



Análisis técnico y estratégico de la adaptación del AC-47T para misiones en la Antártida y sus implicaciones en la Seguridad y Defensa Nacional

Mayor (FAC) Peñuela Pulido Camilo Andrés

Artículo para optar al título profesional:

Magister en Seguridad y Defensa Nacionales

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia
2025

DATOS GENERALES	
Nombre del estudiante	: Mayor (FAC) Peñuela Pulido Camilo Andrés
Identificación	: 1.015.384.632
Programa académico	: Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales
Tutor metodológico	: Juan Camilo Urazan Chinchilla
Tutor temático	: Teniente Coronel Diego Alejandro Sanabria Castro
Fecha de entrega	: 27 agosto 2025
Extensión	: 9498

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

El autor declara que este artículo fue escrito de acuerdo con la normatividad de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto” (ESDEG) y no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con este. Las posturas y aseveraciones presentadas son resultado de un ejercicio académico e investigativo que no representan la posición oficial ni institucional de la ESDEG, las Fuerzas Militares de Colombia o el Ministerio de Defensa Nacional.

Este artículo es enteramente mi propio trabajo y no ha sido presentado para la obtención de un título en esta u otra Institución de Educación Superior. Se han referenciado todos los trabajos y puntos de vista de otros autores, así como los datos de otras fuentes utilizadas. No se emplearon herramientas de generación de contenido por Inteligencia Artificial para su elaboración.

El autor acepta ceder los derechos de publicación en favor de la ESDEG y su Sello Editorial de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

El autor autoriza que este artículo sea publicado por el Sello Editorial ESDEG en su repositorio institucional y esté disponible bajo una modalidad de acceso abierto.

Análisis técnico y estratégico de la adaptación del AC-47T para misiones en la Antártida y sus implicaciones en la Seguridad y Defensa Nacional

Technical and strategic analysis of the adaptation of the AC-47T for Antarctic missions and its implications for National Security and Defense.

Peñuela Pulido Camilo Andrés ¹

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen: El artículo analiza los factores técnicos y estratégicos necesarios para adaptar la aeronave AC-47T a misiones en la Antártida, considerando sus implicaciones en la seguridad y defensa nacional de Colombia. A través de una metodología cualitativa, documental y comparativa, basada en informes técnicos, estudios de caso y entrevistas, se identifican limitaciones del AC-47T en condiciones de bajas temperaturas, así como la necesidad de mejorar la infraestructura, la capacitación del personal y los protocolos logísticos y de mantenimiento. La investigación destaca que la participación de Colombia en operaciones antárticas puede fortalecer su posicionamiento estratégico internacional, siempre que esté respaldada por inversiones tecnológicas y cooperación interinstitucional. Se concluye con recomendaciones orientadas a optimizar la operatividad de la aeronave y establecer una estrategia de defensa adecuada a entornos extremos, contribuyendo a una mayor presencia y capacidad de respuesta del país en escenarios de alta exigencia climática y creciente relevancia geopolítica.

Palabras clave: Antártida, Defensa nacional, Estrategia militar, Logística aérea, Poder aéreo, Seguridad operacional.

Abstract: The article analyzes the technical and strategic factors necessary to adapt the AC-47T aircraft to missions in Antarctica, considering its implications for Colombia's national security and defense. Through a qualitative, documentary and comparative methodology, based on technical reports, case studies and interviews, limitations of the AC-47T in low temperature conditions are identified, as well as the need to improve infrastructure, personnel training and logistical and maintenance protocols. The research highlights that Colombia's participation in Antarctic operations

¹ Mayor I del Ejército Nacional de Colombia. Candidato a magíster en Seguridad y Defensa Nacionales, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Profesional en Ciencias Militares, Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-2004-7466> - Contacto: landinezj@esdeg.edu.co.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

can strengthen its international strategic positioning, as long as it is supported by technological investments and inter-institutional cooperation. It concludes with recommendations aimed at optimizing the operability of the aircraft and establishing an adequate defense strategy for extreme environments, contributing to a greater presence and response capacity of the country in scenarios of high climatic demands and growing geopolitical relevance.

Keywords: Antarctica, National defense, Military strategy, Air logistics, Air power, Operational security.

[T1] Introducción

La Antártida se ha consolidado como un espacio geoestratégico de creciente importancia en el escenario internacional. Tradicionalmente concebida como un continente reservado para la investigación científica y la cooperación pacífica entre naciones, su rol en la configuración del poder global ha evolucionado, convirtiéndose en un territorio clave para proyectar influencia política, científica, ambiental y de defensa. En este contexto, los Estados han comenzado a fortalecer su presencia operativa en la región, ampliando sus capacidades logísticas, científicas y militares, bajo el marco normativo del Tratado Antártico y en coherencia con sus intereses nacionales. Para países como Colombia, con una política exterior cada vez más comprometida con la protección del medio ambiente, la cooperación internacional y la ciencia para el desarrollo, la Antártida representa una oportunidad única de consolidar su presencia en los Global Commons y fortalecer su perfil estratégico a nivel internacional.

Colombia ha venido avanzando en su presencia antártica mediante la ejecución de campañas científicas y logísticas que han contado con el respaldo de distintas instituciones del Estado, entre ellas la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), que ha desempeñado un rol esencial en el apoyo aéreo a las misiones. La participación del país en este territorio se

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

enmarca en una visión de defensa multidimensional, en la que la protección de los intereses estratégicos, la cooperación técnica y el avance científico se conjugan como pilares de una política integral. Sin embargo, incursionar de manera sostenida y eficaz en la región antártica plantea múltiples retos operativos, técnicos y humanos. Las condiciones climáticas extremas con temperaturas que descienden por debajo de los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, vientos superiores a los 200 km/h, y escasa infraestructura aeroportuaria suponen desafíos considerables para la aviación militar, comprometiendo la seguridad de las misiones, el rendimiento de los sistemas aeronáuticos y la integridad de las tripulaciones (Tabares, 2021).

En este contexto, surge la necesidad de evaluar la viabilidad de adaptar el avión AC-47T para misiones en la Antártida. Esta aeronave, de origen estadounidense y reacondicionada por Colombia, ha demostrado ser una plataforma versátil para operaciones de apoyo aéreo cercano, inteligencia, vigilancia, reconocimiento, búsqueda y rescate, así como para tareas de interdicción estratégica en entornos convencionales. No obstante, su diseño fue concebido para operar en climas templados o moderadamente hostiles, lo cual limita su operatividad en escenarios polares sin modificaciones sustanciales. La adaptación del AC-47T requiere una evaluación integral de sus sistemas de propulsión, estructuras, aviónica, autonomía y protocolos de mantenimiento, así como una preparación intensiva de su personal para enfrentar escenarios extremos (Infodefensa, 2024).

El estado del arte sobre esta temática permite identificar distintos enfoques relevantes. Tabares (2021) aborda los riesgos de la operación aérea en la Antártida, haciendo énfasis en la necesidad de renovar los protocolos de seguridad operacional. Barrero (2022) y Álvarez et al. (2022) destacan la urgencia de fortalecer las capacidades técnicas, aéreas y espaciales de Colombia como vía para consolidar una estrategia antártica nacional robusta. Por su parte,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Vera et al. (2023) examinan el impacto de los cambios tecnológicos en la transformación doctrinal de las Fuerzas Armadas, señalando la importancia de integrar plataformas modernizadas y resilientes. Documentos técnicos del Consejo de Gerentes de Programas Antárticos Nacionales (COMNAP, 2020), y experiencias documentadas sobre cooperación logística y adaptación de aeronaves, aportan evidencia de que operar en la Antártida implica cumplir altos estándares de interoperabilidad, mantenimiento y seguridad aérea.

Desde el punto de vista teórico, este estudio se fundamenta en los postulados clásicos del poder aéreo de Giulio Douhet, quien afirmó que la supremacía aérea es esencial para proyectar poder nacional más allá del territorio continental. Douhet planteó que la capacidad de operar con eficacia desde el aire representa una ventaja estratégica que puede modificar el curso de un conflicto o influir en el equilibrio de poder entre Estados. Asimismo, la teoría del poder aéreo integral de John Warden complementa esta visión al establecer una estructura jerárquica en cinco niveles liderazgo, infraestructura, población, fuerzas armadas y capacidad operativa donde el dominio del espacio aéreo permite incidir simultáneamente en todos ellos.

Bajo estas consideraciones, se plantea la siguiente pregunta de investigación: **¿Cuáles son los factores técnicos y estratégicos clave para adaptar el AC-47T a misiones en la Antártida frente a desafíos climáticos extremos?** Esta pregunta orienta el desarrollo del estudio hacia un análisis riguroso y multidisciplinario que permita comprender la viabilidad operativa de la aeronave, identificar limitaciones y proponer soluciones sostenibles y estratégicas.

En correspondencia con esta pregunta, el objetivo general de la investigación es analizar los factores técnicos y estratégicos clave para la adaptación del AC-47T para misiones en la Antártida y sus implicaciones en la seguridad y defensa nacional. Los

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

objetivos específicos incluyen: (i) comparar el AC-47T con aeronaves similares utilizadas en la región; (ii) identificar el estado actual de las capacidades operativas de la Fuerza Aeroespacial Colombiana en la Antártida; y (iii) Establecer directrices en materia de seguridad y defensa nacional, enfocadas para la optimización de las capacidades técnicas, operativas y logísticas del Ac-47T.

La postura de esta investigación parte de la premisa de que la adaptación del AC-47T a misiones antárticas no es solo un reto tecnológico, sino una decisión estratégica que proyecta a Colombia como un actor comprometido con la gobernanza global, la ciencia aplicada y la defensa de intereses nacionales en espacios comunes. Esta visión reconoce que la Antártida, aunque lejana geográficamente, es cercana en términos de intereses estratégicos, pues representa un laboratorio natural de oportunidades científicas, cooperación multinacional y posicionamiento político. Adaptar el AC-47T a este entorno no solo fortalece las capacidades de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, sino que contribuye a la soberanía científica y a la consolidación de una doctrina operativa moderna, resiliente y coherente con los desafíos del siglo XXI.

