



**ESPECIALIZACIÓN EN ESTRATEGIA OPERACIONAL Y
PLANEAMIENTO MILITAR CONJUNTO**

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TÍTULO: INFLUENCIA DE LA RED SATELITAL EN LA CONCEPCIÓN DE LAS OPERACIONES MULTIDOMINIO.

AUTOR: MAYOR MARCELO EDUARDO VELAZQUEZ

TUTOR: CORONEL JOSÉ MARÍA SPONER

AÑO: 2025

“Las ideas expuestas sólo representan la postura personal del autor, por lo que son de su absoluta responsabilidad, no reflejando en consecuencia la opinión de la Escuela Superior de Guerra Conjunta de la Facultad Militar Conjunta de la Universidad de la Defensa Nacional”

Resumen

El sistema satelital desempeña un papel preponderante en las operaciones multidominio, al proporcionar facilidades de comunicaciones, navegación, y observación las que son fundamentales para la conducción de las operaciones conjuntas.

Este sistema influye significativamente, permitiendo comunicaciones seguras y flexibles entre las unidades desplegadas, facilitando la transmisión de órdenes, la obtención de información, la coordinación de acciones y la sincronización de efectos en tiempo real. Además, el posicionamiento global por satélite (GPS) es vital para la navegación precisa de fuerzas terrestres, aéreas y marítimas, permitiendo una mayor conciencia situacional.

La observación, vigilancia y reconocimiento son funciones prioritarias de los satélites de observación terrestre, proporcionando información sobre el entorno operacional, identificando objetivos, amenazas, y apoyando el proceso de planeamiento y la toma de decisiones en tiempo real.

En cuanto a la función de sostenimiento, el empleo de satélites contribuye con la determinación de rutas aptas para el apoyo logístico y las funciones vinculadas, como transporte y abastecimiento. La constelación orbital se ha consolidado como un componente fundamental en cuanto a su empleo militar en los conflictos actuales, fortaleciendo la sinergia, otorgando una ventaja operacional significativa en entornos complejos.

Palabras claves

Satelital – Operacional – Planeamiento – Multidominio – Conjunto

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| CAPÍTULO I: CAPACIDADES SATELITALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA Y SU INJERENCIA EN LA ESTRATEGIA MULTICAPA | 9 |
| Sección I..... | 9 |
| Evolución y Desarrollo Histórico | 9 |
| Principales Hitos y Lanzamientos Satelitales | 9 |
| Sección II..... | 12 |
| Descripción general de las capacidades satelitales de Argentina..... | 12 |
| Importancia en la estrategia multicapa..... | 13 |
| Sección III..... | 14 |
| Impacto en la Estrategia Multicapa..... | 14 |
| Interoperabilidad..... | 15 |
| Aplicaciones en defensa nacional..... | 15 |
| CAPÍTULO II: APORTES DEL SISTEMA SATELITAL EN LAS OPERACIONES MULTIDOMINIO | 17 |
| Sección I..... | 17 |
| Descripción de la Red Satelital..... | 17 |
| Sección II..... | 18 |
| Contribuciones a las Operaciones Multidominio..... | 18 |
| Sección III..... | 20 |
| Fortalezas y Debilidades..... | 20 |
| CAPÍTULO III: INTERRELACIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO OPERACIONAL, CAPACIDADES SATELITALES Y FUEGOS MULTIDOMINIO | 23 |
| Sección I..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| Contribución de los Elementos del Diseño Operacional a la Red Satelital para la Defensa..... | 23 |
| Planeamiento del nivel Operacional | 24 |
| Sección II: | 24 |
| Interacciones con las Capacidades Satelitales | 24 |
| Sección III:..... | 25 |
| Contribución de los Fuegos Multidominio al Diseño Operacional y a la Red Satelital en la Defensa..... | 25 |
| Integración con la Red Satelital | 26 |
| Implicancias Estratégicas y Desafíos Futuros..... | 26 |
| CONCLUSIONES..... | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 33 |

