



Análisis geopolítico del desarrollo espacial de Colombia: un estudio comparativo con Brasil y Estados Unidos para el fortalecimiento del poder espacial nacional (2013-2023)

Mayor (FAC) Manuel Fernando Coy Villamil

Artículo para optar al título profesional:
Magister en Estrategia y Geopolítica

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

DATOS GENERALES	
Nombre del estudiante	: Mayor (FAC) Manuel Fernando Coy Villamil
Identificación	: 1013584062
Programa académico	: Maestría en Estrategia y Geopolítica
Tutor metodológico	: Ginneth Narvaez Jaimes
Tutor temático	: Carlos Enrique Álvarez Calderon
Fecha de entrega	: 27 de agosto de 2025
Extensión	: 7995 palabras

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 geopolítico del desarrollo espacial de Colombia: un estudio comparativo con Brasil y Estados Unidos para el fortalecimiento del poder espacial nacional (2013-2023)

Geopolitical analysis of Colombia's spatial development: a comparative study with Brazil and the United States for the strengthening of national space power (2013-2023)

Manuel Fernando Coy Villamil¹

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen: Este artículo analiza comparativamente el desarrollo del poder espacial de Colombia (2013–2023) frente a Brasil y Estados Unidos, integrando marcos teóricos de la astropolítica, la transición de poder y modelos doctrinales de poder espacial. Metodológicamente se emplea un enfoque cualitativo comparado con revisión de fuentes primarias y secundarias (CONPES, doctrinas, literatura académica) y estudios de caso (FACSAT-1/2, AEB/PNAE, USSF/Artemis). Los resultados muestran avances colombianos liderados por la FAC, pero también limitaciones en institucionalidad, marco legal y articulación civil-militar. La comparación con Brasil evidencia la relevancia de una agencia civil con continuidad programática, mientras que el caso estadounidense ilustra la sinergia entre sector civil, defensa y privados. Se derivan recomendaciones para una estrategia espacial nacional de largo plazo y se propone una ecuación conceptual del poder espacial que incluye el factor humano como modulador de resultados.

Palabras clave: Astropolítica; poder espacial; política espacial; cooperación internacional; seguridad nacional; innovación tecnológica.

Abstract: This article offers a comparative analysis of Colombia’s space power development (2013–2023) vis-à-vis Brazil and the United States. It integrates theoretical frameworks such as astropolitics, power-transition theory, and doctrinal models of space power. Methodologically, it uses a qualitative comparative approach drawing on primary and secondary sources (CONPES, doctrinal manuals,

¹ Mayor de la Fuerza Aeroespacial Colombiana. Candidato a magíster en estrategia y geopolítica, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Profesional en Ingeniería Mecánica, Escuela Militar de Aviación “Marco Fidel Suarez”, Colombia. <https://orcid.org/0009-0000-0950-0683> - Contacto: manuel.coy@esdeg.edu.co.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

academic literature) and case studies (FACSAT-1/2, AEB/PNAE, USSF/Artemis). Findings indicate Colombian progress led by the Aerospace Force but persistent gaps in institutions, legal frameworks, and civil-military coordination. Brazil highlights the role of an enduring civil space agency, while the U.S. case shows effective civil-defense-commercial synergies. The paper infers policy options for a long-term national space strategy and advances a conceptual equation of space power that incorporates human ingenuity as a moderating factor.

Keywords: Astropolitics; space power; space policy; international cooperation; national security; technological innovation.

Introducción

Desde la antigüedad, el ser humano ha observado el cielo con asombro y curiosidad. Civilizaciones como la egipcia, maya, china y griega desarrollaron sistemas astronómicos avanzados con fines religiosos, agrícolas y científicos, dejando evidencia de su profundo interés por los cuerpos celestes a través de construcciones como las pirámides, observatorios y calendarios astronómicos (Aveni, 2001). Esta fascinación ancestral sentó las bases del pensamiento astronómico y marcó el inicio del interés por el espacio exterior (Krupp, 2003). Con el paso de los siglos, la revolución científica y tecnológica permitió una transición del estudio contemplativo del firmamento hacia su exploración activa. La invención del telescopio abrió una ventana a fenómenos celestes previamente invisibles, las ciencias exactas como la física y las matemáticas avanzadas proporcionaron el marco teórico necesario para formular modelos cosmológicos más precisos, la tecnología de cohetes en la década de 1920 evolucionó hacia el desarrollo militar de misiles de largo alcance y satélites, dando lugar a tecnologías propulsadas capaces de salir de la atmósfera terrestre, marcando un punto de inflexión al permitir que los instrumentos de observación fueran llevados al espacio, superando las limitaciones de la atmósfera terrestre, permitiendo que las sondas espaciales y vehículos robóticos transformaran otros cuerpos celestes de meras imágenes a mundos reales, posibilitando su exploración directa (North, 2008).

La conquista del espacio se vio inicialmente potenciada por la carrera espacial iniciada en el siglo XX entre Estados Unidos y la Unión Soviética. El poder espacial se convirtió en uno de los principales objetivos de ambas potencias, siendo la carrera espacial un componente fundamental de la Guerra Fría. Esta competencia se caracterizó por el afán

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

de demostrar la superioridad de sus respectivos sistemas políticos: capitalismo y comunismo. Aunque Estados Unidos tenía la ventaja de ser la primera potencia nuclear y de poseer una economía más sólida, la Unión Soviética sorprendió al mundo con el lanzamiento del Sputnik I, el 4 de octubre de 1957, convirtiéndose en el primer satélite artificial en alcanzar la órbita terrestre, haciendo que Estados Unidos respondiera con el lanzamiento del Explorer I, convirtiéndose en su primer satélite artificial (Artola, 2019).

El dominio espacial ha adquirido una relevancia geopolítica creciente en el siglo XXI, convirtiéndose en un factor clave para la seguridad nacional, el desarrollo económico y la competitividad tecnológica de los Estados (E. C. Dolman, 2002). En el actual sistema internacional, caracterizado por la multipolaridad y el avance vertiginoso de tecnologías disruptivas, el acceso al espacio y su control se han convertido en un elemento central del poder estratégico nacional. Las capacidades espaciales permiten no solo mejorar las comunicaciones y la observación terrestre, sino también consolidar la autonomía tecnológica, ejercer vigilancia estratégica y fortalecer la soberanía en dominios emergentes (Bowen, 2020).

En este contexto, el presente artículo analiza el desarrollo espacial de Colombia en comparación con Brasil y Estados Unidos, con el fin de identificar estrategias que fortalezcan el poder espacial nacional. Colombia, si bien ha dado pasos importantes mediante la participación de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) en programas como FACSAT, aún se encuentra rezagada frente a los avances de otras naciones latinoamericanas y por supuesto, respecto a las potencias globales donde a pesar de los avances en estos programas y la participación de la FAC, Colombia enfrenta importantes desafíos en infraestructura, tecnología y política espacial. La falta de una estrategia consolidada limita su capacidad para

posicionarse en el escenario internacional y maximizar el aprovechamiento de los recursos espaciales (Álvarez & Corredor, 2019b). Luego entonces surge la pregunta de investigación **¿Qué elementos estratégicos y geopolíticos clave debería adoptar Colombia para fortalecer su poder espacial nacional, con base en un análisis comparativo de Brasil y Estados Unidos entre 2013 y 2023?**, que a lo largo de este artículo se dará respuesta a través de la argumentación de los objetivos planteados: **1.** Identificar y caracterizar los factores geopolíticos y estratégicos que han dado forma al desarrollo espacial de Colombia entre 2013 y 2023. **2.** Analizar comparativamente los enfoques de Brasil y Estados Unidos para el desarrollo del poder espacial, centrándose en los marcos de políticas, los avances tecnológicos y las estrategias geopolíticas. **3.** Determinar lecciones estratégicas y recomendaciones de políticas que Colombia puede adoptar para mejorar su poder espacial nacional y su posicionamiento geopolítico. A lo largo de este artículo también surgirán interrogantes y posibles discusiones sobre ¿si los países en desarrollo realmente pueden construir poder espacial autónomo en un entorno de dependencia tecnológica y monetaria? o si ¿El poder espacial reproduce desigualdades del orden mundial?, ¿cómo el ingenio humano puede influir en la implementación del poder espacial?, ¿Un marco jurídico estable convierte inversión en resultados tangibles?, interrogantes los cuales serán debatidos y puestos a discusión en el desarrollo del marco teórico, los objetivos y las conclusiones.