[T1] Metodología

La metodología utilizada en este estudio se basa en una revisión sistemática con un enfoque cualitativo, permitiendo analizar y comparar la adaptación del AC-47T en misiones en la Antártida con otras aeronaves especializadas, así como evaluar las capacidades operativas de la Fuerza Aeroespacial Colombiana en la región(Pla, 1999).

[T2] Diseño de la Investigación

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

El diseño de la investigación corresponde a un enfoque documental-descriptivo, estructurado para analizar datos secundarios obtenidos de informes técnicos, estudios de caso, publicaciones científicas y documentos oficiales relacionados con operaciones antárticas. Este diseño permitirá identificar patrones, comparar especificaciones técnicas y evaluar la adaptabilidad del AC-47T en entornos extremos.

[T2] Muestra

La muestra está compuesta por fuentes documentales no humanas, incluyendo artículos académicos, informes técnicos de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, normativas internacionales sobre operaciones en la Antártida, estudios de caso de misiones antárticas y entrevistas a expertos en aviación y logística polar. La selección de estos documentos se realizará en función de su relevancia para el tema de estudio, asegurando la inclusión de material actualizado y con rigor académico.

[T3] Muestreo

Se empleará un muestreo por conveniencia, basado en la pertinencia temática, la calidad metodológica y la relevancia de las fuentes para la investigación. Este enfoque permitirá seleccionar aquellos estudios y documentos que aporten información significativa sobre la operación del AC-47T en la Antártida, así como sobre aeronaves comparables utilizadas en condiciones similares. Se establecerán criterios de selección rigurosos para garantizar la validez y la fiabilidad de la información recopilada(Quispe, 2023).

[T4] Instrumentos

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se utilizarán herramientas de análisis documental y comparativo. Estas herramientas permitirán evaluar informes técnicos,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

identificar tendencias en la operación de aeronaves en la Antártida y comparar especificaciones técnicas, capacidades operativas y limitaciones de diferentes modelos. Además, se realizarán entrevistas semiestructuradas a expertos en aviación militar y operaciones polares para complementar el análisis documental con información cualitativa de primera mano (Fuster, 2019).

[T4] Criterios de Inclusión

Se incluirán estudios publicados en revistas científicas indexadas, informes oficiales de la Fuerza Aeroespacial Colombiana, estudios de caso sobre misiones antárticas y publicaciones académicas en español e inglés. Se priorizarán documentos difundidos entre 2010 y 2024 que aborden la operación de aeronaves en entornos polares, la logística antártica y la adaptación de tecnologías aeronáuticas a condiciones extremas. Estos criterios permitirán acotar la muestra a trabajos relevantes y actualizados.

[T4] Criterios de Exclusión

Se excluirán documentos que no presenten un enfoque técnico o científico riguroso, publicaciones sin revisión por pares, informes desactualizados o con información redundante, y estudios que no aborden directamente la temática de operaciones antárticas o la comparación de aeronaves. Asimismo, se descartarán fuentes con limitaciones metodológicas significativas o datos no verificables, para garantizar la calidad y la fiabilidad del análisis.

Por lo tanto, implica la recopilación, selección y análisis de fuentes relevantes, incluyendo documentos oficiales, estudios técnicos, artículos académicos y experiencias previas de misiones antárticas. A su vez, facilita la identificación de patrones, limitaciones y

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

estrategias en el uso del AC-47T en condiciones climáticas extremas, proporcionando una base sólida para la formulación de recomendaciones estratégicas en seguridad y defensa (Fernández & Díaz, 2003) (Ver tabla 1).

Tabla 1. *Actividades y Herramientas*

OBJETIVO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA
Comparar el uso del AC-47T con otras aeronaves especializadas en misiones en la Antártida.	Análisis comparativo de especificaciones técnicas, rendimiento y adaptabilidad de aeronaves en la región.	Revisión documental de informes aeronáuticos, estudios de caso y publicaciones científicas.
Identificar el estado actual de las misiones en la Antártida de Colombia, con énfasis en capacidades operativas, limitaciones técnicas y estrategias vigentes.	Evaluación de documentos oficiales y estudios sobre misiones antárticas de la Fuerza Aeroespacial Colombiana.	Análisis de informes institucionales y normativas operacionales.
Formular directrices estratégicas para optimizar las capacidades técnicas, operativas y logísticas del AC-47T.	Elaboración de propuestas de mejora basadas en los hallazgos del estudio.	Síntesis de información, análisis de tendencias y evaluación de mejores prácticas internacionales.

Fuente: Elaboración propia

A través de esta metodología, se busca generar un análisis profundo sobre el uso del AC-47T en la Antártida, permitiendo establecer comparaciones fundamentadas, identificar oportunidades de mejora en la operatividad de la Fuerza Aeroespacial Colombiana y proponer estrategias que refuercen la seguridad y defensa nacional en este entorno extremo.

[T1] Resultados

[T2] Comparación técnica y operativa del AC-47T con aeronaves utilizadas en misiones en la Antártida

El despliegue aéreo en la Antártida representa uno de los mayores desafíos técnicos y operativos para las Fuerzas Militares del mundo, debido a las condiciones extremas del entorno, la escasa infraestructura y la necesidad de operar con altos niveles de precisión, autonomía y seguridad.

Esta sección examina las capacidades técnicas y operativas del AC-47T aeronave de origen estadounidense modernizada por Colombia para misiones de apoyo táctico— en comparación con modelos que ya han sido adaptados con éxito al entorno antártico, como el LC-130 Hércules (Estados Unidos), el Basler BT-67 (Canadá, Chile y Australia) y el Saab 340 (Argentina). A partir de esta comparación se busca identificar ventajas, limitaciones y potencialidades, así como extraer lecciones estratégicas y logísticas que permitan orientar la toma de decisiones en el ámbito de la seguridad y defensa nacional, con miras a una eventual participación colombiana sostenida en el continente austral.

[T3] Características técnicas del AC-47T: capacidades, ventajas y limitaciones

El AC-47T Fantasma es una versión modernizada del transporte Douglas C-47/DC-3 de la Segunda Guerra Mundial, adaptada por la Fuerza Aérea Colombiana como aeronave de apoyo y combate contrainsurgente(Saumeth, 2022) . En efecto, esta plataforma bimotor de hélice ha demostrado gran versatilidad en climas templados, siendo capaz de operar desde pistas cortas y no preparadas en cualquier región geográfica nacional. Sus motores turbohélice (modificación Basler BT-67) le proporcionan mayor potencia y fiabilidad que los motores de pistón originales, permitiéndole una velocidad de crucero de ~280–300 km/h y un alcance de alrededor de 3.500–4.000 km, similar a otros DC-3 modernizados. Además, su electrónica ha sido actualizada para misiones nocturnas y de vigilancia; Colombia, por ejemplo, integró sensores infrarrojos FLIR y sistemas de armas laterales en sus AC-47T para operaciones nocturnas precisas(Army Recognition, 2024) (Ver tabla 1).

Tabla 1. *Características técnicas del AC-47*

Categoría	Descripción / Valor	Ventajas	Limitaciones
Tipo aeronave	de Avión turbohélice táctico (modificación del Douglas C-47 / DC-3)	Plataforma probada y robusta, ideal para entornos de baja intensidad	Diseño antiguo, no concebido originalmente para entornos polares
Motorización	2 × Pratt & Whitney PT6A-67R turbohélice	Bajo consumo, alta fiabilidad, buen rendimiento en climas templados	Sensibles al congelamiento sin calefacción de combustible
Velocidad crucero	de 210–230 nudos (388–426 km/h)	Suficiente para misiones de patrullaje y transporte táctico regional	Inferior a aeronaves modernas, limita respuesta rápida
Autonomía estimada	3.000 – 4.000 km (con tanques extendidos)	Alta autonomía para misiones prolongadas sin repostaje	Requiere logística de combustible especializada en zonas remotas
Capacidad carga	de ~2.500 – 3.000 kg o hasta 20 pasajeros (según configuración)	Flexible para misiones mixtas (pasajeros y carga)	Capacidad limitada para operaciones de reabastecimiento masivo
Tren aterrizaje	de Convencional con ruedas (no incluye esquís)	Ideal para pistas no preparadas en clima templado	Inoperable en nieve profunda o pistas blandas sin modificación
Cabina fuselaje	y No presurizado, reforzado estructuralmente	Mantenimiento sencillo y bajo costo	No apto para vuelos prolongados a gran altitud o climas extremos sin adaptación
Aviónica	Modificada: incluye GPS, FLIR, comunicaciones VHF/HF y sistemas de navegación táctica	Adaptable a misiones de vigilancia, interdicción y búsqueda	No diseñada para navegación polar precisa (requiere actualización para zonas sin referencia magnética)
Sistemas deshielo y calefacción	de y Parcial, no estándar para condiciones antárticas	Útil en climas fríos moderados	Insuficiente para operar con seguridad en ambientes polares sin modificaciones
Estado operativo actual (FAC)	En servicio desde 1986, con seis unidades activas en la Fuerza Aeroespacial Colombiana	Experiencia consolidada del personal técnico y operativo	Riesgo de obsolescencia técnica sin modernización

Nota. Fuente: Elaboración propia

No obstante, muchas de las ventajas del AC-47T en entornos tropicales y de media latitud se convierten en desafíos en ambientes polares. En primer lugar, el AC-47T carece de

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

cabina presurizada, lo que complica los vuelos a gran altitud en la Antártida (donde a menudo se deben superar sistemas meteorológicos extensos). También carece de tren de aterrizaje con esquís de fábrica, limitando sus aterrizajes a pistas despejadas o de hielo muy compactado; esto contrasta con aeronaves polares especializadas que usan esquís retráctiles para aterrizar en nieve profunda(National Science Foundation, 2020).

