette/>.
- Bustamante, N. (24 de noviembre de 2020). Colombia buscará construir su primer instrumento espacial. *El Tiempo*.
- CANSO. (2016). *CANSO, Civil Air Navigation Service Organization*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de CANSO, Civil Air Navigation Service Organization: <https://www.canso.org/>
- CANSO. (2021). *Civil Air Navigation Services Organisation*. Obtenido de <https://canso.org/about-us/about-canso/>
- CCE. (10 de Agosto de 2021). *Comisión Colombiana del Espacio*. Obtenido de Investigación y desarrollo de tecnologías espaciales, apuestas de Colombia para aumentar la competitividad: <http://cce.gov.co>
- Centro de Desarrollo Tecnológico, C. (s.f.). *POLO DE DESARROLLO AEROESPACIAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO*. Obtenido de <http://www.cetad.co/POLODESARRO.html>
- CIAC . (s.f.). *CIAC*. Recuperado el 20 de OCTUBRE de 2016, de <http://ciac.gov.co/productos-y-servicios/fabricacion/61>
- CIAC. (2021). *Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana S.A.* Obtenido de <https://www.ciac.gov.co>
- CIAC. (s.f.). *Informe Anual CIAC 2015*. Obtenido de CIAC: http://ciac.gov.co/aym_document/aym_informe_anual/2015/INFORME_ANUAL_CIAC_2015.pdf
- CICMEX. (9 de Marzo de 2016). *CICMEX*. Obtenido de CICMEX: cicmex.cl/chile-supera-la-barrera-de-1-vuelo-per-capita-al-ano-la-tasa-mas-alta-de-sudamerica
- Cluster Industrial. (Enero de 2021). *Cluster Industrial*. Obtenido de <https://www.clusterindustrial.com.mx>
- Colombia Productiva. (FEBRERO de 2020). *Colombia Productiva*. Obtenido de Catálogo de capacidades industriales de las empresas del sector aeroespacial: <https://www.colombiaproductiva.com>
- COLOMBIA PRODUCTIVA. (16 de junio de 2021). *Convocatoria 680*. Obtenido de <https://www.colombiaproductiva.com>
- COLOMBIANA, F. A. (2016). *DESDE EL CIELO PROTEGEMOS NUESTRA TIERRA - POLITICAS DE COMANDO*. BOGOTÁ: FAC.
- Comisión Europea. (22 de Septiembre de 2020). Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1708
- Commission European. (s.f.). *SESAR*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de SESAR: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar_en
- Deloitte. (Enero de 2021). Obtenido de <https://www2.deloitte.com>
- Deloitte. (2021). *2022 aerospace and defense industry outlook*. UK. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/global-aerospace-and-defense-industry-outlook.html>

- FAC. (08 de agosto de 2019). *Fuerza Aerea Colombiana*. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/comit%C3%A9-interinstitucional-de-aviaci%C3%B3n-de-estado>
- Fedesarrollo, A. M. (2016). *Competitividad en el transporte aéreo en Colombia*. Bogota: fedesarrollo.
- Flight Global-Embraer. (2022). *Flight International magazine*. Obtenido de WORLD AIR FORCES 2022: <https://www.flightglobal.com/download?ac=83735>
- FUERZA AEREA COLOMBIANA. (2011). *PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2011 - 2030*. BOGOTA: REVISTA AERONAUTICA.
- Fuerza Aérea Colombiana. (2011). *Plan Estratégico Institucional 2011 - 2030*. Bogotá: Revista Aeronáutica.
- Galeon. (Noviembre de 2005). *galeon.com hispavista*. Obtenido de <http://histoaviacionmilitar.galeon.com/guerras.htm>
- Global, F. (2022). World Air Forces 2022. *World Air Forces 2022*, 04.
- Godoy, M. C. (Abril de 2021). *Revista Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/internacional/aviones-de-un-pasillo-ventas-de-airbus-y-boeing-en-el-2021-550626>
- Green Facts. (13 de junio de 2021). Obtenido de Captura y Almacenamiento de CO2: <https://www.greenfacts.org/>
- IATA. (13 de 01 de 2020). *IATA Renews Call in Latin America & the Caribbean to Support Aviation*.