Metodología

La metodología que se usó fue un análisis comparativo basado en marcos geopolíticos y estratégicos (Nohlen, 2020). Específicamente, se utilizaron diferentes teorías

sobre el poder espacial, desarrolladas por autores como Ziarnick, Klein, Dolman, Oberg, Bowen, Lupton, Tellis, Organski & Kugler y el adoptado por la FAC, entre las cuales se destacan la teoría de transición de poder y el enfoque astropolítico para analizar la competencia y cooperación internacional en el dominio espacial. Este marco permitió examinar cómo las naciones posicionan sus capacidades espaciales en función de sus objetivos de seguridad y proyección de poder. Se revisaron fuentes primarias y secundarias, incluyendo documentos gubernamentales, informes de organismos internacionales y literatura académica relevante.

Marco Teórico

A continuación, se abordan las diferentes teorías y el marco que se adoptó en el desarrollo del artículo:

En primera instancia se realizó pesquisa bibliográfica, para definir el Poder Espacial, por tanto de acuerdo con la descomposición conceptual se inició con la palabra **Poder**, que según (Álvarez & Fernández, 2018), *“es un “acto” o “actos” en los cuales A comprometería a B a que siga un curso de comportamiento de acuerdo con los deseos de A”*, ya sea a través de la fuerza (poder duro), la atracción (poder blando), su combinación inteligente (poder inteligente), la manipulación (poder agudo), o una combinación astuta de todas ellas, que también implica la capacidad de discernir el engaño. En el contexto de los Estados, el poder es un medio para alcanzar los intereses nacionales y garantizar la seguridad.

En cuanto a la palabra **Espacio**, esta se define como el *“área sobre la atmósfera de la Tierra que se extiende infinitamente en todas las direcciones, comenzando*

aproximadamente a 100 kilómetros sobre la superficie terrestre, en la denominada Línea de Kármán”(Álvarez & Corredor, 2019a). Por tanto, con base en la composición conceptual se puede definir el Poder espacial como “la capacidad de los Estados para ejercer influencia y proteger sus intereses estratégicos mediante el uso y control del dominio espacial más allá de la Línea de Kármán”.

Ahora bien, según la búsqueda de información realizada en las fuentes disponibles, se verificaron 8 autores, así como el Manual de Doctrina básica de la FAC, quienes desarrollaron la Teoría del Poder Espacial como un concepto multidimensional visto desde perspectivas complementarias y también divergentes, que permiten entender las dinámicas estratégicas del dominio espacial en el sistema internacional contemporáneo:

Brent Ziarnick (2015) define el poder espacial como “*la capacidad de hacer algo en el espacio*” para alcanzar sus objetivos (económicos, políticos, militares), su modelo teórico adapta teorías del poder marítimo de Mahan y la innovación de Schumpeter, estructurando el poder espacial en dos dimensiones, “*gramática del poder espacial:*” con el uso de medios materiales que generan acceso al espacio (producción, transporte y colonias) y “*lógica del poder espacial*”: con la aplicación estratégica del acceso para generar poder económico (planes de negocio), político (soft power) o militar (doctrina). Este enfoque se vincula principalmente con el realismo clásico en relaciones internacionales, al priorizar el interés nacional, pero también integra elementos del liberalismo (al reconocer múltiples actores) y del constructivismo (al considerar el diseño conceptual del poder).

John J. Klein (2006) entiende el poder espacial como la capacidad de un Estado para emplear el espacio y los medios que operan desde, hacia o a través de él con el fin de alcanzar objetivos nacionales de carácter político, económico, militar e informacional. El espacio constituye un dominio estratégico que al igual que el mar, requiere una teoría propia

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

que oriente su uso como instrumento del poder nacional, propone adoptar un marco estratégico basado en la teoría marítima de Corbett por su enfoque integral que considera la interdependencia entre entornos, la protección de líneas de comunicación y la influencia sobre el equilibrio global. En términos de RI, Klein se ubica en la tradición de Morgenthau, defendiendo un poder espacial coercitivo y estratégico.

Everett Dolman (2005) sostiene que el poder espacial se entiende como la capacidad estratégica de un Estado para dominar y controlar el entorno espacial, en especial la órbita terrestre baja y el espacio cercano a la Tierra, a través de medios tecnológicos, políticos y militares. Esta visión se articula desde el realismo clásico de las RI, donde el espacio no es una excepción a la lógica del poder y la competencia estatal, sino una nueva geografía en la que se extiende la lucha interestatal por el dominio estratégico. Dolman adopta un enfoque que él denomina Astropolitik, una extrapolación de Realpolitik al espacio, basado en postulados realistas que sostienen que la política interestatal se guía por la búsqueda de poder y seguridad, y que la cooperación internacional en el espacio ha sido históricamente el resultado de competencia estratégica, no de idealismo cooperativo. Se nutre de las teorías clásicas del poder geopolítico, como las de Mahan (control del mar), Mackinder (heartland) y Spykman (rimland) y propone que *"quien controla la órbita terrestre baja controla el espacio cercano a la Tierra; quien controla el espacio cercano a la Tierra domina la Tierra; quien domina la Tierra determina el destino de la humanidad"*.

Jim Oberg (1999) propone que el poder espacial es la capacidad de un Estado para influir políticamente y alcanzar objetivos nacionales a través del dominio del entorno espacial, integrando capacidades tecnológicas, industriales, militares y de voluntad política.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Una nación capaz de ejercer el poder espacial debe desarrollar estrategias, políticas nacionales y militares que le permitan explotar este dominio. Los elementos incluyen Instalaciones, Tecnología, Industria, Hardware, Economía, Población, Educación, Tradición y Clima Intelectual, Geografía, Exclusividad de Capacidades/Conocimientos y Voluntad Política. Esta concepción se alinea con enfoques realistas de las Relaciones Internacionales, donde el espacio se considera un nuevo dominio de competencia estratégica, comparable al poder marítimo o aéreo. Así, el poder espacial no solo constituye una extensión del poder nacional, sino que se convierte en una herramienta clave tanto para la seguridad como para la proyección geopolítica en el siglo XXI.

David E. Lupton (1998) sostiene que el poder espacial se constituye en la capacidad nacional para utilizar el entorno espacial con fines estratégicos, integrando tanto componentes civiles como militares, argumenta que este debe conceptualizarse como una doctrina autónoma, al igual que el poder marítimo o aéreo, se convierte en una herramienta de planificación estratégica basada en creencias probadas por la experiencia y en la racionalidad política, principios afines al pensamiento de Clausewitz y a la visión estructural del poder en un sistema internacional competitivo. También habla sobre doctrinas estratégicas de la USAF, incluye enfoques como, Doctrina del Santuario, Doctrina de la Supervivencia, Doctrina del Terreno Elevado y Doctrina de Control.