INTRODUCCIÓN

La fundamentación del tema elegido se centra en la existencia de una red satelital para la defensa y su vital importancia para la protección de los intereses nacionales. Tal como lo expresa la Directiva de Política de Defensa Nacional 2021 en su capítulo II, con el fin de garantizar los intereses vitales de la nación, deben preverse y mantenerse los mecanismos necesarios para el control, la vigilancia, el reconocimiento tanto del aeroespacio como de los espacios marítimos, terrestres y aéreos. Este marco situacional debe abordarse a partir de niveles de disuasión razonables, en cumplimiento de la misión primaria y esencial del instrumento militar (Directiva de Política de defensa Nacional, 2021, p. 19)

Las redes satelitales han tenido un impacto significativo en las operaciones militares al proporcionar una ventaja sobre la situación del ambiente operacional¹, permitiendo integrar información y ejercer el comando y control de las propias fuerzas, influyendo significativamente en el desarrollo de las operaciones.

Una ventaja clave es la capacidad de tomar decisiones rápidamente, adelantándose al ciclo OODA del oponente (Observar, Orientar, Decidir y Actuar), haciendo un uso eficiente del poder de combate propio. En las operaciones multidominio, es esencial la sinergia entre los diferentes dominios y los efectos resultantes, lo cual constituye el centro de gravedad. El uso adecuado del sistema satelital y el diseño adecuado de las operaciones conjuntas deben contribuir al logro del estado final operacional deseado, interpretando al mismo como la situación militar que deberá existir cuando la operación esté finalizada en términos favorables. Se debe de considerar al estado final para cada uno de los niveles, estratégico militar y operacional.

Las operaciones multidominio son operaciones integradas en amplios dominos constituídas por acciones tácticas planificadas y dirigidas por el nivel operacional, donde determinadas capacidades de organizaciones, normalmente modulares, que actúan en ámbitos físicos y no físicos se conjugan en un espacio multidimensional a través de un enlace operacional, generando efectos sincronizados en momentos del ritmo operacional relacionados

¹ Se entiende por ambiente operacional al conjunto de factores de diversa naturaleza que existen de manera estable y semiestable en una determinada región. Forman parte del ambiente operacional los siguientes factores: influencia de la política y la estrategia nacional y militar, el ambiente geográfico, los factores militares, las características de la lucha, los sistemas de armas que pueden emplearse, los factores sociales, los medios de información y su influencia en la opinión pública. Conducción de las Fuerzas Terrestre- ROB 00-01 Ed (2015) (Cap I-6 -Cap I -11).

con la identificación de vulnerabilidades críticas y la disponibilidad de recursos (Boletín Informativo Conjunto, 2023, p. 16)

En la República Argentina, las características del ambiente geográfico, junto con los vastos espacios y la baja densidad demográfica, presentan desafíos para el control de los espacios terrestres, aéreos y marítimos. La integración de capacidades satelitales en apoyo las operaciones multidominio permite obtener un control anticipado del ambiente operacional mediante el control de los ámbitos aéreo, ciberespacial y electromagnético, coordinando organizaciones conjuntas e interagenciales para proporcionar capacidades de comando y control efectivas.

El tema del presente trabajo final ha sido abordado teniendo en cuenta otros trabajos bibliográficos desarrollados con anterioridad, a saber, el Programa Militar Espacial Argentino, que destaca las ventajas de la capacidad satelital en las operaciones militares (Walter, Allende, 2011).

Finalizada la Guerra Fría, se inició una carrera por el dominio del espacio ultraterrestre, conocida como la carrera espacial, involucrando a varias naciones en la búsqueda de supremacía espacial debido a las ventajas significativas en comunicaciones, navegación, observación y vigilancia que ofrece.

El desarrollo de la red satelital para la defensa promueve la elaboración de teorías estratégicas sobre el poder espacial, entendido como la capacidad de ejercer dominio desde el espacio y de influir rápidamente y continuamente en tiempos de paz, crisis o guerra.

En este sentido, la flexibilidad y la adaptabilidad son esenciales, ya que las operaciones conjuntas deben responder rápidamente a los cambios que se produzcan en el ambiente operacional.