- IATA. (Abril de 2021). Obtenido de Reduced Losses but Continued Pain in 2021: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2021-04-21-01/>
- ICF, A. B.-v. (noviembre de 2020). Retos y oportunidades para los MRO de Latinoamérica. (A21MX, Entrevistador)
- Infobae. (22 de Agosto de 2022). *Infobae*. Obtenido de Aerolíneas colombianas registraron pérdidas por 1,55 billones de pesos en el primer semestre de 2022: <https://www.infobae.com>
- InfoDefensa. (30 de mayo de 2021). *Infografía de flotas de aviones de combate de Latinoamérica*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com>
- International Trade Center, I. T. (2016). *International Trade Center*. Recuperado el 20 de 10 de 2016, de International Trade Center: <http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/statistics-import-country-service/>
- LA PATRIA | MANIZALES. (14 de MAYO de 2021). Lista orden de inicio para Aerocafé. *LA PATRIA*, pág. <https://www.lapatria.com>.
- Latam Satelital. (enero de 2021). *Latam Satelital*. Obtenido de <http://latamsatelital.com>
- Latina, R. -R. (2014). *Atlas Comparativo de la Defensa en America Latina y del Caribe*. Buenos Aires, Argentina: Open Society Fundations.
- Leahy, J. (s.f.). *Global Market Forecast 2013-2032*. AIRBUS.
- Lengua, R. A. (2016). *definicion "portaviones"*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=TikVifz>
- MDN. (06 de DICIEMBRE de 2018). Decreto 2258 del 06 de diciembre de 2018. Bogotá.
- Mejía, L. (13 de Febrero de 2015). *REPORTUR*. Obtenido de VivaColombia, primera aerolínea de bajo costo que llega a ATAC: <http://www.reportur.com/colombia/2015/02/13/vivacolombia-primera-aerolinea-de-bajo-costos-que-llega-atac/>
- Méndez, A. (12 de Junio de 2022). Colombia tendrá un segundo satélite en órbita al finalizar el año. *EL TIEMPO*.
- Mercojuris. (Abril de 2022). *Mercojuris*. Obtenido de <https://www.mercojuris.com/49390/el-crecimiento-de-la-carga-aerea-continua-en-febrero-un-29-mas/>
- MinComercio. (Febrero de 2020). *Ministerio de Comercio - Prensa*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/comercio/plan-vallejo-2020-y-exportacion-de-servicios>
- MinTransporte. (Febrero de 2021). *Ministerio de transporte*. Obtenido de <https://mintransporte.gov.co>

- Mohanta, N. (Mayo de 2021). *Geospatial world*. Obtenido de How many satellites are orbiting the Earth in 2021?: <https://www.geospatialworld.net/blogs/how-many-satellites-are-orbiting-the-earth-in-2021/>
- Mordor Intelligence. (2021). *Mordor Intelligence*. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/south-america-aviation-market>
- NATS, N. A. (2016). *National Air Traffic Control Services*. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de National Air Traffic Control Services: <http://www.nats.aero/about-us/ses/single-european-sky/>
- NET, F. (2016). *www.f-16.net*. Obtenido de http://www.f-16.net/f-16_versions_article25.html
- News, L. (7 de 2015). *Logi News*. Obtenido de <http://noticiaslogisticaytransporte.com/transporte/03/07/2015/airbus-anuncia-nueva-planta-en-china-para-fabricar-componentes-del-a330/46559.html>
- OACI. (2015). *Reporte de Navegación Aérea*.
- OACI. (2016). Plan mundial de navegación aérea 2016-2030. Montréal, Canadá.
- OACI. (2021). *Pronóstico de Tráfico para la Region SAM*. Virtual: Marzo.
- OACI. (19 de Mayo de 2022). *OACI*. Obtenido de https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ES/Latest-air-traffic-forecasts-illustrate-encouraging-recovery-and-higher-growth-in-global-air-travel.aspx?fbclid=IwAR30UGrTwfyzBh_Bp-O5CEwlmjTyXSqU7leBWojhgMqfxxBtS51xUHSSrJw
- OACI, I. O. (2014). *Plan Mundial de Navegación Aerea*. Montreal, Quebec, Canada.
- OACI, O. d. (2010). *Asamblea - 37 Periodo de Sesiones*. Montreal, Quebec, Canda.