Ashley J. Tellis (2007) analiza el poder espacial como la capacidad de una nación para operar y aprovechar el espacio exterior para sus intereses nacionales, tanto civiles como militares. En el contexto de las relaciones entre China y Estados Unidos, el concepto es crucial debido a la fuerte dependencia de Estados Unidos de sus capacidades espaciales para su eficacia militar, crecimiento económico y estabilidad estratégica, también habla sobre

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

tecnología de doble uso, donde China invierte en tecnologías que pueden servir tanto a sus intereses económicos como a sus objetivos de defensa, busca no solo modernizar su ejército, sino también desarrollar capacidades asimétricas que le permitan desafiar la dominación estadounidense en el espacio y en otros ámbitos estratégicos. Su análisis se ancla en el neorrealismo y el poder estructural, resaltando el rol de la tecnología como instrumento geopolítico.

Organski & Kugler (1980) aunque no abordan específicamente el poder Espacial, desarrollan la teoría de transición de poder, donde plantea que las guerras ocurren cuando una potencia emergente desafía a la dominante. Aplicado al espacio, su modelo predice conflictos entre potencias espaciales por la redistribución del poder.

Bleddyn Bowen (2020) define el poder espacial como la capacidad de un Estado para aprovechar estratégicamente las ventajas militares y económicas que ofrece el espacio exterior, mediante el control, la negación y la explotación de este dominio. Esta forma de poder se ha convertido en un componente esencial del poder nacional moderno, proyectando las dinámicas terrestres al ámbito orbital, reflejando la continuación de la política terrenal en un entorno geoestratégico nuevo, pero no autónomo. Lejos de ser un dominio decisivo por sí mismo, su influencia es comparable a la de una costa disputada, donde las potencias buscan ventaja mediante infraestructura, vigilancia y control de líneas de comunicación celestes. Este enfoque desmonta visiones deterministas, ubicando al poder espacial como un actor esencial pero subordinado dentro del sistema internacional contemporáneo.

Por su parte la **Fuerza Aeroespacial Colombiana (2020)** define el poder espacial como la *“capacidad de emplear defensiva u ofensivamente la totalidad de las capacidades*

espaciales en favor de los fines del Estado. Para ello, el poder espacial actúa en concierto con los poderes militares de los otros dominios como el terrestre, naval, aéreo y ciberespacial”.

Sumado a lo anterior es necesario comprender y definir que es un **imperativo astropolítico**, que según (Álvarez & Corredor, 2019a) éste se define como *“las necesidades estratégicas de carácter espacial que un Estado debería perseguir si quiere lograr su propia seguridad multidimensional y proyectar su influencia en el plano regional o mundial”.*

Estos enfoques, si bien difieren en énfasis y alcance, coinciden en reconocer al espacio como un **dominio estratégico** donde quienes intervienen proyectan poder para cumplir sus intereses. Al integrar cada una de las apreciaciones de estos actores se puede inferir que el **poder espacial es la capacidad del Estado y de otros actores de asegurar acceso, uso y control del espacio para lograr efectos políticos, económicos, militares e informacionales**. Al efectuar un análisis y diálogo entre las teorías descritas, permite apreciar la tensión entre visiones que promueven el espacio como un nuevo teatro de competencia geopolítica (Dolman, Ziarnick) y aquellas que enfatizan su carácter subordinado a la política terrestre (Bowen). Dolman enfatiza el control del entorno orbital; Klein, la conexión con otros dominios y la protección de líneas de comunicación; Bowen recuerda que el espacio sirve a la Tierra; Ziarnick explica el proceso: primero disponer de medios para entrar y luego aplicarlos con estrategia. Oberg enumera las capacidades habilitantes (industria, tecnología, talento y voluntad) mientras que Lupton organiza las doctrinas de empleo y Tellis, junto con Organski y Kugler, enmarcan la competencia y el doble uso que explican las tensiones actuales del sistema internacional.

Este marco analítico es fundamental para entender los imperativos estratégicos y geopolíticos que enfrenta Colombia en su aspiración por fortalecer su poder espacial nacional y como con la combinación de estas teorías se puede consolidar un Poder Espacial Nacional.

Desarrollo del objetivo 1

Identificar y caracterizar los factores geopolíticos y estratégicos que han dado forma al desarrollo espacial de Colombia entre 2013 y 2023.

1. Evolución histórica, institucional y estratégica del desarrollo espacial colombiano

Colombia ha experimentado una evolución progresiva en materia espacial, que puede estructurarse en tres partes: antecedentes normativos y de política pública; limitaciones institucionales y legales; y el rol estratégico de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) como actor central en la consolidación del poder espacial nacional. Esta estructura permite analizar la transición desde una visión fragmentada y operativa hacia una estrategia incipiente, pero con potencial de proyección internacional.

1.1 Antecedentes históricos y política pública

Desde 1969, Colombia ha tenido interés en desarrollar capacidades espaciales, particularmente mediante la formulación de documentos CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). El primero, el CONPES 1421 de 1977, propuso un satélite colombiano para comunicaciones domésticas; sin embargo, no logró materializarse por falta de capacidades técnicas y presupuestales (Consejo Nacional de Política Económica y Social,

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

1977). Décadas después, el CONPES 3579 de 2009 planteó una hoja de ruta para las comunicaciones satelitales, enfocada en soberanía y reducción de dependencia tecnológica (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2009). Luego, el CONPES 3683 de 2010 propuso lineamientos para formular el Programa Nacional de Observación de la Tierra, aunque tampoco se consolidó plenamente (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2010).

El carácter operativo de estos documentos reflejaba una visión limitada al uso puntual de satélites, sin establecer una política espacial integral. Esta fragmentación también se evidenciaba en la carencia de institucionalidad especializada. Por ello, en 2006, se creó la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) mediante el Decreto 2442, con el propósito de coordinar la política nacional en tecnologías espaciales. La CCE está integrada por 13 entidades, incluyendo ministerios, universidades y organismos técnicos y cuenta con un Comité Técnico de Asuntos Espaciales (Decreto 2442, 2006).

A nivel internacional, Colombia ha suscrito tratados clave, como el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre de 1967 y el Acuerdo sobre el Rescate de Astronautas (UNOOSA, 2024), lo que demuestra su voluntad política de vincularse al derecho espacial internacional. Sin embargo, la adhesión a estos marcos no ha sido acompañada por políticas nacionales robustas que permitan su implementación efectiva.

Posteriormente, el Documento CONPES 3983 de 2020 introdujo un enfoque estructural, reconociendo al sector espacial como motor de desarrollo económico, innovación y competitividad. Este documento propone la articulación entre el sector defensa, la academia y la industria para fortalecer la infraestructura espacial, el talento humano y la inversión en tecnología satelital (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020).

1.2 Limitaciones institucionales y marco normativo

A pesar de los avances en formulación de política pública, el marco normativo colombiano aún presenta serias limitaciones para el desarrollo de un poder espacial robusto. En primer lugar, no existe una Ley Espacial específica que regule la propiedad de datos satelitales, los derechos de uso orbital o la inversión privada en el sector aeroespacial, lo cual genera inseguridad jurídica y dificulta la planeación presupuestal a largo plazo (Johnson-Freese, 2007).

La Ley 1621 de 2013, que regula las actividades de inteligencia y contrainteligencia, no contempla disposiciones específicas para la recolección y tratamiento de datos obtenidos por medios espaciales, lo cual representa un vacío legal ante el uso creciente de imágenes satelitales por parte del sector defensa y organismos civiles (Ley 1621, 2013). Asimismo, la Ley 2294 de 2023 menciona la promoción de ciencia, tecnología e innovación, pero carece de una estrategia espacial explícita, lo que diluye su impacto sectorial (Ley 2294, 2023).

El CONPES 3983 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020) reconoce que uno de los principales cuellos de botella para el desarrollo espacial en Colombia es la débil articulación interinstitucional. La falta de coordinación entre ministerios, universidades y el sector productivo ha derivado en una ejecución fragmentada, en la que los esfuerzos de defensa, ciencia y tecnología no convergen hacia un objetivo común.