Un aspecto a desarrollar es la implicancia de las operaciones multidominio conducidas en el nivel operacional, en el que, diversas capacidades de organizaciones modulares actúan en múltiples dominios físicos y no físicos de manera integrada a través de un enlace operacional, dichas operaciones generan efectos sincronizados en momentos clave del ritmo operacional, centrándose en la identificación de vulnerabilidades críticas y la disponibilidad de recursos para lograr ventaja. (Doctrina Básica para la Acción Militar Conjunto, 2023, p. 57).

Teniendo en cuenta que los dominios, aéreos, terrestre, marítimo. espacial, electromagnético y cibernético los cuales se integran para producir una sinergia adecuada para que confluyan en esfuerzos que se desglosaran en capas como la de anticipar, prevenir, conjurar o repeler al agresor.

La sinergia de una red satelital para la defensa y la concepción de operaciones multidominio evitará el acceso del agresor a los intereses vitales, lo cual limitará su capacidad para combatir, perdiendo la iniciativa y consecuentemente la libertad de acción.

El propósito de este trabajo final integrador es demostrar cómo lo desarrollado previamente contribuye de manera significativa al nivel operacional, permitiendo un adecuado planeamiento y ejecución de las operaciones, teniendo en cuenta la maniobra, el sostenimiento y las operaciones integradas en múltiples dominios.

La finalidad es integrar y sincronizar efectos en varios ámbitos para lograr objetivos militares de manera efectiva y precisa. Este enfoque busca superar las limitaciones de las operaciones tradicionales al coordinar recursos, creando efectos combinados que dificultan la ejecución de las capacidades del oponente.

En esencia, este tipo de operaciones permiten una mayor flexibilidad y adaptabilidad, ya que las fuerzas pueden explotar vulnerabilidades en un dominio mientras defienden en otro.

Requieren una comunicación y coordinación detallada, apoyadas por tecnologías como la inteligencia artificial y la ciberseguridad, con la particularidad de que este nivel lleva a cabo actividades y acciones desde la paz hasta la resolución de un conflicto.

El planeamiento operacional determinado por un plan de campaña debe considerar, entre otras cosas, los elementos del diseño operacional para establecer una secuencia lógica que permita la obtención de los objetivos operacionales.

El diseño operacional se refiere a un marco analítico que ayuda a los comandantes y estados mayor a organizar, comprender y describir el ambiente operacional como un sistema complejo e interactivo.

En el establecimiento de los elementos del planeamiento operacional multidominio se incluyen los siguientes, el estado final deseado, el centro de gravedad, los puntos decisivos, las líneas de operaciones, el momento y el ritmo. También se encuentran otros términos que ayudan a comprender el esquema operacional, como el objetivo operacional, la maniobra operacional, el esfuerzo operacional, el punto culminante, el alcance operacional, las pausas operacionales y el enlace operacional. (Planeamiento para la Acción Militar Conjunto Nivel Operacional, 2023, p. 57).

Al buscar soluciones factibles y aceptables, es necesario que las mismas sean multidimensionales, en este sentido una forma efectiva e innovadora de integrar los diferentes dominios es mediante una red satelital para la defensa.

Con el propósito de abordar el tema de análisis, se plantea el siguiente interrogante: ¿Cómo contribuye una red satelital para la defensa al nivel operacional en el planeamiento y ejecución de las acciones conjuntas multidominio?

Como objetivo general, se plantea describir las capacidades satelitales de la defensa nacional y su influencia en la concepción y ejecución de las operaciones en el nivel operacional. Del objetivo general se desprenden tres objetivos particulares: el primero de ellos describir las capacidades satelitales de la República Argentina y su injerencia en la estrategia multicapa; el segundo objetivo, identificar los aportes de un sistema satelital para la defensa en las operaciones multidominio; y, finalmente el tercer objetivo busca determinar cómo los elementos del esquema operacional interrelacionan con las capacidades satelitales.