La teoría del poder aéreo de Giulio Douhet, general italiano y pionero del pensamiento estratégico aéreo en el siglo XX, resulta especialmente útil para interpretar el despliegue de capacidades como el AC-47T en escenarios extremos como la Antártida. En su obra *El dominio del aire* (1921), Douhet sostenía que quien dominara el espacio aéreo tendría el control decisivo del conflicto y podría proyectar poder con mayor rapidez, alcance y eficacia que por medios terrestres o navales. Aunque su enfoque se centraba en la guerra total y los bombardeos estratégicos, varios principios son aplicables al análisis de operaciones aéreas en entornos polares(Douhet, 2009).

Para Douhet, la aviación permitía vencer obstáculos geográficos y alcanzar cualquier punto con velocidad. Esta premisa cobra especial valor en la Antártida, donde las distancias son vastas, las condiciones meteorológicas son cambiantes, y los medios terrestres y navales resultan limitados. En este sentido, el AC-47T si se adapta con sistemas adecuados puede ser un vector de movilidad estratégica que proyecte capacidades de apoyo logístico, evacuación médica, patrullaje y presencia estatal en zonas de difícil acceso(Haslam, 2012).

Asimismo, operar a temperaturas muy bajo cero revelaría limitaciones en sus sistemas: habría que incorporar calentadores de combustible y aceite, mejores sistemas anti-hielo en alas y hélices, y aislar el fuselaje para proteger tripulación y carga. De hecho, la conversión Basler BT-67 (en la que se basa el AC-47T) requiere reemplazar 80% de los

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

componentes originales del DC-3, incluyendo actualizaciones en el sistema de combustible y sistemas de anti-hielo para optimizar el desempeño en climas extremos. Sin estas mejoras, un AC-47T estándar afrontaría riesgos operativos serios en la Antártida, como formación de hielo, fallos hidráulicos o combustible gelado. En suma, aunque robusto y fiable en climas templados, el AC-47T necesitaría adaptaciones sustanciales para misiones polares, cerrando la brecha tecnológica con aeronaves diseñadas específicamente para esas condiciones(Baquero, 2022).

Por último, desde la perspectiva de mantenimiento y vida útil, el AC-47T es una aeronave veterana (basada en un diseño de 1935). Colombia ha operado sus AC-47T por más de 36 años, sometiéndolos a inspecciones mayores cada 2.000 horas para verificar estructura, motores y sistemas de navegación(Tovar, 2022). Esta larga trayectoria conlleva inevitablemente fatiga de materiales y necesidad de repuestos difíciles de conseguir, un punto crítico si se pretendiera usar el AC-47T en campañas antárticas prolongadas(Medina & Monroy, 2020). En síntesis, el AC-47T ofrece capacidades probadas en entornos no polares como despegues cortos, vuelo a baja altitud estable y operación en pistas rudimentarias, pero enfrentaría importantes limitaciones sin una adaptación técnica profunda para enfrentar el rigor antártico (frío extremo, hielo, falta de infraestructura), requerimiento que otras aeronaves ya cumplen de fábrica o mediante modificaciones especializadas(CACOM-1, 2020).

[T4] Adaptaciones necesarias del AC-47T para operaciones en entornos polares

La adaptación del AC-47T a las condiciones operativas de la Antártida implica enfrentar desafíos que superan los límites del diseño original de esta plataforma. Por ello, se requieren modificaciones integrales que abarquen no solo aspectos técnicos, sino también logísticos y

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

humanos. Desde el punto de vista técnico, es prioritario dotar al AC-47T de un tren de aterrizaje con esquís retráctiles, tecnología ya aplicada con éxito en los Basler BT-67 empleados en el continente blanco. Esta modificación permitiría su operación sobre pistas de nieve profunda o hielo compactado.

Figura 1. *Adaptaciones necesarias del AC-47T para operaciones en entornos polares*



Nota. Fuente:(Fundación Marambio, 2020)

En 1962, el intento argentino de llegar al Polo Sur con el C-47 TC-33 terminó en tragedia al incendiarse en la base Ellsworth, aunque todos los tripulantes sobrevivieron, destacándose el Vicecomodoro Mario Luis Olezza, quien recibió una distinción de la Fuerza Aérea de los EE. UU. por su heroísmo. Sin rendirse, Olezza lideró una nueva misión con el TA-05 El Montañés un C-47 profundamente modificado con esquís retráctiles, mayor autonomía, sistema JATO, navegación avanzada y refuerzos estructurales, convirtiéndose en una aeronave pionera. En 1965, acompañado de dos DHC-2 Beaver y apoyado por otros medios aéreos, el TA-05 logró anevizar en la base Matienzo, desde donde despegó hacia el Polo Sur, llegando a la base Amundsen-Scott el 3 de noviembre. El 11 del mismo mes,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

completó el primer vuelo transpolar desde América hasta la base McMurdo, desafiando temperaturas de -55°C y demostrando el potencial de la aviación antártica argentina (Fundación Marambio, 2020).

En el ámbito logístico, se debe estructurar una cadena de apoyo multiescala que considere: (i) el preposicionamiento de combustible especial con aditivos anticongelantes, (ii) la disponibilidad de talleres móviles de mantenimiento en zonas intermedias, y (iii) protocolos de evacuación médica y asistencia técnica conjunta con países aliados bajo el Tratado Antártico. Este componente logístico debe contemplar además la interoperabilidad con otras plataformas en uso por programas antárticos regionales (como el de Chile, Argentina o Estados Unidos), permitiendo el acceso a pistas, hangares temporales y centros de reparación colaborativos. El desarrollo de un manual de operación polar para el AC-47T consolidaría estos lineamientos y establecería los márgenes operativos en clima extremo.

Por último, los requerimientos humanos representan un eje crítico para el éxito de la operación. Se requiere un entrenamiento especializado para tripulaciones, técnicos y planificadores de misión, incluyendo simulación de vuelo polar, navegación sin referencias magnéticas, aterrizaje en pistas improvisadas y protocolos de sobrevivencia en ambientes hostiles. La capacitación debe extenderse a entrenamientos internacionales en cooperación con fuerzas aéreas con experiencia en el continente antártico, así como ejercicios nacionales en escenarios análogos (como páramos de altura y zonas glaciares). Complementariamente, es clave institucionalizar una doctrina operativa para misiones en clima extremo, en línea con los principios de seguridad, sostenibilidad ambiental y proyección estratégica del poder aéreo.

[T2] Aeronaves especializadas para operaciones polares: casos internacionales relevantes

Las fuerzas aéreas que operan en la Antártida han desarrollado soluciones técnicas específicas en sus aeronaves para enfrentar el entorno polar. Un ejemplo emblemático es el LC-130 Hércules (Estados Unidos), versión del transporte C-130 equipada con esquís. Los LC-130 de la Guardia Aérea Nacional de Nueva York son los únicos aviones de carga pesada con esquís en el mundo (solo existen diez)(National Science Foundation, 2020). Cuentan con tren de aterrizaje de esquí retráctil, permitiendo aterrizar tanto en nieve/hielo como en pistas convencionales. Para despegar de superficies nevadas blandas con grandes cargas, históricamente emplearon cohetes JATO de asistencia, dado que el rozamiento de los esquís dificultaba la carrera de despegue.

Figura 2. *Basler BT-67*



Nota.Fuente:(Australian Antarctic Program, 2022)

En la figura se observa un Basler BT-67, aeronave de fuselaje alargado y librea azul con rojo, acompañado por un DHC-6 Twin Otter en primer plano. Ambos aviones están estacionados sobre una superficie de hielo “azul” en la Antártida, lo que indica que se encuentran en una zona de alta compactación glaciaria, característica de pistas naturales estabilizadas utilizadas frecuentemente en operaciones científicas o logísticas. Estas

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

superficies, al ser más duras y menos propensas a fracturas o hundimientos, resultan esenciales para permitir operaciones seguras de aeronaves de ruedas o esquís.

La teoría de seguridad cooperativa de Buzan permite entender que el despliegue aéreo en la Antártida no busca el dominio militar, sino el fortalecimiento del multilateralismo, la protección ambiental y la sostenibilidad logística. La imagen de las aeronaves operando sobre superficies estabilizadas refleja esa nueva forma de proyectar poder: un poder basado en la colaboración científica, la interoperabilidad logística y el respeto por el entorno, pilares de una defensa estratégica adaptada al siglo XXI (Buzan, 2008).

El Basler BT-67 es una versión profundamente modernizada del histórico DC-3, desarrollado por Basler Turbo Conversions en Estados Unidos. A diferencia del diseño original, esta aeronave incorpora motores turbohélice Pratt & Whitney PT6A, aviónica moderna y trenes de aterrizaje con esquís retráctiles, lo que le otorga una capacidad sobresaliente para despegar y aterrizar en nieve profunda o superficies congeladas. Su rol principal en la Antártida es el transporte mediano intracontinental, es decir, el traslado de personal, suministros o equipos científicos entre bases polares o campamentos avanzados. Gracias a su confiabilidad, autonomía y capacidad STOL (despegue y aterrizaje cortos), se ha convertido en un activo estratégico para diversas naciones, agencias científicas y operadores privados como Kenn Borek Air, con amplia experiencia en vuelos polares.

Las adaptaciones técnicas incluyen robustos sistemas de deshielo y calentamiento (para alas, hélices y combustible) integrados durante la conversión, aviónica reforzada para la navegación polar y la posibilidad de instalar equipos científicos o militares según la misión (desde radares y sensores hasta equipo de paracaidismo o incluso armamento en versiones especiales). En Chile, la Fuerza Aérea ha evaluado el Basler BT-67 para complementar sus DHC-6 Twin Otter en la Antártida; de hecho, Argentina obtuvo aprobación en 2024 para

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

adquirir varios BT-67 con apoyo logístico incluido, con el objetivo expreso de mejorar su capacidad de reabastecimiento aéreo invernal a sus bases antárticas.

De modo que, un caso de adaptación más reciente es el del Saab 340 (Argentina). A diferencia de los anteriores, el Saab 340 es un avión de transporte regional bimotor turbohélice, originalmente diseñado en Suecia para líneas comerciales de corta distancia. Su incorporación a misiones antárticas es novedosa: en 2024, la Fuerza Aérea Argentina realizó por primera vez vuelos operativos a la Antártida con un Saab 340, empleándolo para transporte de científicos y suministros ligeros (Infodefensa, 2024). Aunque el Saab 340 no está equipado con esquís (opera solo en pistas preparadas), Argentina construyó recientemente una pista de grava compactada en Base Petrel (1.300–1.800 m de longitud) precisamente para habilitar la operación de aeronaves con ruedas en la Antártida.