Por su parte, el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) ha resaltado que el gasto público en actividades espaciales es limitado y discontinuo, lo que impide construir capacidades sostenidas en el tiempo (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2021). A esto se suma la ausencia de incentivos tributarios para empresas que

invierten en tecnología satelital o que desarrollan componentes nacionales, lo cual limita la consolidación de una industria espacial nacional.

1.3 Rol estratégico de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC)

Un hito trascendental ocurrió el 28 de noviembre de 2018 con el lanzamiento del FACSAT-1, el primer satélite colombiano en órbita baja terrestre, desarrollado por la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC) en cooperación con universidades como la Sergio Arboleda y la Universidad Nacional. Este evento marcó un punto de inflexión, al demostrar que Colombia tiene el potencial de desarrollar capacidades espaciales autónomas mediante alianzas estratégicas (Álvarez & Corredor, 2019a).

El 15 de abril de 2023, la Fuerza Aeroespacial Colombiana alcanzó un nuevo hito con el exitoso lanzamiento del FACSAT-2 Chiribiquete, consolidando tres años de trabajo técnico y administrativo. Esta misión, iniciada formalmente en 2021, fue el resultado de una planificación previa orientada a adquirir capacidades autónomas en el desarrollo de plataformas espaciales, las cuales aún no están presentes en la industria nacional. Para ello, se convocaron 26 empresas internacionales, siendo seleccionada la firma danesa GomSpace, que cumplió con los requerimientos técnicos y administrativos exigidos. Además de diseñar y fabricar el satélite, GomSpace facilitó un programa de transferencia de conocimiento que permitió capacitar a un equipo colombiano de ingenieros y físicos en áreas clave como sistemas espaciales y terrestres, estructuras, control de actitud, comunicaciones, software y sistemas eléctricos. Este esfuerzo integrador también contribuyó a la creación de un ecosistema espacial nacional, promoviendo el desarrollo de capacidades propias en el ámbito satelital (FAC, 2023).

Ante la ausencia de una agencia espacial nacional con funciones ejecutivas y de inversión, la Fuerza Aeroespacial Colombiana ha asumido un liderazgo institucional en el desarrollo espacial del país. A través de su Dirección de Ciencia y Tecnología y la Oficina de Asuntos Espaciales, la FAC ha promovido programas como FACSAT-1, FACSAT-2 y FACSAT-3, orientados a consolidar capacidades propias en diseño, operación y procesamiento de datos satelitales (Rincón et al., 2023).

Según las fuentes consultadas, los avances técnicos y operativos logrados han destacado la importancia de lograr soberanía en plataformas satelitales, autonomía en el procesamiento de datos e independencia tecnológica (Rincón et al., 2023). En ese sentido, la FAC ha promovido alianzas con universidades e instituciones como la Universidad Militar Nueva Granada, la Universidad de Antioquia, el SENA y CODALTEC, para la formación de talento humano en disciplinas aeroespaciales.

La FAC cuenta con un Centro de Investigación en Tecnologías Espaciales, ubicado en la ciudad de Cali, Valle del Cauca; cuya función es la de llevar a cabo estudios e investigaciones en el campo de la ingeniería aeronáutica y espacial. Desarrollo de vehículos espaciales, sistemas de lanzamiento, sistemas de control de misión y cargas útiles, también cuenta con el Centro de Operaciones Espaciales (SPOC), el cual permite el análisis de información geoespacial de observación de la tierra y otras aplicaciones, integrando el procesamiento de datos y el análisis de Big Data; convirtiéndose en activo estratégico de la Nación, su edificación fue inspirada en un satélite tipo CubeSat, un estándar internacional de diseño de nanosatélites (FAC, 2025).

Doctrinalmente, la FAC ha adoptado un enfoque tridimensional que integra el dominio del aire, el espacio y el ciberespacio, alineado con las tendencias internacionales

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

lideradas por la Fuerza Espacial de los Estados Unidos (USSF). Este enfoque busca garantizar superioridad operacional en todos los dominios estratégicos (Ziarnick, 2015). Autores como Ziarnick (2015) destacan el papel de las fuerzas aéreas en el desarrollo del poder espacial como una extensión natural de su dominio estratégico. Esta visión coincide con la actual doctrina de la FAC, que busca proyectarse como fuerza polivalente, interoperable y con alcance global, en línea con las exigencias de la nueva economía espacial y la seguridad multidimensional (Álvarez & Corredor, 2019b).

En el plano internacional, la FAC ha establecido convenios de cooperación con agencias como la NASA (National Aeronautics and Space Administration), lo cual ha permitido avanzar en transferencia tecnológica, entrenamientos conjuntos y participación en misiones internacionales (NASA, 2022). Estas alianzas son fundamentales no solo para el fortalecimiento técnico, sino también para posicionar a Colombia como actor emergente en foros espaciales multilaterales (NASA, 2020).

El impulso institucional de la FAC ha sido reconocido incluso por organismos internacionales como la International Academy of Astronautics (IAA), que ha resaltado el modelo colombiano de liderazgo militar en ausencia de una agencia espacial civil (Becerra, 2014). Sin embargo, expertos advierten que un desarrollo espacial sostenible requiere un equilibrio entre el liderazgo militar, la regulación civil y la participación del sector privado (Tellis, 2007).

Realizando un análisis crítico de lo expuesto en el objetivo 1 del caso colombiano sugiere un patrón de “coordinación sin integración” institucional. Aunque los instrumentos CONPES y la creación de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) mejoraron la interlocución entre actores, no eliminaron la dispersión de esfuerzos ni resolvieron los cuellos

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

de botella de ejecución. La ausencia de una Ley Espacial integral mantiene incertidumbre sobre gobernanza de datos, participación privada e incentivos a la I+D; a esto se suma un presupuesto limitado y poco predecible, que dificulta la continuidad y el aprendizaje acumulado. En este contexto, los hitos FACSAT-1 (2018) y FACSAT-2 Chiribiquete (2023) son relevantes no solo por los satélites, sino por la transferencia de conocimiento, la operación y el talento formado: evidencian que el país ya “aprendió a hacer” bajo el liderazgo de la FAC ante la falta de una agencia civil ejecutiva.

A partir de esta evidencia, es razonable formular las siguientes hipótesis. (1) Si se adopta una ley marco con reglas claras sobre datos, propiedad intelectual, contratación y estándares de interoperabilidad, es plausible que aumente la inversión privada y se reduzcan costos de transacción, habilitando consorcios público-privados más estables. (2) Si la CCE adquiere capacidad ejecutiva o se crea una agencia civil con mandato, presupuesto multianual y métricas de desempeño, es probable que disminuya la discontinuidad de proyectos y se consoliden portafolios de misión (observación de la Tierra, comunicaciones) en lugar de iniciativas aisladas. (3) Si se transita hacia una gobernanza tipo tridente entre la FAC, academia e industria con responsabilidades diferenciadas, la transferencia de conocimiento de FACSAT podría escalar a cadenas de valor nacionales (diseño, integración, software, análisis de datos), reduciendo la dependencia externa. En síntesis, Colombia parece haber superado la fase de prueba de concepto; el desafío ya no es demostrar capacidad técnica puntual, sino institucionalizar coordinación estable y financiamiento predecible para evitar reinicios en cada ciclo.

Desarrollo del objetivo 2

Analizar comparativamente los enfoques de Brasil y Estados Unidos para el desarrollo del poder espacial, centrándose en los marcos de políticas, los avances tecnológicos y las estrategias geopolíticas.