La hipótesis investigativa que se formula es la siguiente, la existencia de una red satelital contribuye significativamente a la concepción, multidominio, facilitando la interoperabilidad y optimizando el empleo de cada dominio en el nivel operacional.

En cuanto a la metodología, este trabajo de investigación utilizará el método deductivo, avanzando de lo general a lo particular partiendo de una hipótesis teórica que será corroborada a lo largo de los distintos capítulos de la investigación. Este trabajo escrito será de carácter explicativo destacando ejemplos concretos de operaciones militares donde las capacidades satelitales han sido determinantes.

Como técnica de validación se empleará el análisis bibliográfico y se estructurará en tres capítulos. El primer capítulo tratará sobre la evolución de las capacidades satelitales y su injerencia en la estrategia multicapa. El segundo capítulo abordará el aporte de la red satelital en la concepción multidominio. El tercer capítulo desarrollará la interrelación entre el diseño operacional y las capacidades satelitales. Por último, se presentarán las conclusiones, donde se detallarán los principales resultados vinculados a los objetivos, y se responderá la pregunta de investigación.

CAPÍTULO I: CAPACIDADES SATELITALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA Y SU INJERENCIA EN LA ESTRATEGIA MULTICAPA

El objetivo de este capítulo es describir las capacidades satelitales de la República Argentina y comprender la importancia para la defensa nacional y su influencia en la estrategia multicapa, ambos conceptos responden al nivel estratégico nacional y estratégico militar, sin embargo, su conocimiento es fundamental para posteriormente comprender el empleo de las mencionadas redes en el nivel operacional, ya que los distintos niveles se encuentran relacionados entre sí, operando de manera sinérgica.

La estructura del capítulo incluye tres secciones destinadas a explicar inicialmente un marco conceptual sobre las capacidades satelitales, su evolución histórica y su impacto y contribución en la estrategia multicapa y su implicancia en la defensa.

Sección I

Evolución y Desarrollo Histórico

El desarrollo satelital de la República Argentina comenzó en la década de 1990 con el lanzamiento del primer satélite de comunicaciones, Nahuel 1A. Desde entonces, Argentina ha avanzado significativamente en la tecnología espacial, logrando la fabricación y operación de satélites propios. La colaboración internacional ha sido un factor clave, con acuerdos de cooperación con la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) y la Agencia Espacial Europea (ESA), que han facilitado el intercambio de conocimientos y tecnologías con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Comisión Nacional de Actividades Espaciales , 2024).

En la década de 2000, Argentina avanzó con el desarrollo del satélite SAC-C, lanzado en colaboración con la NASA, dicho satélite, diseñado para la observación terrestre y la investigación científica, sentó las bases para futuros desarrollos en el ámbito satelital. El SAC-C fue instrumental en la recopilación de datos sobre el medio ambiente y el clima, contribuyendo a la comprensión global de estos fenómenos. (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, 2023)

Principales Hitos y Lanzamientos Satelitales

Entre los hitos más destacados se encuentra el lanzamiento del satélite SAC-D en 2011, en colaboración con la NASA, fundamental para la observación climática y ambiental, equipado con instrumentos de avanzada para medir la salinidad del océano, la humedad del

suelo y otros parámetros ambientales críticos, lo que ha permitido una mejor comprensión de los patrones climáticos globales y regionales.

Asimismo, los lanzamientos de los satélites SAOCOM 1A y 1B en 2018 y 2020, respectivamente, han incrementado significativamente la capacidad de monitoreo del suelo argentino. Estos satélites emplean tecnología avanzada de radar para recopilar datos precisos en cualquier condición meteorológica, lo cual es invaluable para la agricultura y la gestión de desastres. La tecnología de radar de apertura sintética (SAR) utilizada por estos satélites permite obtener imágenes detalladas del terreno, incluso a través de nubes y durante la noche, lo que es crucial para la planificación agrícola y la gestión de recursos naturales (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, 2023)

El lanzamiento del ARSAT-1 en 2014 representó un hito en la historia de las telecomunicaciones en América Latina, al ser el primer satélite geostacionario de telecomunicaciones diseñado, construido y operado en Argentina. Este logro no solo destacó la capacidad técnica del país, sino que también fortaleció su posición en el mercado regional de telecomunicaciones. El ARSAT-1 proporciona servicios de televisión, internet y telefonía a áreas remotas, contribuyendo significativamente a la reducción de la brecha digital en el país (ARSAT/Sky Brokers, 2023).