Al mismo tiempo, es viable porque, de fábrica, el Saab 340 ya posee características aptas para clima frío derivadas de su origen escandinavo incluyendo sistemas de anti-hielo en alas/hélices, buena performance a bajas temperaturas y capacidad de operar en aeródromos semi-preparados. De hecho, se destaca que este modelo fue diseñado para funcionar en climas extremadamente fríos y puede despegar/aterrizar en pistas no pavimentadas, incluso sobre permafrost (suelo permanentemente congelado).

[T3] Lecciones aprendidas de la experiencia internacional en la Antártida

La experiencia acumulada por distintas naciones en la aviación antártica provee valiosas lecciones operativas. Una constante es que el éxito en el entorno polar exige planificación minuciosa, entrenamiento especializado y coordinación interinstitucional. El reciente

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

despliegue argentino del Saab 340 lo evidencia claramente: El éxito de la misión es el resultado de una planificación meticulosa y un riguroso adiestramiento respaldado por la vasta experiencia del personal, declaró la Fuerza Aérea Argentina tras inaugurar la pista de Petrel(Infodefensa, 2024). Esta afirmación subraya la importancia de capacitar a las tripulaciones en procedimientos de vuelo polar, incluyendo despegues y aterrizajes en hielo, navegación con escasa referencia visual, y sobrevivencia en caso de contingencia. Países con larga data en la Antártida, como EE.UU., cuentan con escuadrones especializados (el 109° Wing de la Guardia Nacional) que rotan anualmente al Polo Sur; sus integrantes desarrollan pericia en operaciones árticas/antárticas mediante ejercicios periódicos en Groenlandia y Alaska(National Science Foundation, 2020).

Asimismo, se emplean simuladores de vuelo y entrenamientos in situ para preparar a pilotos y mecánicos en todo tipo de condiciones meteorológicas extremas un paralelo a cómo Colombia entrenó a sus tripulaciones de AC-47T con simuladores para asegurar la ejecución segura de misiones nocturnas difíciles. En definitiva, la formación continua y especializada de los recursos humanos es una buena práctica irrenunciable en la aviación polar.

Otra lección crucial es la necesidad de infraestructura adecuada e interoperabilidad logística. A diferencia de las operaciones en zonas habitadas, la Antártida carece de aeropuertos permanentes en la mayor parte de su territorio; las “pistas” a menudo son skiways (campos de nieve comprimida) o helipuertos temporales. La experiencia estadounidense muestra que se deben reconstruir pistas de hielo cada temporada, y mantenerlas requiere miles de horas de trabajo (ej.17.000 horas-hombre anuales para los aeródromos cerca de McMurdo).

Por ello, es vital planificar con antelación la adecuación de pistas: nivelar nieve/hielo, marcar visualmente las áreas de aterrizaje, verificar la resistencia del firme e incluso remover fauna silvestre de la trayectoria antes de cada operación. Países pequeños se han beneficiado colaborando con aquellos que poseen esta infraestructura: por ejemplo, Argentina coordinó su primer vuelo del Saab 340 aterrizando en la base chilena Presidente Frei (que cuenta con una pista de grava mantenida por Chile), aprovechando instalaciones aliadas en pro de la seguridad. Esta cooperación internacional es una buena práctica establecida bajo el Tratado Antártico: programas nacionales comparten datos meteorológicos, facilidades de navegación e incluso rescate. Un caso concreto es Operación Deep Freeze de EE.UU., que regularmente transporta personal de Nueva Zelanda y otras naciones a McMurdo en sus aviones, o evacua pacientes de bases de distintos países en emergencias, evidenciando la importancia de la interoperabilidad.

Figura 3. *COCOANTAR*



Nota.Fuente:(Guitian, 2023)

Asimismo, iniciativas conjuntas como el Comando Conjunto Antártico (COCOANTAR) en Argentina integran armada, fuerza aérea y ejército para coordinar

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

medios aéreos, marítimos y terrestres en la campaña antártica, asegurando que las buenas prácticas (por ejemplo, uso de combustible apropiado con aditivos anticongelantes, almacenamiento de aeronaves en hangares calefaccionados cuando es posible, etc.) se apliquen de manera uniforme.

Un aprendizaje de décadas de vuelos es no sobrecargar las aeronaves más allá de lo seguro incluso bajo presión logística; en este sentido, los nuevos motores T56 3.5 del LC-130 no solo aportan potencia sino también más margen de seguridad y reducción de mantenimiento, evitando depender de sistemas antiguos (JATO) que implicaban riesgos logísticos.

Igualmente, se ha comprobado que equipos modulares (como esquís desmontables, o kits de comunicación satelital portátiles) añaden flexibilidad para adaptar los aviones según la necesidad de cada misión, y constituyen una buena práctica de diseño operacional. En síntesis, las lecciones aprendidas se pueden resumir en: (a) invertir en entrenamiento especializado y experiencia acumulada del personal; (b) garantizar la infraestructura mínima (pistas, señalización, talleres móviles) antes de desplegar aeronaves; (c) fomentar la cooperación e interoperabilidad entre programas antárticos para compartir cargas y capacidades; y (d) mantener protocolos estrictos de mantenimiento y seguridad adaptados al ambiente polar. Estas buenas prácticas aumentan considerablemente la eficacia y reducen los riesgos en las desafiantes operaciones aéreas sobre el *continente blanco*.

[T2] Diagnóstico de las capacidades de la Fuerza Aeroespacial Colombiana en misiones antárticas

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

La participación de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) en operaciones antárticas ha evolucionado gradualmente desde un rol de acompañamiento logístico hasta la ejecución de misiones con cierto grado de autonomía operativa. Un hito relevante fue la II Campaña Antártica Colombiana, desarrollada entre enero y febrero de 2018, en la cual el avión C-130 Hércules FAC 1005 realizó vuelos desde Colombia hasta la Isla Rey Jorge en la Antártida, transportando más de 6 mil libras de carga y 20 militares, incluyendo pilotos, ingenieros y personal de mantenimiento. Esta misión marcó la primera certificación oficial de personal de la FAC para operaciones aéreas tipo polar, tras completar vuelos autónomos y entrenamientos en condiciones extremas.

Durante dicha campaña, los integrantes de la FAC recibieron capacitación en el Grupo de Aviación N.º 10 de la Fuerza Aérea Chilena, en Santiago de Chile, donde fueron instruidos en procedimientos operacionales para climas extremos, manejo de emergencias y protocolos de seguridad aérea. Posteriormente, realizaron vuelos de entrenamiento y dos operaciones aéreas en la Base Aérea Eduardo Frei Montalva (Isla Rey Jorge), siendo este el punto de certificación para los pilotos y tripulaciones del C-130.

Un componente destacado de esta operación fue el aporte del Centro de Medicina Aeroespacial de la FAC, que llevó a cabo estudios sobre variables fisiológicas como composición corporal, variabilidad cardíaca, y patrones de sueño de los tripulantes, con el fin de documentar los efectos del entorno antártico sobre el rendimiento humano. Estos hallazgos buscan orientar estrategias preventivas para futuras operaciones, mostrando un enfoque integral de preparación que incluye factores técnicos y humanos.

Además, durante la misión se evaluó la viabilidad de incorporar otras plataformas aéreas de transporte mediano a las operaciones antárticas. Para ello, un piloto y un ingeniero

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

de la FAC participaron como observadores en vuelos de instrucción y sesiones de planificación, con el propósito de estudiar los requerimientos técnicos y logísticos de aeronaves distintas al C-130, como el AC-47T.

A pesar de estos avances, la capacidad de la FAC para operar de manera continua y autónoma en el entorno antártico aún presenta limitaciones estructurales. No se cuenta con infraestructura propia en el continente blanco, ni con una flota adaptada a las exigencias climáticas de forma permanente. Si bien Colombia no cuenta aún con una base científica permanente en la Antártida, ha manifestado su interés en construir una en el mediano plazo. Este objetivo, mencionado por autoridades como el almirante Ernesto Durán González y respaldado por entidades académicas como la Universidad de los Andes y EAFIT, requiere ampliar las capacidades logísticas, tecnológicas y doctrinales de sus Fuerzas Militares (Abakumov et al., 2021).

En términos doctrinales, la FAC carece todavía de manuales específicos para operaciones polares, procedimientos estandarizados para navegación en regiones sin referencias magnéticas y protocolos técnicos para el mantenimiento de aeronaves en condiciones de congelación extrema (Fuerza Aeroespacial Colombiana, 2020). Sin embargo, experiencias como la II Campaña Antártica han permitido consolidar una base inicial de conocimiento operativo, y certificar a dos pilotos, dos ingenieros de vuelo y cuatro maestros de carga, como parte del fortalecimiento progresivo de las capacidades institucionales.

[T3] Estado actual

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Desde su adhesión al Tratado Antártico en 1989, Colombia ha reconocido la importancia estratégica, científica y ambiental del continente antártico en el sistema planetario. Este compromiso se reforzó con la firma del Protocolo sobre Protección del Medio Ambiente en 1991, ratificado mediante la Ley 1880 de 2018. A partir de estos compromisos internacionales, el país estructuró su participación antártica mediante la creación del Programa Antártico Colombiano (PAC) en 2014, liderado por la Comisión Colombiana del Océano (CCO).

La implementación del PAC dio origen a las Expediciones Científicas Antárticas Colombianas (EAC), que desde su inicio en 2014-2015 han permitido la ejecución de diez campañas científicas, la realización de 92 proyectos de investigación y la vinculación de 53 instituciones nacionales, tanto del sector público como privado, académico y no gubernamental. Para orientar las acciones científicas, se diseñó la Agenda Científica Antártica de Colombia, alineada con los grupos temáticos del Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), lo cual ha facilitado la articulación de los esfuerzos investigativos con estándares y prioridades globales.