Con el fin de contextualizar el avance colombiano y formular recomendaciones pertinentes, este apartado analiza comparativamente las estrategias espaciales de Brasil y Estados Unidos, seleccionados por representar casos paradigmáticos en América Latina y a nivel global, respectivamente. Mientras Brasil simboliza un modelo regional con capacidades autónomas crecientes y desafíos estructurales comunes, Estados Unidos encarna una superpotencia espacial con un aparato institucional robusto, capacidades militares y civiles avanzadas y una doctrina estratégica madura.

1. Brasil

Desde la década de 1960, Brasil ha desarrollado una política espacial ambiciosa y con una notable continuidad institucional. A pesar de los desafíos presupuestales y de implementación, el país ha construido una arquitectura espacial que articula capacidades tecnológicas, institucionales y de cooperación internacional, con el propósito de posicionarse como líder en América del Sur. Este esfuerzo se ha consolidado en el Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) 2022–2031, instrumento rector del sector espacial brasileño, coordinado por la Agência Espacial Brasileira (AEB), con el apoyo del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) y otras entidades como el ITA y el DCTA (AEB, 2022a).

Visión estratégica y objetivos espaciales. El PNAE establece como visión de futuro “*ser el país suramericano líder en el mercado espacial*”, reconociendo la importancia del espacio como dominio de poder, desarrollo económico y soberanía. Esta meta se materializa en siete Objetivos Estratégicos Espaciales (OEEs) que guían el accionar del Estado brasileño en temas como institucionalización del programa, desarrollo industrial, innovación científica, cooperación internacional, no dependencia tecnológica y consolidación del sector como infraestructura crítica nacional (AEB, 2022b).

Continuidad institucional y gobernanza. Una de las fortalezas del modelo brasileño es su continuidad institucional. La AEB, creada en 1994, ha mantenido el liderazgo técnico y político del programa, con una visión de largo plazo. El actual PNAE da continuidad a la edición 2012–2021 y fue resultado de un proceso de articulación nacional iniciado en 2019, que involucró a actores públicos y privados del ecosistema aeroespacial. Esta gobernanza colaborativa refuerza el carácter de política de Estado, más allá de los cambios gubernamentales (AEB, 2022b).

Infraestructura de lanzamiento y ambiciones geoestratégicas. Brasil cuenta con una de las infraestructuras de lanzamiento más prometedoras de la región: el Centro de Lanzamiento de Alcântara (CLA), ubicado en el estado de Maranhão. Su proximidad al ecuador permite una mayor eficiencia en lanzamientos orbitales, lo cual representa una ventaja comparativa en el mercado global. Sin embargo, el CLA también ha sido objeto de controversias, especialmente por conflictos con comunidades quilombolas y por los términos de acuerdos de uso compartido con Estados Unidos (Camargo, 2017; Monteiro, 2020). Aun así, su inclusión en el PNAE como eje de desarrollo junto con vehículos como el VLM-1 y

motores como el S50 posiciona al CLA como un activo geoestratégico clave para Brasil (AEB, 2022b).

Ciencia, industria y mercado. El programa espacial brasileño adopta una visión integral que articula ciencia, industria y mercado. En el plano científico, se destacan misiones como Amazonia 1 (primer satélite de observación terrestre 100 % brasileño), SPORT (en cooperación con la NASA) y NanoMirax, enfocada en astrofísica. Estas iniciativas reflejan el compromiso del PNAE con la innovación, el desarrollo autónomo de tecnologías críticas y el fortalecimiento de las capacidades nacionales. A nivel industrial, el OEE.3 establece como objetivo la consolidación de una industria espacial competitiva, promoviendo mecanismos de calidad, encadenamientos productivos y participación del sector privado. Esto se traduce en incentivos a emprendimientos nacionales que puedan insertarse en cadenas de valor internacionales y generar beneficios socioeconómicos (AEB, 2022b).

Formación de talento humano y cooperación internacional. El desarrollo del capital humano constituye uno de los pilares de inversión del PNAE. El programa busca atraer, formar y retener personal altamente calificado mediante alianzas con instituciones académicas como el ITA y el INPE, promoviendo programas de formación avanzada e investigación aplicada (AEB, 2022b). Asimismo, Brasil ha consolidado alianzas estratégicas que combinan transferencia tecnológica, co-desarrollo y posicionamiento geopolítico. Un ejemplo emblemático es el programa CBERS (China–Brazil Earth Resources Satellite), iniciado en 1988, que ha permitido el desarrollo conjunto de satélites con instituciones chinas, bajo un modelo de cooperación Sur–Sur (Oliveira, 2009). También se destacan acuerdos con la NASA (misión SPORT), Rusia, Francia y la Agencia Espacial Europea, aunque la

cooperación con potencias occidentales ha mostrado fluctuaciones por intereses divergentes (Froehlich, 2022).

Prospectiva e inversión: Escenario 1000. La planificación del PNAE incluye cinco escenarios prospectivos de inversión. El más ambicioso, el Escenario 1000, proyecta una inversión de R\$ 13,2 mil millones, para consolidar capacidades avanzadas como el desarrollo de satélites geoestacionarios, vehículos de lanzamiento con propulsión líquida y centros de integración y pruebas de satélites. Este escenario refleja una intención clara de utilizar el espacio como plataforma de proyección regional, inserción global y prestigio internacional (AEB, 2022b).

Consideraciones sobre el uso militar del espacio. Aunque Brasil no cuenta con una fuerza espacial autónoma, el Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE) desempeña funciones de vigilancia y monitoreo espacial. Sin embargo, la integración entre los componentes civiles y militares aún es limitada, lo que ha generado ineficiencias y una falta de coherencia estratégica. La ausencia de una doctrina conjunta debilita la proyección integral del poder espacial brasileño, especialmente frente a actores como EE. UU. o China (Mitchell, 2017).

2. Estados Unidos

Estados Unidos lidera la exploración y explotación del espacio exterior, consolidando su poder espacial como un eje central de su proyección geoestratégica. En diciembre de 2019 se creó la United States Space Force (USSF), la sexta rama de las Fuerzas Armadas, con el mandato de organizar, entrenar y equipar fuerzas para operaciones espaciales. Su

establecimiento institucionalizó la visión del espacio como un dominio de combate, equiparable al aéreo, marítimo y terrestre (AJIL, 2020).

La USSF trabaja estrechamente con el U.S. Space Command y el Departamento de Defensa (DoD), coordinando con agencias como la National Reconnaissance Office (NRO) y la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Este ecosistema de defensa se integra con el sector privado a través de contratos con empresas como SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic, Boeing y Lockheed Martin, que participan activamente en operaciones de lanzamiento, despliegue de satélites y mantenimiento de infraestructura orbital (Johnson-Freese, 2007).

La colaboración civil-militar se manifiesta también en los acuerdos con la NASA, que lidera programas científicos y de exploración. El programa Artemis, impulsado por la NASA con apoyo del DoD y socios internacionales, busca establecer una presencia permanente en la Luna como plataforma para la exploración de Marte (NASA, 2020). Esta sinergia entre lo civil, lo comercial y lo militar permite a Estados Unidos sostener su supremacía tecnológica y operativa. *“Pensar en una carrera espacial centralizada en los Estados hoy es imposible. Como la historia reciente nos ha enseñado, la asociación y alineación entre los objetivos empresariales y gubernamentales ha sido clave para impulsar una nueva conquista espacial. Prueba de ello es la misión Artemis de la NASA, que busca regresar al ser humano a la Luna”*(GBM, 2024).

En cuanto a alianzas estratégicas, EE. UU. lidera la firma de los Artemis Accords, un marco normativo que promueve principios de cooperación, sostenibilidad y uso pacífico del espacio. También mantiene alianzas bilaterales con socios de la OTAN y miembros de la alianza de inteligencia Five Eyes. La doctrina de disuasión espacial se articula en torno al

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

concepto de “espacio como dominio de guerra”, con énfasis en capacidades ofensivas y defensa activa frente a amenazas antisatélite de China y Rusia ((Bowen, 2020); (Tellis, 2007)).