- OACI, O. d. (2010). *Asamblea 37 Periodo de Sesiones*. Montreal, Quebec, Canada.
- OACI, O. d. (2015). *Reporte de Navegacion Aerea*. Montreal, Quebec, Canada. Recuperado el 19 de 10 de 2016, de Reporte de Navegacion Aerea .
- OACI, O. d. (2015). *Reporte de Navegación Aérea*. Montreal, Quebec, Canada.
- Oficial, D. (05 de agosto de 2010). *www.diario-oficial.com.co*. Obtenido de diario-oficial.vlex.com.co › 5 de Agosto de 2010
- Oliver Wyman. (2021). *Global Fleet & MRO Market Forecast 2022–2032*. Pat Wechsler. Obtenido de https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/media/2021/feb/Global_Fleet_and_MRO_Market_Forecast_2021-2031_OW.pdf
- Oliver Wyman. (2021). *oliverwyman*. Pat Wechsler. Obtenido de https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/media/2021/feb/Global_Fleet_and_MRO_Market_Forecast_2021-2031_OW.pdf
- OneAir. (2020). *One Air*. Obtenido de <https://www.oneair.es/aviacion-comercial/#top>
- Operacional, S. R. (2016). <http://www.srvsop.aero/srvsop/site/index>.
- Org, G. S. (2016). Obtenido de <http://www.globalsecurity.org/military/world/war/index.html>
- Oriente, D. (23 de 11 de 2016). *Diario Oriente*. Recuperado el 2016, de Diario Oriente: <http://diarioriente.com/altilplano/airbus-pone-en-observacion-al-oriente-antioqueno-para-fijar-un-centro-de-produccion.html>
- pais, e. (3 de febrero de 2015). *el país.com.co*. Recuperado el 18 de octubre de 2016, de <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/avianca-arranca-construccion-moderno-centro-aeronautico>
- PLANEACION, D. N. (2014). *PLAN DE DESARROLLO 2014-2018 "TODOS POR UN NUEVO PAIS" TOMOS 1 y2*. BOGOTA: ©Departamento Nacional de Planeación, 2015.
- Portafolio. (Noviembre de 2020). *Revista Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/transportar-carga-un-minimo-alivio-en-aerolineas-de-pasajeros-546898>
- Portafolio. (enero de 2021). Obtenido de <https://www.portafolio.co/negocios/>
- Portafolio. (Febrero de 2021). En 2022 arrancan 8 de las 10 megaobras para la reactivación. *Portafolio*.
- Público., D. N. (2015). *Plan Operativo Anual de Inversiones Vigencia 2016*.

- Quintero, K. V. (25 de Agosto de 2022). ¿Qué viene para los aeropuertos de Colombia en el Gobierno Petro? *EL ESPECTADOR*.
- Ramírez, T. J. (2007). *FUERZA AEREA COLOMBIANA*. Obtenido de Logística Aeronáutica para el mundo: <https://www.fac.mil.co>
- Reportur.co. (11 de Enero de 2021). *Aeropuerto El Dorado ya no tendrá tercera pista: MinTransporte*. Obtenido de <https://www.reportur.com/colombia/2021/01/11/aeropuerto-dorado-ya-no-tendra-tercera-pista-mintransporte/>
- RUAG. (2015). Worldwide active fleet per region. *World Air Forces 2015*, 36.
- Saumeth, E. (22 de septiembre de 2020). *InfoDefensa*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com>
- SDP. (OCTUBRE de 2019). *SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACION - BOGOTÁ*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co>
- Security, G. (03 de marzo de 2012). *www.Globalsecurity.org*. Obtenido de <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/f-16-life.htm>
- Semana. (29 de Mayo de 2022). La tarea pendiente: más y mejores aeropuertos. *Revista Semana*.
- Silverman, M. (2016). *Statia*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/259384/global-military-fleet-by-country/>
- Simon Dietz, R. B. (marzo de 2019). *The Transition Pathway Initiative (TPI)*. Obtenido de Carbon performance assessment of airlines: note on methodology: <https://www.transitionpathwayinitiative.org>
- Soto, S. A. (25 de Febrero de 2021). Para 2021, la ANI se trazó como objetivo adjudicar la primera ola de proyectos 5G. *La Republica*.