Los estudios colombianos se han enfocado en áreas clave como biodiversidad, ecosistemas antárticos, ciencias físicas, geociencias, seguridad operativa y ciencias sociales, con énfasis particular en las ciencias de la vida y las ciencias físicas. Proyectos emblemáticos como CAMB-KGI sobre dinámica glacial, ICEMAN en oceanografía operacional, BioGerlache en biodiversidad marina, y estudios sobre contaminación y ecotoxicología, han aportado al conocimiento científico global y han fortalecido la presencia de Colombia en el escenario internacional (Hughes et al., 2024).

De la misma manera, se destaca el avance en cooperación internacional, con acuerdos bilaterales suscritos con países como Chile, Perú, Bulgaria y Uruguay, y colaboración

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

científica sostenida con naciones como Argentina, Brasil, Estados Unidos, Corea del Sur, y Reino Unido, entre otras. Esta red de cooperación ha facilitado el acceso a estaciones científicas, transferencia de tecnología, y ejecución conjunta de proyectos, como el desarrollado con Ecuador en la isla Greenwich sobre variaciones del nivel del mar por presión atmosférica.

El futuro del PAC es prometedor, con una agenda robusta que incluye nuevas líneas de investigación en biotecnología, microbiología, ecología marina, y cambio climático. La participación de embarcaciones como el ARC “20 de Julio” y el moderno ARC “Simón Bolívar” con clasificación Ice Class 1C ha consolidado el componente marítimo-logístico de las expediciones, permitiendo ampliar las capacidades operativas nacionales en el continente blanco.

Finalmente, Colombia ha incrementado su participación en el SCAR desde 2020, mediante la designación de delegados en todos los grupos científicos y la obtención de financiación para proyectos de alto impacto, como los estudios sobre mamíferos marinos liderados por la investigadora Dalia Barragán Barrera. Estos logros reflejan el compromiso sostenido del país con el desarrollo científico antártico y su inserción en los espacios de gobernanza internacional del continente austral.

[T3] Capacidades operativas del AC-47T en el entorno antártico

La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) cuenta actualmente con una flota operativa reducida de aproximadamente seis aeronaves AC-47T “Fantasma”, aunque su disponibilidad varía según el estado de mantenimiento de cada unidad. Estas aeronaves son versiones modernizadas del histórico Douglas DC-3/C-47, adaptadas bajo el modelo Basler BT-67, lo

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

que les confiere mejoras significativas en rendimiento, autonomía y capacidad de carga. Su diseño robusto y su historial comprobado en entornos complejos las convierten en plataformas versátiles, especialmente útiles en regiones con infraestructura aeroportuaria limitada o condiciones geográficas adversas(Newdick, 2025).

Uno de los principales atributos del AC-47T radica en su capacidad para operar desde pistas cortas, no preparadas o sin pavimentar, como las que se encuentran comúnmente en la selva amazónica o en aeródromos rústicos del hemisferio sur. Esta capacidad resulta particularmente valiosa en el contexto antártico, donde muchas operaciones dependen de campos de hielo compactado o pistas improvisadas. Además, el AC-47T está equipado con sistemas de visión infrarroja tipo FLIR (Forward Looking Infrared), lo que permite operaciones nocturnas o en condiciones de baja visibilidad, una ventaja crítica dada la variabilidad climática del continente blanco.

En términos de configuración militar, el AC-47T también incorpora ametralladoras laterales, sensores de vigilancia y capacidades de guerra electrónica, lo que lo posiciona como una plataforma multifuncional que podría adaptarse a tareas de patrullaje marítimo, evacuación médica, transporte logístico y apoyo científico(Leal, 2023). Su velocidad moderada, combinada con su autonomía de más de 2.000 kilómetros, le permite alcanzar zonas remotas sin depender completamente de reabastecimiento inmediato, aunque esto requeriría planificación cuidadosa en entornos tan hostiles como la Antártida(Consejo de Gerentes de Programas Antárticos Nacionales, 2019).

En suma, las capacidades operativas del AC-47T lo convierten en una aeronave potencialmente útil para misiones en escenarios polares, siempre que se realicen ajustes técnicos adecuados al entorno, como sistemas de calefacción reforzados, protección contra

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

hielo, y adaptación de materiales para bajas temperaturas. Su fiabilidad probada en climas adversos y terrenos inestables ofrece una base sólida para proyectar su uso en apoyo de la participación colombiana en expediciones antárticas científicas y logísticas.

[T3] Limitaciones técnicas de a FAC

La (FAC) históricamente ha enfrentado limitaciones técnicas y de recursos que la han obligado a adaptar ingeniosamente sus medios para proyectar poder en defensa de la soberanía nacional. Un ejemplo emblemático es el avión AC-47T Fantasma, resultado de modernizar antiguos transportes C-47/DC-3 de la Segunda Guerra Mundial para convertirlos en gunships efectivos. En la década de 1980, ante la necesidad de apoyo aéreo cercano contra las guerrillas y la negativa de EE. UU. a proveer modernos AC-130, la FAC recurrió a sus veteranos C-47: incorporó ametralladoras laterales y equipos de navegación, creando los primeros avión fantasma AC-47 armados con tres ametralladoras calibre .50. Estos aparatos rústicos pero fiables demostraron su utilidad para brindar potencia de fuego precisa sobre la jungla, operando en pistas precarias y extendiendo la capacidad de la FAC a zonas remotas del territorio colombiano(Saumeth, 2022).

La adaptación tecnológica del AC-47 al estándar AC-47T en los 90 profundizó esta capacidad. Con apoyo de la empresa Basler en EE. UU., la FAC reemplazó los motores radiales por turbohélices Pratt & Whitney PT6 más potentes, alargó el fuselaje y añadió aviónica moderna (incluyendo torreta FLIR infrarroja. Por USD 5 millones por avión, se logró extender la vida de células con más de 60 años de antigüedad, equiparándolas a las exigencias contemporáneas.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

La FAC superó sus limitaciones técnicas mediante esta innovación: sin disponer de aeronaves artilladas de fábrica, convirtió sus viejos Dakota en plataformas letales y versátiles, asegurando el dominio aéreo en conflictos de baja intensidad. Cabe destacar que, aunque siguen siendo aparatos veteranos, los Fantasmas mantienen su vigencia operativa e influencia psicológica de hecho, Colombia es el único país del mundo que aún emplea este tipo de gunships en servicio activo lo cual refleja la capacidad colombiana de hacer mucho con poco en materia de poder aéreo.

Personal de la FAC operando en la Antártida durante una expedición científica, apoyados en la infraestructura de una base argentina (Campaña Antártica de 2022). De forma análoga, la FAC ha debido sobreponerse a limitaciones logísticas y técnicas para proyectar la presencia de Colombia en la Antártida, en el marco de la apuesta nacional por la “soberanía antártica”. Colombia carece de bases propias o medios especializados en el continente blanco, por lo que ha adaptado sus capacidades existentes y recurrido a la cooperación internacional para involucrarse activamente en la Antártida.

La falta de infraestructura propia como bases permanentes o buques polares— se ha mitigado gracias a alianzas: las expediciones colombianas utilizan bases de países amigos (Argentina, Chile, EE. UU., entre otros) como plataforma de operaciones, mientras planifican instalar en el futuro una base científica nacional (Armada Nacional de Colombia, 2015).

La apuesta colombiana por la soberanía antártica no implica una reivindicación territorial (dado el régimen jurídico vigente del Tratado Antártico), sino la aspiración a tener voz y capacidad de decisión en el futuro de ese continente mediante el estatus de miembro consultivo y actor científico destacado. En este sentido, las expediciones de la FAC y demás

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

entidades del Estado en el Programa Antártico Colombiano (PAC) buscan proyectar a Colombia como actor preponderante dentro del Sistema del Tratado Antártico, posicionándola para participar dinámicamente en las decisiones globales sobre la Antártida. Cada campaña antártica es una inversión geopolítica a largo plazo: a través de la investigación científica y la cooperación, Colombia materializa su compromiso pacífico con el continente blanco, fortaleciendo su argumento para ser reconocida como nación consultiva con plena incidencia en los foros antárticos. Los frutos de esta estrategia ya son visibles. En 2024 Colombia fue admitida como miembro de pleno derecho del Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR), tras completar su décima expedición y presentar avances investigativos.

De la misma manera, ello le otorga mayor influencia en la definición de prioridades científicas y políticas del SCAR, paso clave hacia un eventual estatus consultivo en el Tratado Antártico. En resumen, la FAC ha superado obstáculos técnicos para “estar presente” en la Antártida, usando sus medios adaptados (ejemplo aviones Hercules sin modificaciones especiales) y capitalizando alianzas internacionales, todo con el objetivo estratégico de que Colombia asegure un lugar en la gobernanza del continente helado y en la protección de sus recursos, en consonancia con la defensa de la soberanía en su concepción más amplia.

[T3] Estrategias vigentes de la FAC

En la actualidad, la Fuerza Aeroespacial Colombiana desarrolla estrategias integrales para robustecer sus capacidades militares y cumplir misiones de seguridad y defensa en un entorno global cambiante. Estas estrategias abarcan la modernización de infraestructura y equipos, la evolución doctrinal hacia dominios aeroespaciales, el fortalecimiento del recurso humano y

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

la participación en programas internacionales como el PAC. En 2023 la institución adoptó la Estrategia para el Desarrollo Aéreo y Espacial 2042, una hoja de ruta a 20 años que busca consolidar a la FAC como una fuerza polivalente e interoperable, capaz de actuar eficazmente en múltiples dominios (aire, espacio, ciberespacio). Este plan estratégico reconoce la necesidad de adaptarse a las nuevas amenazas y tecnologías, e integra conceptos de poder aeroespacial en la doctrina colombiana.

La misión constitucional de defender la soberanía se extiende así más allá del cielo hacia la órbita, alineándose con tendencias globales que vinculan la seguridad nacional con las capacidades espaciales. En este contexto, la educación y entrenamiento del personal se han vuelto prioritarios: la FAC ha potenciado su Escuela de Posgrados e instituciones de formación, actualizando planes de estudio con énfasis en liderazgo, poder aeroespacial y estudios de ciberseguridad.