Sumado a lo anterior y como lo vimos en la introducción al ser Estados Unidos pionero de la carrera espacial, le ha dado herramientas doctrinales, de conocimiento y aprendizaje para ser la potencia espacial que es hoy en día, permitiéndole sostener junto con otras agencia activos en el espacio como la estación espacial internacional, así como ser el país con el 51% de objetos lanzados al espacio, que según datos de EOM al 2022 había lanzado 7325 objetos, lo que genera disuasión en el sistema internacional (GBM, 2024).

3. Comparación estructural: aprendizajes para Colombia

Tabla 1. Comparación estructural Brasil y Estados Unidos

Aspecto	Brasil	Estados Unidos
Institucionalidad	AEB + INPE (civil); COMAE (militar limitado)	NASA (civil), USSF, NRO, DARPA (militar)
Política espacial	Autonomía tecnológica, cooperación Sur-Sur	Liderazgo global, proyección estratégica
Alianzas internacionales	CBERS (China), Rusia, Francia, ESA	Artemis Accords, OTAN, Five Eyes
Capacidad lanzadora	Centro Alcântara (infraestructura en desarrollo)	Múltiples bases operativas (Kennedy, Vandenberg, etc.)
Colaboración civil-militar	Escasa articulación, esfuerzos separados	Sinergia consolidada NASA- DoD-privados

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Doctrina de defensa espacial	Limitada a vigilancia y monitoreo	Disuasión activa, resiliencia, dominio global
Actores privados	Participación emergente (Visiona, Embraer)	Liderazgo (SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic, Boeing)
Inversión pública I+D	Inestable, limitada	Alta, sostenida, con marco normativo sólido

Fuente: elaboración propia con base en desarrollo objetivo # 2

Esta comparación revela que, aunque Brasil ha consolidado una institucionalidad civil con capacidades autónomas, aún enfrenta desafíos comunes con Colombia, como la débil articulación entre actores y la falta de doctrina militar espacial robusta. En contraste, EE. UU. representa un modelo de integración multidimensional del poder espacial, sustentado en infraestructura, doctrina, liderazgo internacional y articulación comercial-civil-militar. Estos casos ofrecen lecciones valiosas para estructurar una política espacial colombiana que articule capacidades militares, civiles y privadas bajo una visión estratégica de largo plazo.

Expertos como Bowen (2020) y Moltz (2019) sostienen que los países que han logrado consolidar capacidades espaciales sostenibles han adoptado marcos jurídicos estables, acompañado de agencias con autonomía financiera, liderazgo técnico y respaldo legislativo. Tal es el caso de Brasil con la Agencia Espacial Brasileña (AEB) y México con la Agencia Espacial Mexicana (AEM), organismos que centralizan la política espacial, facilitan la inversión extranjera y promueven el talento nacional.

Desarrollo del objetivo 3

A partir del desarrollo espacial colombiano y del análisis comparativo de las experiencias espaciales de Brasil y Estados Unidos, se identifican una serie de lecciones clave que pueden servir como insumo para el fortalecimiento del poder espacial colombiano. Estas lecciones permiten delinear acciones estratégicas enfocadas en superar las limitaciones estructurales identificadas en el objetivo 1 y cerrar la brecha frente a naciones con mayor consolidación institucional y operativa en el sector espacial (Moltz, 2024).

1. Hallazgos clave del análisis comparativo

El estudio del caso brasileño muestra que la existencia de una agencia espacial civil con trayectoria como la AEB, combinada con centros de investigación como el INPE y una visión de cooperación Sur-Sur, ha permitido avanzar en la formación de capacidades técnicas y diplomáticas. Sin embargo, su limitación radica en la falta de integración con el sector defensa y la inestabilidad institucional (Froehlich, 2022). En contraste, el modelo estadounidense se caracteriza por una articulación eficiente entre sector civil, militar y privado, un marco doctrinal claro centrado en el dominio del espacio como dimensión estratégica y una inversión sostenida en investigación y desarrollo. Esta sinergia ha convertido al espacio en un instrumento de poder nacional con proyección global ((USSF, 2025);(NASA, 2020); (Bowen, 2020)). Para Colombia, ambos casos ofrecen aprendizajes: del modelo brasileño, la importancia de construir capacidades endógenas y buscar alianzas equitativas; del modelo estadounidense, la necesidad de consolidar una institucionalidad articulada, respaldada por doctrina, inversión y participación multisectorial (Tellis, 2007).

2. Acciones estratégicas para Colombia

a. Fortalecimiento de los marcos institucionales y legales. En el caso colombiano, la consolidación de una gobernanza espacial robusta aparece como condición habilitante para superar la fragmentación actual entre la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), el Ministerio de Ciencia y otras entidades. La experiencia comparada sugiere que arreglos institucionales dotados de autonomía técnica, financiera y regulatoria como los que encarnan la AEB o la NASA tienden a mejorar la coordinación Inter agencial, la previsibilidad de las inversiones y la eficacia de la política pública (AEB, 2022b). En este horizonte, la eventual creación de una Agencia Nacional del Espacio adscrita a la Presidencia podría leerse como un mecanismo de articulación y jerarquización de prioridades, mientras que una ley espacial integral alineada con estándares observados en EE. UU. y Europa contribuiría a reducir costos de transacción y mitigar la incertidumbre regulatoria (Bowen, 2020).

La incorporación explícita de la dimensión espacial en la Política de Seguridad y Defensa Nacional y su conexión con desarrollos normativos recientes (Ley 2294, 2023) configuran, asimismo, una ventana de oportunidad para dotar al sector de coherencia estratégica. En paralelo, instancias estables de coordinación, por ejemplo, un Consejo Nacional de Estrategia Espacial con participación académica, pública y privada favorecerían la construcción de agendas compartidas y la continuidad de mediano plazo (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2021).

b. Mejoramiento de las capacidades tecnológicas y fomento de alianzas. La trayectoria del programa FACSAT constituye un punto de apoyo para transitar hacia plataformas con mayores niveles de autonomía en diseño, integración y control, en conexión con capacidades de universidades y centros de I+D nacionales (Álvarez & Corredor, 2019b).

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

La evidencia de acuerdos de transferencia tecnológica y cofabricación con pares como Corea del Sur, Francia y Estados Unidos muestra que los esquemas de aprendizaje conjunto aceleran la maduración de competencias críticas y la formación de talento especializado.

Bajo esta lógica, instrumentos de fomento como convocatorias de cofinanciación y fondos de innovación análogos a los impulsados por FINEP en Brasil tienden a densificar el ecosistema y a activar encadenamientos productivos locales (Froehlich, 2022). El desarrollo de clústeres regionales con vocación aeroespacial facilitaría, además, sinergias entre necesidades duales (civiles y de defensa) y oferta tecnológica. Finalmente, marcos de incentivos tributarios orientados a tecnologías de uso dual, inspirados en programas como SBIR, suelen incentivar la participación de pymes y emprendedores, ampliando la base de proveedores y reduciendo la dependencia externa en nichos críticos (Johnson-Freese, 2007).

c. Desarrollo de una estrategia espacial nacional de largo plazo. A la luz de los instrumentos vigentes de planeación, ve la conveniencia de del establecimiento de una Estrategia Nacional Espacial al 2040/2050, articulada con el Plan Nacional de Desarrollo y con los lineamientos del (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020). Más que un listado de proyectos se trataría de un marco direccional con metas escalonadas en capacidades orbitales, infraestructura terrestre, formación de capital humano, cooperación internacional y uso dual acompañado de mecanismos de seguimiento interinstitucional que aseguren coherencia y continuidad.