- SpaceX. (junio de 2021). *SPACEX*. Obtenido de <https://www.spacex.com/launches/>
- SRVSOP. (2021). *Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional*. Obtenido de <https://www.srvsop.aero/quienes-somos/>
- SRVSOP. (Marzo de 2022). LAR 65 Licencias Personal Aeronáutico excepto Miembros de la Tripulación de Vuelo.
- Strategic Defence Intelligence. (Enero de 2015). *ReportsnReports*. Obtenido de <http://www.reportsnreports.com/reports/327228-the-global-military-fixed-wing-aircraft-market-2015-2025.html>
- Tecnología., S. d. (2012). *Industria Aeronáutica México*. Mexico.
- The Business Research Company*. (s.f.). Obtenido de <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/aerospace-global-market-report>
- TradeMap. (2022). *International Trade Center*. Obtenido de https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7c88%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1
- UAEAC - MINTRANSPORTE. (Mayo de 2021 y 2022). *Estadísticas Operacionales - TRA MOVIMIENTO ANUAL DE PASAJEROS Y CARGA NAL. INT. 1992-2020*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones>.
- UAEAC. (20 de septiembre de 2011).
- UAEAC. (2016). *Cronogramas de Inversión Trimestre I*. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/PlanGestControl/PoliticasyPlanesProy/Plan%20de%20Accion/Vigencia%20Actual/Documents/Cronogramas%20de%20Inversión%20Trimestr%20I%20-%202016.xlsx>
- UAEAC. (2019). Obtenido de Aeronáutica Civil: <https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/Catalogo%20de%20servicios%20actualizado/NUEVO%20CAT%3%81LOGO%20-%202019.pdf>
- UAEAC. (Mayo de 2019). *Aerocivil*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/Plan-Nacional-de-Desarrollo-da->

v%C3%ADa-libre-a-la-Aeron%C3%A1utica-Civil-para-invertir-3,8-billones-en-los-pr%C3%B3ximos-4-a%C3%B1os---.aspx

- UAEAC. (octubre de 2019). REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA - 2. *PERSONAL AERONÁUTICO*. Bogotá.
- UAEAC. (09 de marzo de 2020). Plan de Navegación Aérea para Colombia. Bogotá, Colombia.
- UAEAC. (07 de Diciembre de 2020). Reglamento Aeronáutico de Colombia 1 - Definiciones. Bogotá D.C.
- UAEAC. (18 de Junio de 2020). Reglamento Aeronáutico de Colombia 91 - Reglas generales de vuelo y de operación. Bogotá D.C.
- UAEAC. (16 de Abril de 2021). *Autoridad de la Aviación Civil - Reglamentación - RAC*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/reglamentacion/rac>
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC - 211 - Gestión De Tránsito Aéreo. *211.015 Objetivos de los servicios de tránsito aéreo*. Bogotá.
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC - 211 - Gestión De Tránsito Aéreo. Bogotá.
- UAEAC. (09 de Febrero de 2021). RAC 211 - GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO. *211.020 División de los servicios de tránsito aéreo*.
- UAEAC. (02 de FEBRERO de 2021). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia 3 - Actividades Aéreas Civiles. Bogotá.
- UAEAC. (Agosto de 2022). *Consulta de empresas aéreas*. Obtenido de <https://www.aerocivil.gov.co/consulta-en-linea/consulta-de-empresas-aereas>
- UAEAC Rac 6, U. A. (2007). *Reglamento Aeronautico de Colombia Parte 6*. Bogotá.
- UAEAC, O. A. (2022). *Seguimiento al Plan de Acción Trimestre II 2022 - como vamos*. Bogotá D.C.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2016). *Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil*. Obtenido de <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Vigilancia/Aeronav/Paginas/EmpresasCertificadas.aspx>
- Univ. Sergio Arboleda. (abril de 2007). *Univ. Sergio Arboleda*. Obtenido de EL PRIMER SATÉLITE COLOMBIANO: <https://www.usergioarboleda.edu.co>
- Velasco, J. (30 de Septiembre de 2011). *Wernher von Braun, el alemán que llevó a EE.UU. al espacio*. Obtenido de <https://hipertextual.com/2011/09/wernher-von-braun-alemania-nasa>