En cuanto a infraestructura y medios materiales, la FAC dispone hoy de una red de bases aéreas estratégicamente ubicadas en el territorio colombiano, las cuales sustentan su capacidad de respuesta rápida a nivel nacional. Cuenta con al menos siete comandos aéreos principales (CACOM), además de la base de transporte militar (CATAM) en Bogotá, que articulan escuadrones de combate, transporte, reconocimiento y helicópteros en las distintas regiones.

No obstante, uno de los pilares de la estrategia vigente es la renovación de la flota de aeronaves, dado que algunos modelos emblemáticos están llegando al fin de su vida útil. En particular, la flota de cazas IAI Kfir, columna vertebral de la defensa aérea colombiana desde los años 80, se encuentra obsoleta y enfrenta dificultades de mantenimiento (agravadas por tensiones diplomáticas con el país proveedor, Israel). Por ello, el Gobierno nacional ha

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

tomado la decisión de reemplazar los Kfir por aviones de combate de última generación en el corto plazo. A finales de 2024 se inició un proceso formal de evaluación de ofertas de cuatro fabricantes internacionales –Lockheed Martin (F-16 de EE. UU.), Dassault (Rafale de Francia), Saab (Gripen de Suecia) y el consorcio Eurofighter (Typhoon de Europa)– con miras a seleccionar la opción más adecuada para Colombia. El presidente Gustavo Petro aprobó la disposición de recursos financieros (aprox. USD 678 millones iniciales) para negociar la compra escalonada de estos nuevos cazas, esperando anunciar la empresa elegida una vez concluidos estudios técnicos y tras la COP16 de 2024.

Al mismo tiempo, esta renovación garantizará la superioridad aérea y disuasión de la FAC en las próximas décadas, permitiéndole contar con aviones equipados con radares de última generación, armamento inteligente y mejor desempeño, esenciales para la defensa de la soberanía y la protección de infraestructuras críticas. Junto a la aviación de combate, la FAC también continúa invirtiendo en otras capacidades: ha incorporado sistemas UAV (drones) para vigilancia, mantiene su flota de transporte (incluyendo varios C-130 Hércules y aviones CASA) para movilidad estratégica, y moderniza helicópteros utilitarios y de ataque (por ejemplo, la evolución de los UH-60 Arpía artillados).

La doctrina vigente de la FAC se caracteriza por integrar las lecciones aprendidas en décadas de combate interno con las nuevas dimensiones del poder aéreo internacional. Tras más de 50 años de conflicto interno, la FAC adquirió profunda experiencia en misiones COIN, operaciones conjuntas y apoyo aéreo en entornos selváticos y montañosos. Ahora, con el tránsito hacia un escenario de posconflicto y amenazas diferentes (crimen transnacional, ciberamenazas, desafíos transnacionales), la institución está reorientando su doctrina hacia un enfoque multidominio y de defensa integral. La creación en 2022 de un

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Comando Conjunto de Transición y el énfasis en la interoperabilidad con Ejército y Armada ejemplifican la búsqueda de sinergias en operaciones combinadas(Gil, 2018). Además, el énfasis aeroespacial se traduce en doctrinas de empleo del espacio ultraterrestre para apoyo a la defensa: la FAC lanzó en 2018 el satélite FACSAT-1, un nano-satélite de observación terrestre que permitió adquirir conocimientos en comunicaciones satelitales y teledetección

Actualmente se trabaja en el desarrollo del FACSAT-2 y en proyectos de constelaciones satelitales nacionales, amparados por la Ley 2302 de 2023 que fortaleció el programa espacial colombiano. Doctrinalmente, la FAC incorpora el uso militar del espacio en sus planes, entendiendo que las comunicaciones seguras, la navegación (GPS propio) y la observación estratégica desde órbita son multiplicadores de fuerza. A nivel operativo, también se han adoptado nuevas tácticas y procedimientos basados en tecnología: empleo de sistemas ISR (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) avanzados, integración de inteligencia artificial en la planificación, y mejoras en guerra electrónica y ciberdefensa para proteger sus redes y aeronaves(Beltrán & Alfonso, 2022).

El factor humano es otro eje central de las estrategias vigentes. La FAC cuenta con aproximadamente 13.000 efectivos militares en servicio activo (hacia 2019), complementados por cerca de 2.400 profesionales civiles en roles técnicos y administrativos. Esta cifra la sitúa entre las fuerzas aéreas más grandes de América Latina, solo por detrás de potencias regionales, y destaca por el alto nivel de entrenamiento y experiencia acumulada en combate.

La institución se enorgullece de ser la única fuerza aérea del mundo con certificación integral de calidad ISO 9001 y NTCGP 1000 en todos sus procesos, lo que evidencia una profesionalización y estandarización notables de su gestión interna. En años recientes, la

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

FAC ha impulsado políticas de talento humano orientadas a la excelencia y a la diversidad: incorporó cada vez más personal femenino en roles operativos antes vedados y ha visto hitos como la primera mujer piloto certificada para operaciones antárticas, la teniente coronel Andrea Díaz, quien comandó misiones en el Hércules hacia la Antártida en 2023 (Gómez & López, 2006).

[T2] Directrices en materia de seguridad y defensa nacional, enfocadas para la optimización de las capacidades técnicas, operativas y logísticas del Ac-47T

La adaptación del AC-47T a misiones antárticas debe concebirse como un proyecto estratégico de largo alcance que fortalezca la proyección internacional de Colombia en espacios comunes globales como la Antártida, al tiempo que refuerza su doctrina de defensa multidimensional Baquero, (2022) y Barrero, (2022). En efecto, las lecciones obtenidas de experiencias internacionales, especialmente las de Argentina, Chile, Estados Unidos y Australia, evidencian que operar en el continente blanco requiere modificaciones profundas a las plataformas aéreas, protocolos logísticos específicos, entrenamiento intensivo y cooperación regional (Fundación Marambio, 2020; National Science Foundation, 2020; Australian Antarctic Program, 2022).

Desde el plano técnico, se hace indispensable dotar al AC-47T de esquís retráctiles compatibles con su tren de aterrizaje actual, tal como fue implementado en el TA-05 argentino y en los BT-67 operados por Canadá y Australia, con el fin de permitir despegues y aterrizajes seguros sobre nieve y hielo (Antarcticland, 2024). Asimismo, se requiere la instalación de sistemas de calefacción para fluidos como aceite y combustible, sistemas de

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

deshielo activos en alas, hélices y superficies de control, y una aviónica especializada para navegación en zonas de baja visibilidad y ausencia de referencia magnética Infodefensa, (2024) y Saumeth, (2022). Estas medidas son esenciales para garantizar la seguridad operativa ante temperaturas extremas de hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, como las que enfrentaron aeronaves como el TA-05 durante su vuelo transpolar (Fundación Marambio, 2020).

En cuanto a logística, debe diseñarse un protocolo de operación polar que contemple reposicionamiento de combustible JP-8 con aditivos anticongelantes, estaciones de mantenimiento móvil, kits de emergencia térmicos, y rutas de evacuación aérea coordinadas con bases aliadas (Medina & Monroy, 2020; Guitian, 2023). Esta planificación debe contemplar también rutinas de inspección técnica en campo, frecuencias de chequeo aceleradas por el desgaste climático y protocolos de apoyo en emergencias logísticas. La cooperación regional es clave: Argentina ha demostrado la utilidad de operar desde pistas aliadas como la Base Frei de Chile, facilitando así aterrizajes seguros de aeronaves que no cuentan con esquís (Van, 2023).

Por otro lado, el capital humano constituye un factor decisivo. Es imprescindible formar tripulaciones y técnicos especializados en operación polar mediante simuladores de vuelo, entrenamiento en condiciones reales en territorios de alta montaña o nieves perpetuas, y ejercicios conjuntos con escuadrones experimentados de otros países (Tabares, 2021; National Science Foundation, 2020).

***[T3]* Capacidades técnicas**

La adecuación del AC-47T a operaciones en la Antártida requiere la adopción de directrices técnicas obligatorias, que garanticen su operatividad, seguridad y sostenibilidad en condiciones extremas. En primer lugar, debe implementarse un sistema de esquís retráctiles

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

compatibles con el tren de aterrizaje del Basler BT-67, tal como lo han hecho operadores como Kenn Borek Air en Canadá y el Programa Antártico Australiano. Esto permitiría realizar despegues y aterrizajes seguros sobre nieve compacta o hielo, expandiendo la autonomía táctica de la aeronave. En segundo lugar, es indispensable instalar un sistema integral de calefacción de tanques y líneas de combustible, así como de los sistemas hidráulicos y de aceite, para prevenir congelamientos en temperaturas por debajo de -30 °C. Este requisito técnico es estándar en aeronaves polares como el LC-130 y el propio BT-67.

Adicionalmente, se deben incorporar sistemas avanzados de deshielo en las hélices, bordes de ataque de las alas y estabilizadores horizontales, acompañados de sensores de acumulación de hielo y redundancias de navegación para entornos con baja visibilidad y fallas magnéticas. En cuanto a la aviónica, la modernización del AC-47T debe incluir navegación satelital polar (GNSS mejorado), radar meteorológico de alta resolución, y comunicaciones HF/VHF reforzadas para operación en zonas sin cobertura satelital continua. Finalmente, debe contemplarse la reconfiguración modular de la cabina para facilitar el transporte de pasajeros, carga, o módulos médicos de evacuación, priorizando sistemas de aislamiento térmico, presurización parcial (si es viable) y provisión de oxígeno portátil para misiones prolongadas.

***[T3]* Capacidades logísticas**

Para operaciones polares, los programas antárticos utilizan JP-8 con aditivo anticongelante (AN-8) o F-34 AVTUR con Fuel System Icing Inhibitor – FSII; es el estándar de reabastecimiento en los aeródromos de McMurdo (Williams/Phoenix Field) y el Polo Sur, según el USAP Air Operations Manual (versión 1 oct 2023). Esto implica que en los planes de preposicionamiento deben contemplar AN-8 como combustible de referencia para

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

reabastecimiento en ruta y en bases de apoyo(Consejo de Gerentes de Programas Antárticos Nacionales, 2019).