En el plano externo, una participación más activa en foros multilaterales (Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS), The United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA)) y en iniciativas regionales como (el Programa Latinoamericano y Caribeño del Espacio (PLAC)) ampliaría la voz de Colombia

en la configuración de normas y prácticas del régimen espacial (UNOOSA, 2025). En el plano interno, la difusión de una cultura estratégica del espacio en la formación de liderazgos civiles y militares, por ejemplo, mediante la incorporación de contenidos de geopolítica y poder espacial, fortalecería la comprensión del dominio y su vinculación con fines nacionales (Ziarnick, 2015).

En conjunto, estas orientaciones delimitan una trayectoria de transición desde un enfoque principalmente operativo hacia la condición de poder espacial emergente. Su viabilidad, no obstante, descansa en la convergencia de tres vectores: continuidad política, inversión sostenida y una visión de Estado capaz de trascender ciclos gubernamentales y articular, de forma persistente, los ámbitos civil, académico, empresarial y de defensa.

Conclusiones

1. Hallazgos clave

1.1 Colombia ha realizado avances significativos en su desarrollo espacial a través de iniciativas como FACSAT-1, FACSAT-2 y FACSAT-3, lideradas por la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC). Sin embargo, enfrenta limitaciones estructurales en institucionalidad, legislación y articulación intersectorial, lo que ha frenado la consolidación de una estrategia espacial de largo plazo.

1.2 El análisis comparativo revela que Brasil ha consolidado capacidades tecnológicas e institucionales, con un enfoque civil robusto y cooperación Sur-Sur, mientras que Estados Unidos opera bajo un modelo integral que articula defensa, sector civil y privado con un enfoque estratégico del espacio como dominio de guerra.

1.3 A pesar de su rezago, Colombia puede posicionarse como un actor espacial emergente si implementa una estrategia nacional de largo plazo, fortalece su marco normativo y promueve la cooperación internacional y la innovación tecnológica.

2. Recomendaciones estratégicas

2.1 Es imperativo crear una Agencia Espacial Nacional con autonomía técnica y financiera para centralizar esfuerzos, formular políticas integrales y coordinar acciones entre defensa, academia y sector privado junto con la creación de una ley espacial que permita regular los datos, responsabilidades, inversión y estándares de operación.

2.2 El poder espacial debe integrarse a la Política de Seguridad y Defensa Nacional, reconociendo al espacio como dominio estratégico en línea con las tendencias internacionales así como establecimiento de una Estrategia Nacional Espacial 2040/2050.

2.3 Orientar la cooperación internacional a transferencia tecnológica real, priorizando socios con historial de codesarrollo y formación.

2.4 Colombia debe articular un “Tridente” institucional FAC–Academia–Industria donde la FAC mantiene liderazgo operativo mientras la agencia civil regula y la industria escala cadenas de valor.

2.5 Potencializar el factor humano en carreras y posgrados aeroespaciales, pasantías en misiones, bootcamps de software, análisis de datos e IA, esto acelera el aprendizaje, reduce dependencia y habilita soluciones, de la mano del I+D que genere iniciativas y se convierta en capacidad sostenible.

2.6 Adoptar la siguiente propuesta de ecuación de poder espacial, de acuerdo con los diferentes teóricos estudiados en el artículo, imperativos astropolíticos y conclusiones, que

aunque autores como Bowen, Dolman y Álvarez, advierten sobre la rigidez de reducir el poder espacial a una ecuación, intenté reducir esa rigidez integrando el factor humano (fh), que es un elemento intangible pero diferenciador capaz de multiplicar al resto de componentes y que dejaría de lado lo riguroso para hacerlo más adaptativo a los cambios que pudiesen surgir en el desarrollo del poder espacial, por tanto propongo la siguiente fórmula conceptual para representar el poder espacial nacional como aporte adicional a las recomendaciones estratégicas así:

$$Pe = [(Is + Cm + Ac + Dt) \times (Gi + Vp)] \times fh$$

Donde:

Pe: Poder Espacial

Is: Infraestructura espacial (centros de lanzamiento, estaciones terrenas, satélites).

Cm: Capacidad militar espacial (vigilancia, doctrina, defensa).

Ac: Articulación civil (universidades, agencias, gobernanza).

Dt: Desarrollo tecnológico nacional (I+D, innovación, doble uso).

Gi: Gobernanza e institucionalidad (marco legal, agencias, coordinación).

Vp: Voluntad política (priorización en políticas públicas, recursos asignados).

fh: Factor humano (talento científico, creatividad estratégica, liderazgo visionario).

Imagen 1. Representación gráfica Poder Espacial



Fuente: elaboración propia con base en la fórmula de Poder Espacial y desarrollo del artículo

En este modelo, las capacidades espaciales (infraestructura, capacidad militar, articulación civil y desarrollo tecnológico) conforman la primera etapa del cohete, mientras que la segunda etapa corresponde al marco estratégico, integrado por la gobernanza institucional y la voluntad política. El combustible que atraviesa ambas etapas es el ingenio humano, que llega a la tobera para generar el empuje final. De esta forma, si falta alguno de los dos bloques (capacidades o marco estratégico), el combustible no produce propulsión útil.

3. Implicaciones para la política colombiana

3.1 Establecer un marco normativo específico para la gobernanza de datos satelitales que regule la propiedad, uso y protección de la información orbital y territorial, para garantizar seguridad jurídica y promover inversiones sostenibles en el sector espacial.

3.2 Promover la consolidación de una institucionalidad cohesiva que supere la fragmentación actual, estableciendo mecanismos claros de coordinación y roles definidos entre la Comisión Colombiana del Espacio, Fuerza Aeroespacial Colombiana, academia, e industria, para evitar redundancias y dispersión de esfuerzos.

3.3 Desarrollar incentivos tributarios y financieros específicos para las empresas nacionales e internacionales que inviertan en tecnologías espaciales y aeroespaciales, con especial atención a tecnologías de doble uso civil-militar, lo cual estimulará la creación y fortalecimiento de una industria espacial colombiana.

3.4 Fomentar la formación continua y especializada de talento humano en disciplinas aeroespaciales, incluyendo formación técnica y científica en universidades y centros de investigación, así como la creación de programas de intercambio con agencias y empresas líderes internacionales.

3.5 Impulsar la construcción de un ecosistema de innovación tecnológica espacial que integre clústeres regionales, laboratorios y centros de investigación, facilitando la cooperación entre academia, gobierno y sector privado para la investigación aplicada, desarrollo experimental y transferencia tecnológica.

3.6 Incorporar evaluaciones periódicas del impacto económico y social de las inversiones espaciales.

3.7 Impulsar una política de diplomacia espacial proactiva destinada a fortalecer alianzas estratégicas que favorezcan la transferencia tecnológica, el posicionamiento

internacional y la participación en acuerdos multilaterales, asegurando que los intereses nacionales sean representados en el régimen espacial global.

3.8 Promover la cultura estratégica espacial a nivel de la sociedad civil y sectores privados.

3.9 Desarrollar escenarios prospectivos de amenazas y riesgos espaciales que incluyan aspectos de ciberseguridad, vulnerabilidad a ataques antisatélite y gestión de desechos espaciales, permitiendo anticipar retos y definir estrategias de resiliencia y defensa.

3.10 Inocular la flexibilidad normativa y estratégica en la política espacial para adaptarse a la rápida evolución tecnológica y geopolítica del dominio espacial, evitando que la legislación y las políticas queden obsoletas ante cambios disruptivos en la industria y el contexto internacional.