La serie de satélites ARSAT ha sido fundamental para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones de Argentina, permitiendo una mayor conectividad y acceso a servicios digitales en todo el territorio nacional. Estos satélites han ayudado a garantizar que las comunidades rurales y remotas tengan acceso a servicios de comunicación esenciales, lo que es vital para el desarrollo económico y social del país (ARSAT/Sky Brokers, 2023).

A continuación, se propone una tabla que refleja la evolución de la infraestructura orbital argentina, destacando hitos como el lanzamiento del SAOCOM 1A y 1B, que emplean tecnología SAR para monitoreo terrestre (CONAE, 2024)

| Nombre del Satélite | Fecha de Lanzamiento | Construido | Finalidad |
|---------------------|----------------------|------------|--|
| LUSAT -1 | 22Ene90 | AMSAT | Estudio de los efectos de radiación y mediciones en órbita |

| | | | |
|--------------------|----------|--|---|
| USAT-1 (VICTOR) | 29Ago96 | Instituto Universitario Aeronáutico y Asociación de Investigadores Tecnológicos | Fotografía de baja resolución, telemetría y meteorología |
| SAC- B | 04Nov96 | Investigaciones Aplicadas | Estudio de física solar y radiación X y UV |
| SAC -A | 03Dic98 | INVAP | Pruebas de tecnología en órbita |
| SAC - C | 21Nov00 | INVAP | Captación de imágenes espectrales y pancromáticas |
| SAC- D | 10Jun11 | INVAP | Captación de imágenes infrarrojas y medición de radiación cósmica |
| CUBEBUG - 1 | 26Abr13p | SATELLOGIC E INVAP | Pruebas de navegación y posicionamiento óptico |
| VUBEBUG-2 | 21Nov13 | SATELLOGIC | Fotografía y telemetría |
| BUGSAT1 | 19Jun14 | SATELLOGIC | Cámaras de video de alta resolución e infrarrojas |
| ARSAT-1 | 19Oct14 | INVAP | Servicio de telecomunicaciones |
| ARSAT- 2 | 30Sep15 | INVAP | Servicio de telecomunicaciones |
| SAOCOM 1 | 07Oct18 | CONAE E INVAP | Radar de apertura sintética para energías y monitoreo |
| SAOCOM 1B | 20Ago20 | CONAE E INVAP | Radar de apertura sintética para energías y monitoreo |

| | | | |
|-----------------|----------|-----------------|--------------------------------------|
| DIY-1 | 22Mar21 | DIYSATELLITE | Comunicaciones para radioaficionados |
| MDQUBESAT 1 | 13Ene22 | INNOVA SPACE | Validación de servicios |
| MDQUBESAT 1A | 04Ene23 | INNOVA SPACE | Demostración tecnológica |
| MDQUBESAT 1B | 04Ene23 | INNOVA SPACE | Demostración tecnológica |
| MDQUBESAT 2 | 01Dic223 | INNOVA SPACE | Validación de servicio |

Fuente: Elaboración propia

Sección II

Descripción general de las capacidades satelitales de Argentina.

Argentina ha desarrollado un robusto programa satelital que incluye satélites de observación, comunicaciones y con fines científicos. Entre los más destacados se encuentran los satélites ARSAT, dedicados a las telecomunicaciones, y los satélites SAOCOM, que se utilizan para la observación terrestre mediante radar de apertura sintética (SAR). Estos satélites son operados por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y ARSAT, respectivamente, y representan un avance significativo en el desarrollo tanto tecnológico y satelital del país (Comisión Nacional de Actividades Espaciales, 2024).