En paralelo, la Australian Antarctic Division documenta para 2020–2025 el uso de F-34 AVTUR con FSII y exige medidas ambientales para manejo y almacenamiento (tanques, trasvase, contingencias), guía útil para diseñar depósitos móviles en puntos intermedios. La logística debe prever kits de mantenimiento polar portátiles (anticorrosión, calefactores, AGE/ground support, diagnóstico) y procedimientos de recuperación en campo. En marzo de 2025, el 109th Airlift Wing (LC-130 con esquís) cerró la temporada 2024-25 con 79 misiones de carga, personal y combustible (incl. Amundsen-Scott y WAIS), y en otra operación equipos de tres estados repararon in situ un LC-130 varado en el Polo Sur, ilustrando la capacidad de mantenimiento expedicionario que conviene replicar en el AC-47T(Newdick, 2025). Para misiones científicas/logísticas con BT-67 sobre esquís, el AWI alemán documenta campañas 2013/14 que combinaron vuelos científicos y logísticos (traslado de testigos de hielo, mantenimiento de observatorios remotos), reforzando la necesidad de módulos de repuestos y herramientas precalibrados(Fuerza Aérea Colombiana., 2022).

***[T3]* Capacidades operativas**

La adecuación del AC-47T a misiones en la Antártida requiere robustecer sus capacidades operativas para responder a un entorno caracterizado por temperaturas extremas, pistas no preparadas y la ausencia de infraestructura convencional. En primer lugar, es indispensable la incorporación de esquís retráctiles compatibles con el tren de aterrizaje, tal como ocurre

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

con los Basler BT-67 operados por Canadá, Australia y el Programa Antártico de EE. UU., que desde 2010 realizan operaciones en pistas de nieve compacta o hielo. Esta capacidad STOL (short takeoff and landing) amplía el espectro táctico de la aeronave, permitiendo aterrizajes y despegues en sitios remotos y no convencionales, más allá de las bases con pistas pavimentadas(Saumeth, 2022).

En cuanto a autonomía, el modelo de referencia BT-67, modernización del DC-3, ha demostrado un rango operativo cercano a los 3.960 km y hasta 10 horas de vuelo continuo, cifras registradas en campañas del USAP y en operaciones argentinas desde 2019. Esta autonomía es clave para enlazar bases separadas por largas distancias, como Marambio, Petrel o Belgrano II, reduciendo la dependencia de escalas intermedias. El AC-47T, adaptado con depósitos auxiliares y sistemas optimizados de consumo, podría replicar esta capacidad, asegurando un transporte sostenido de personal y carga en territorios donde la infraestructura logística es limitada(Roblin, 2016).

En tercer lugar, la reconfiguración modular de cabina constituye una capacidad esencial. Experiencias como la del Programa Antártico de Estados Unidos, que transporta con BT-67 hasta 20 pasajeros o más de 2.200 kg de carga, evidencian la necesidad de que una misma aeronave pueda alternar entre transporte científico, carga técnica o evacuación médica. Para el AC-47T, esto implicaría instalar sistemas de aislamiento térmico, provisión de oxígeno portátil y módulos desmontables que refuercen su flexibilidad operativa en misiones prolongadas.

Otra capacidad crítica se relaciona con la integración en redes logísticas multinacionales. Ejemplos como el Troll Airfield en Noruega, que desde 2005 funciona como hub intercontinental del programa DROMLAN, muestran que la interoperabilidad entre países permite optimizar recursos y facilitar evacuaciones médicas conjuntas. La experiencia

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

de Chile y Argentina en el Aeródromo Teniente Marsh, con cerca de 50 vuelos intercontinentales por temporada, confirma que la cooperación regional es un multiplicador de capacidad operativa. Colombia, mediante acuerdos similares, podría garantizar que el AC-47T se integre a este sistema de apoyo, aumentando su seguridad y confiabilidad.

[T4] Propuesta de protocolos logísticos y operativos especializados

La inclusión del AC-47T en la estrategia antártica colombiana requiere diseñar y adoptar protocolos logísticos específicos, alineados con estándares de seguridad, interoperabilidad y sostenibilidad ambiental. En primer lugar, se recomienda desarrollar un manual operativo para el despliegue polar del AC-47T, donde se establezcan criterios para la selección de pistas seguras (pistas de hielo azul, skiways), límites de carga por temperatura, frecuencia de inspección técnica en ambientes extremos y condiciones meteorológicas mínimas para vuelo.

Asimismo, deben definirse procedimientos de abastecimiento logístico en ambientes remotos, que incluyan el preposicionamiento de combustible tipo JP-8 con aditivos anticongelantes, la instalación de puntos de apoyo móviles (refugios térmicos, estaciones de radio) y el establecimiento de rutas de evacuación aérea y marítima en coordinación con otras naciones del Tratado Antártico.

Un elemento crítico es la logística del mantenimiento. Se recomienda establecer un kit de mantenimiento polar portátil para el AC-47T, con herramientas anticorrosión, calefactores eléctricos y sistemas de diagnóstico integrados, así como entrenar personal técnico en reparaciones de emergencia in situ. Estas medidas deben consolidarse en un protocolo logístico multiescala, que articule al Comando Aéreo de Transporte Militar

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

(CATAM), la Dirección Antártica de Colombia y potencialmente operadores civiles como SATENA o empresas con experiencia en entornos extremos.

[T4] Formación avanzada y simulación en entornos extremos

Un componente clave para la sostenibilidad operativa del AC-47T en la Antártida es el fortalecimiento de las capacidades humanas. En este sentido, se deben establecer directrices de formación especializada para tripulaciones, mecánicos y planificadores logísticos, que incluyan simulación de escenarios en clima polar, familiarización con operaciones en nieve profunda, navegación con pérdida de referencias magnéticas y sobrevivencia en condiciones de aislamiento (Fuerza Aérea Colombiana., 2022).

Se propone la creación de un programa de entrenamiento conjunto con países miembros del Tratado Antártico, especialmente aquellos con experiencia consolidada como Chile, Argentina, Canadá o EE.UU., que permita realizar rotaciones de personal, misiones de observación y simulacros conjuntos (Ríos & Guzmán, 2021). De forma complementaria, se recomienda integrar al AC-47T en ejercicios nacionales como Operación Antares o Alas para la Ciencia, promoviendo la validación progresiva de sus capacidades bajo condiciones controladas en territorios de alta montaña o zonas de nieves perpetuas en Colombia. Esto permitiría ajustar protocolos, entrenar a las tripulaciones bajo presión realista y generar evidencia operacional que respalde la viabilidad de un futuro despliegue en el continente blanco (Navia, 2024).

[T1] Conclusiones

La adaptación del AC-47T para operaciones en la Antártida exige una evaluación minuciosa de factores tanto técnicos como estratégicos, dada la complejidad del entorno. La Antártida impone desafíos climáticos extremos, vastas distancias geográficas y una notable escasez de infraestructura aeroportuaria, lo cual obliga a repensar las capacidades actuales de la aeronave desde un enfoque multidimensional que combine innovación tecnológica, preparación operativa e integración regional.

Desde el punto de vista técnico, uno de los aspectos más relevantes es el sistema de propulsión del AC-47T. La aeronave ha sido modernizada con motores turbohélice Pratt & Whitney PT6A-67R, que ofrecen una notable mejora en fiabilidad y rendimiento en comparación con los antiguos motores a pistón. No obstante, operar en ambientes antárticos implica enfrentar temperaturas extremadamente bajas, lo que requiere la incorporación de sistemas avanzados de calefacción del motor, además de mecanismos de protección contra la formación de hielo en superficies críticas como alas, hélices y tomas de aire. También es indispensable el uso de lubricantes y fluidos adaptados a bajas temperaturas para garantizar la eficiencia del sistema en condiciones extremas.

Asimismo, operar en la Antártida exige contar con equipos de navegación y sensores de alta precisión. El AC-47T deberá estar dotado de radar meteorológico de última generación, sistemas FLIR (visión infrarroja) y GPS diferencial, que le permitan mantener operaciones seguras en situaciones de baja visibilidad, tormentas de nieve o niebla densa. Estas capacidades son clave para misiones como patrullajes de largo alcance, búsqueda y rescate (SAR), transporte de suministros o apoyo a estaciones científicas en zonas remotas. A esto se suma la necesidad de reforzar la estructura del fuselaje y el tren de aterrizaje,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

adaptándolo para resistir impactos repetidos al operar desde pistas no preparadas como superficies de hielo azul o nieve compactada. Experiencias internacionales han demostrado que aeronaves del tipo Basler BT-67, base del AC-47T, pueden ser equipadas con esquíes retráctiles o ruedas de alta flotación, tecnologías que también podrían ser implementadas en Colombia.

En el plano estratégico, el despliegue del AC-47T en la Antártida representa una oportunidad para consolidar la presencia nacional en un territorio de creciente relevancia geopolítica. Este tipo de operaciones se enmarca en los principios del Tratado Antártico y responde a los intereses del Estado colombiano por ampliar sus capacidades duales, es decir, aquellas que aportan tanto a la ciencia como a la defensa. Para lograrlo, es esencial que la adecuación de la aeronave esté alineada con los objetivos del Programa Antártico Colombiano (PAC) y las prioridades establecidas por la Agenda Científica Nacional. Además, la creación de una doctrina operacional específica para el entorno polar debe ser una prioridad.

A partir de lo anterior, se proponen una serie de recomendaciones para orientar esta adaptación. En primer lugar, se debe proceder con la modernización del AC-47T, integrando sistemas anti-hielo automáticos, sensores de clima extremo, radar de apertura sintética (SAR) y esquíes desmontables, lo cual permitirá operaciones más seguras y eficientes en pistas naturales de nieve. En segundo lugar, es necesario establecer protocolos de mantenimiento específicos para climas fríos, incluyendo capacitación técnica especializada, inspecciones periódicas de sellos estructurales, y el desarrollo de refugios térmicos portátiles o estructuras de hangar móvil que permitan preservar los sistemas del avión.