4. Futuras líneas de investigación

4.1 Diseño de escenarios prospectivos del poder espacial colombiano hacia 2040/2050, considerando variables como inversión, desarrollo industrial, cooperación estratégica y amenazas emergentes.

4.2 Evaluación del impacto del poder espacial en la seguridad multidimensional, incluyendo ciberseguridad, inteligencia geoespacial y resiliencia frente a amenazas naturales o artificiales.

4.3 Análisis de costo beneficio de una agencia espacial nacional frente al modelo actual liderado por la FAC.

5. Teorías, autores y libros sugeridos

Tabla 2. Autores, libros y aportes

Autor	Obra clave	Aporte relevante
Brent Ziarnick	Developing National Power in Space (2014)	Modelo dual: gramática y lógica del poder espacial
Everett Dolman	Astropolitik (2002)	Espacio como extensión del realismo clásico
John J. Klein	Space Warfare: Strategy, Principles and Policy	Espacio como dominio estratégico y coercitivo
Bleddyn Bowen	War in Space (2020)	Visión crítica del espacio como dimensión geoestratégica
Organski & Kugler	The War Ledger (1980)	Teoría de transición de poder aplicada al entorno espacial
Colin S. Gray	Modern Strategy (1999)	Perspectiva estratégica integral aplicable al espacio

Fuente: elaboración propia con base en Marco Teórico y Bibliografía.

6. Teorías geopolíticas y estratégicas sobre el poder espacial

6.1 Astropolítica (E. C. Dolman, 2002): El espacio como dominio sujeto a la lógica de la competencia interestatal.

6.2 Teoría del Heartland/Rimland (Mackinder y Spykman): Extendida al control orbital como nuevo “espacio geográfico vital”.

6.3 Teoría de transición de poder (Organski & Kugler, 1980) Las capacidades espaciales reconfiguran las jerarquías internacionales.

6.4 Realismo ofensivo aplicado al espacio: Los Estados buscarán el dominio orbital como extensión de su proyección de poder (Ziarnick, 2015).

Referencias

- AEB. (2022a). *Agencia Espacial Brasileña* .
- AEB. (2022b). *PROGRAMA NACIONAL DE ACTIVIDADES ESPACIALES PNAE 2022-2031*.
- AJIL. (2020). United States Creates the U.S. Space Command and the U.S. Space Force to Strengthen Military Capabilities in Space. *American Journal of International Law*, 114(2), 323–326. <https://doi.org/10.1017/ajil.2020.13>
- Álvarez, C., & Corredor, C. (2019a). *Mirando hacia las estrellas: una constante necesidad humana. El espacio exterior una oportunidad infinita para Colombia Vol 1*.
- Álvarez, C., & Corredor, G. (2019b). *EL CIELO NO ES EL LÍMITE: EL FUTURO ESTELAR DE COLOMBIA EL ESPACIO EXTERIOR UNA OPORTUNIDAD INFINITA PARA COLOMBIA 2 Vol*.
- Álvarez, C., & Fernández, O. (2018). *La “Gran Estrategia”: instrumento para una política integral en seguridad y defensa (Vol. 1)*.
- Artola, R. (2019). *La carrera espacial del Sputnik al Apollo 11*.
- Aveni, A. F. (2001). *SKYWATCHERS A REVISED AND UPDATE VERSION OF Skywatchers of Ancient Mexico*. <https://archive.org/details/skywatchersOO00aven>
- Becerra, J. (2014). Colombias space policy: An analysis of six years of progress and challenges. *Acta Astronautica*, 100(1), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2014.03.018>
- Bowen, B. E. (2020). *War in Space: Strategy, Spacepower, Geopolitics*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (1977). *CONPES 1421, PROYECTO DE UN SATÉLITE COLOMBIANO PARA COMUNICACIONES DOMÉSTICAS*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2009). *CONPES 3579, LINEAMIENTOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO SATELITAL DE COMUNICACIONES DE COLOMBIA*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2010). *CONPES 3683, LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA QUE INCLUYA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA SATELITAL COLOMBIANO*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2020). *CONPES 3983, POLÍTICA DE DESARROLLO ESPACIAL: CONDICIONES HABILITANTES PARA EL IMPULSO DE LA COMPETITIVIDAD NACIONAL*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>
- Decreto 2442. (2006). *Decreto 2442 de 2006*.
- Dolman, E. (2005). *ASTROPOLITIK*.
- Dolman, E. C. (2002). *ASTROPOLITIK*.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

- FAC. (2020). *MANUAL DE DOCTRINA BÁSICA AÉREA, ESPACIAL Y CIBERESPACIAL"-DBAEC-* (FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA, Ed.; 5th ed.). <https://normas-apa.org/citas/>
- FAC. (2023). *FACSAT-2 “CHIBIRIQUETE.”*
- FAC. (2025). *PODER ESPACIAL, FUERZA AEROESPACIAL COLOMBIANA.*
- Froehlich, A. (2022). *Space Fostering Latin American Societies, Developing the Latin American Continent Through Space, Part 3* (A. Froehlich, Ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-97959-1>
- GBM. (2024). *¿La nueva carrera espacial será entre privados?* <https://Gbm.Com/Media/the-Story/La-Nueva-Carrera-Espacial-Sera-Entre-Privados/#:~:Text=El%20tridente%20Elon%20Musk%2C%20Jeff,Tiene%20aproximaciones%20distintas%20para%20conseguirlo.>
- Johnson-Freese, Joan. (2007). *Space as a strategic asset.* Columbia University Press.
- Klein, J. (2006). *Space Warfare.*
- Krupp, E. C. (2003). *ECHOES of the ANCIENT SKIES the astronomy of lost civilizations.* Dover Publications Inc. : [distributor] Grantham Book Services Ltd.
- Ley 1621. (2013). *Ley 1621 de 2013.*
- Ley 2294. (2023). *Ley 2294 de 2023.*
- Lupton, D. E. (1998). *ON SPACE WARFARE A Space Power Doctrine.*
- Mitchell, S. T. (2017). *Constellations of Inequality.* In *Constellations of Inequality.* University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226499437.001.0001>
- Moltz, J. (2024). *CROWDED ORBITS.*
- NASA. (2020). *THE ARTEMIS ACCORDS PRINCIPLES FOR COOPERATION IN THE CIVIL EXPLORATION AND USE OF THE MOON, MARS, COMETS, AND ASTEROIDS FOR PEACEFUL PURPOSES.*
- NASA. (2022). *Colombia firma los Acuerdos Artemis.*
- Nohlen, D. (2020). *LA METODOLOGÍA DE LA CIENCIA POLÍTICA Volumen III Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política* (H. Sanchez, Ed.).
- North, J. (2008). *COSMOS AN ILLUSTRATED HISTORY OF ASTRONOMY AND COSMOLOGY.*
- Oberg, J. (1999). *Space Power theory.*
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2021). *Indicadores de Ciencia Tecnología e Innovación Colombia 2021.*
- Oliveira, F. de. (2009). *Brazil-China : 20 years of cooperation in space : CBERS, the satellite of a strategic partnership.* Instituto Nacional de Pesquisas Especiais.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Organski, & Kugler. (1980). *The War Ledger*.

Rincón, S., Rodríguez, C., & Bastidas, E. (2023). *FACTIBILIDAD DEL DESARROLLO DEL FACSAT-2*.

Tellis, A. J. (2007). China’s military space strategy. *Survival*, 49(3), 41–72.
<https://doi.org/10.1080/00396330701564752>

UNOOSA. (2024). *Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2024*.

UNOOSA. (2025). *Space Law*. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/index.html>.

USSF. (2025). *United States Space Force*. <https://www.spaceforce.mil>.

Ziarnick, B. David. (2015). *Developing national power in space : a theoretical model*. McFarland & Company, Inc., Publishers.

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