En tercer lugar, se debe fortalecer la interoperabilidad con países regionales, estableciendo acuerdos de colaboración que permitan el uso conjunto de pistas, centros

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

logísticos y estaciones de mantenimiento en el continente blanco. Cuarto, el entrenamiento de tripulaciones debe contemplar escenarios simulados de navegación polar, pérdida de referencias visuales, vientos catabáticos y evacuaciones de emergencia, utilizando tecnologías de simulación avanzada para preparar al personal en condiciones realistas. Finalmente, se recomienda la incorporación de sistemas de monitoreo remoto que permitan controlar en tiempo real las condiciones estructurales y de operación de la aeronave durante el vuelo, aumentando los niveles de seguridad operacional.

[T1] Referencias

- Abakumov, E. V., Parnikoza, I. Yu., Zhianski, M., Yaneva, R., Lupachev, A. V., Andreev, M. P., Vlasov, D. Yu., Riano, J., & Jaramillo, N. (2021). Ornithogenic Factor of Soil Formation in Antarctica: A Review. *Eurasian Soil Science*, 54(4), 528–540.
<https://doi.org/10.1134/S1064229321040025>
- Antarcticland. (2024). *¿Por qué es tan difícil operar aviones en la Antártida?*
<https://antarcticlands.org/es/por-que-es-tan-dificil-operar-aviones-en-la-antartida/>
- Armada Nacional de Colombia. (2015). Expedición del Programa Antártico Colombiano 2014-2015. Ministerio de Defensa Nacional. *Armada Nacional*.
<https://www.armada.mil.co/es/content/colombia-25-anos-de-experiencia-en-la-antartida-traves-de-la-armada-nacional>
- Army Recognition. (2024). Argentina to reinforce Antarctic operations with US Basler BT-67 aircraft. . *Army Recognition – Defense News*. <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2024/argentina-to-reinforce-antarctic-operations-with-us-basler-bt-67-aircraft>
- Australian Antarctic Program. (2022). Basler BT-67 aircraft – Intracontinental operations. . . *Australian Antarctic Division*. <https://www.antarctica.gov.au/antarctic-operations/travel-and-logistics/aviation/intracontinental-operations/basler-bt-67-aircraft/#:~:text=The%20aircraft%20used%20for%20intra,67%20aircraft>
- Baquero, V. F. (2022). Contribución de la Fuerza Aérea al interés estratégico del Estado colombiano en la Antártida. In *La importancia de la Antártida para Colombia : Medio Ambiente, Seguridad Internacional y Contribución Militar* (pp. 107–140). Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto.” <https://doi.org/10.25062/9786287602205.09>

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

- Barrero, B. D. (2022). Dominios aéreo y espacial en la Antártida: retos y oportunidades. In *La importancia de la Antártida para Colombia : Geopolítica, Ciencia y Global Common* (pp. 75–105). Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto.”
<https://doi.org/10.25062/9786287602199.03>
- Beltrán, B. L., & Alfonso, S. J. D. (2022). Inteligencia, vigilancia y reconocimiento IR-FLIR en los vehículos aéreos no tripulados de la Inteligencia Militar. *Perspectivas En Inteligencia*, 13(22), 203–225. <https://doi.org/10.47961/2145194X.278>
- Buzan, B. (2008). People, States & Fear: An Agenda for International Security Studies in the post-Cold War Era (introducción y capítulo 10). In *Relaciones internacionales: Revista académica cuatrimestral de publicación electrónica* (Issue 9).
- CACOM-1. (2020). *Comunicaciones Estratégicas CACOM-1. (2020, mayo 30). AC 47T: Aeronave legendaria para la aviación militar colombiana. Fuerza Aérea Colombiana.* .
<https://www.fac.mil.co/es/noticias/ac-47t-aeronave-legendaria-para-la-aviacion-militar-colombiana#:~:text=Este%20ic%C3%B3nico%20avi%C3%B3n%20tiene%20la,1%2C%20CACOM%2D1.>
- Consejo de Gerentes de Programas Antárticos Nacionales. (2019). *Desafíos que pueden surgir en relación con el aumento de operaciones aéreas en el área del Tratado Antártico: una perspectiva de los programas antárticos nacionales.*
https://documents.ats.aq/ATCM42/fr/ATCM42_fr001_s.pdf
- Douhet, G. (2009). The command of the air by Giulio Douhet. *Dominio Dell'aria*.
- Fernández, A. P., & Díaz, P. (2003). La investigación cualitativa y la investigación cuantitativa. *Investigación Educativa*, 7(11).
- Fuerza Aérea Colombiana. (2022). *AC-47T. Ficha técnica.*
<https://www.fac.mil.co/es/conozcanos/aeronaves/ac-47>
- Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2020). Políticas generales de vuelo (2.^a ed.). . *Comando de Operaciones Aéreas.*
https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/manuales2022/pogev_2020.pdf
- Fundación Marambio. (2020). *El avión antártico que se transformó en leyenda: El C-47 matrícula TA-05 de la Fuerza Aérea Argentina, apodado “El Montañés”. Museo Nacional de Aeronáutica.* <https://www.marambio.aq/avionta05.html>
- Fuster, G. D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1). <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- Gil, J. (2018). *La evolución de las ciberamenazas y sus tendencias. Grupo de Estudios en Seguridad Nacional.* . <https://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-evoluci%C3%B3n-de-las-ciberamenazas-y-sus-tendencias>
- Gómez, I. C., & López, Q. L. F. (2006). Aplicación de la norma ISO 9001 en la selección y formación de instructores académicos y de vuelo para la escuela de helicópteros de las Fuerzas Militares. *Ciencia y Poder Aéreo*, 1(1). <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.91>

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

- Guitian, H. (2023). El aporte de las capacidades operacionales en la proyección del Estado al escenario antártico [Trabajo académico]. *Escuela Superior de Guerra Conjunta de Las Fuerzas Armadas, Argentina*.
- Haslam, J. (2012). Giulio Douhet and the politics of airpower. *International History Review*, 34(4). <https://doi.org/10.1080/07075332.2012.690193>
- Hughes, K. A., Gray, A. D., & Ager, B. J. (2024). Attainment of consultative status by parties to the Antarctic Treaty: past, present and future. *The Polar Journal*, 14(2), 560–591. <https://doi.org/10.1080/2154896X.2024.2414642>
- Infodefensa. (2024). *La Fuerza Aérea Argentina utilizará el Saab 340 para operar en la Antártida*. <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/4727140/fuerza-aerea-argentina-busca-operar-antartida-saab-340>
- Leal, M. A. (2023). La Antártida: Importancia Geopolítica y Económica. *Revista Seguridad y Poder Terrestre*, 2(2). <https://doi.org/10.56221/spt.v2i2.25>
- Medina, H. N., & Monroy, E. S. A. (2020). *Recomendaciones para el mejoramiento del Sistema Logístico para las Operaciones desarrolladas por Unidades a Flote de la Armada Nacional en la Antártida*. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9855>
- National Science Foundation. (2020). USAP in the Sky – U.S. Antarctic Program. . *Office of Polar Programs*. <https://www.nsf.gov/geo/opp/ail/usap-aircraft#:~:text=%2A%20LC,the%20continent%20with%20advanced%20planning>
- Navia, B. (2024). Colombia en la Antártida: la relevancia de sus expediciones científicas tras diez años. *Ensayos Sobre Estrategia Marítima*, 8(19), 47–74. <https://doi.org/10.25062/2500-4735.4899>
- Newdick. (2025). *There’s One Place In The World Where AC-47 Spooky Gunships Still Fly*. <https://www.twz.com/39236/theres-one-place-in-the-world-where-ac-47-spooky-gunships-still-fly#:~:text=Colombia%E2%80%99s%20history%20with%20the%20AC,from%20poorly%20prepared%20jungle%20airstrips>
- Pla, M. (1999). El rigor en la investigación cualitativa. *Atención Primaria*, 24(5).
- Quispe, M. R. A. (2023). Investigación Cualitativa en Educación. In *Investigación Cualitativa en Educación*. <https://doi.org/10.37073/feunah.39>
- Ríos, A. W. A., & Guzmán, S. N. (2021). Importancia geopolítica de la Antártida y la prospectiva del Programa Antártico Colombiano. *Ensayos Sobre Estrategia Marítima*, 13. <https://doi.org/10.25062/2500-4735.2325>
- Roblin. (2016). *Colombia’s AC-47T Fantasmas Are Still Going Strong*. <https://medium.com/war-is-boring/colombias-ac-47t-fantasmas-are-still-going-strong-8884528d6e2a>
- Saumeth, E. (2022). Colombia emprende el mantenimiento de un avión AC-47T Fantasma. Infodefensa. *InfoDefensa*. <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3813769/colombia-adelanta-mantenimiento-ac-47t-fantasma#:~:text=El%20Comando%20Aéreo%20de%20Mantenimiento,67%29%20Fantasma>

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

- Tabares, G. W. A. (2021). Peligros de la operación aérea en la Antártida para gestionar la seguridad operacional de la Fuerza Aérea Colombiana. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 16(1). <https://doi.org/10.18359/ries.5274>
- Tovar, Z. M. B. (2022). *La importancia de la Antártida para Colombia : Medio Ambiente, Seguridad Internacional y Contribución Militar* (D. Barrero-Barrero, Ed.). Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto.” <https://doi.org/10.25062/9786287602205>
- Van, A. (2023). El dominio de los cielos en la Antártida . [*Ensayo Argumentativo, Curso Básico de Conducción CBC I - 2023, Escuela Superior de Guerra Aérea*]. *Técnicas de La Comunicación Escrita II, Docentes: Mg. Mariana Berazategui y Prof. Valeria Rizzo Rodríguez*. <https://www.defensa.com/argentina/saab-340-fuerza-aerea-argentina-vez-primera-antartida#:~:text=Saab%20340%20Fuerza%20Aérea%20Argentina,camillas%20ante%20una%20posible>