Los satélites ARSAT-1 y ARSAT-2, lanzados en 2014 y 2015, han permitido a Argentina no solo mejorar su infraestructura de telecomunicaciones, sino también posicionarse como un proveedor de servicios de telecomunicaciones en la región. Estos satélites ofrecen servicios de televisión, internet y telefonía a áreas remotas, contribuyendo significativamente a la reducción de la brecha digital en el país (ARSAT/Sky Brokers, 2023).

Por otro lado, los satélites de la serie SAOCOM, lanzados en colaboración con la Agencia Espacial Italiana (ASI), utilizan tecnología avanzada de radar para recopilar datos precisos sobre la humedad del suelo, lo que es invaluable para la agricultura y la gestión de desastres naturales. Estos satélites los hace especialmente útiles para monitorear el terreno durante eventos climáticos adversos (Agenzia Spaziale Italiana, 2016).

Además, la infraestructura de apoyo incluye estaciones terrestres ubicadas estratégicamente para controlar y recibir datos de los satélites, como la estación terrena de Benavidez (Provincia de Buenos Aires) y la de Córdoba (Provincia de Córdoba), lo que permite una cobertura amplia y una gestión eficiente de los recursos satelitales (ARSAT/Sky Brokers, 2023)

El proyecto satelital FOCUS, que se encuentra en etapa de desarrollo, ofrecerá capacidades satelitales para el monitoreo de grandes infraestructuras, obtención de imágenes terrestres de alta resolución, predicción del clima, capacidad para trabajar con diferentes longitudes de onda, lo cual mejorará la capacidad de análisis y predicción el control de espacios marítimos y continentales. Gestado por la Universidad de San Martín, este proyecto consiste principalmente en la utilización de microsátélites que conformarían una constelación, brindando facilidades que podrían ser empleadas en el planeamiento operacional. (Capacidades Satelitales de las Fuerzas Armadas, 2023).

El proyecto satelital FOCUS busca reducir la dependencia de satélites extranjeros para obtener información relevante, lo cual otorga un grado de confidencialidad, esto último lo hace apto para su empleo en apoyo al planeamiento de operaciones militares, ya sea en tiempo de paz o guerra.

Marco Legal y Regulaciones: Según el Boletín Oficial de la República Argentina, se han establecido regulaciones específicas para gestionar la capacidad satelital del país. Estas regulaciones son fundamentales para asegurar el uso eficiente y seguro de los recursos espaciales, y para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector espacial

El marco legal vigente establece las responsabilidades y competencias de las distintas entidades gubernamentales involucradas en el desarrollo y gestión de las capacidades satelitales. La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) es la entidad encargada de coordinar las actividades espaciales en el país, asegurando el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales (Comisión Nacional de Actividades Espaciales, 2024).

Importancia en la estrategia multicapa.

La estrategia multicapa implica la utilización de múltiples capas de defensa y seguridad, las que obran sistémicamente a modo de partes que conforman esfuerzos operacionales y que buscan anticipar, prevenir, conjurar o repeler al agresor.

La capa “anticipar” busca obtener y mantener en forma constante vigilancia y control de los espacios para plantear alertas tempranas contribuyentes al proceso estratégico de “Alerta -Alarma – Apresto – Despliegue”.

La capa “prevenir” buscará el despliegue y concentración de Fuerzas de Intervención Rápida, en coordinación con las Fuerzas de Respuesta Regional disponibles en la Subárea de Interés Estratégico afectada y/o el despliegue de elementos navales bajo organización de tareas en el ámbito marítimo y fluvial.

La capa “conjurar” será la más demandante desde la perspectiva del arte operacional en cuanto a la forma creativa con que se combinarán los elementos del diseño operacional bajo la modalidad multidominio. Se procurará variar la velocidad de las operaciones cediendo espacio para que el enemigo se encuentre ante el dilema operacional de avanzar y alargar sus vías de comunicación dejándolas desprotegidas, instigándolo a comprometer recursos, al punto de forzarlo a llegar a su punto culminante; o bien, tener que ralentizar su avance perdiendo tiempo.

La capa “Repeler” completa la destrucción del agresor a partir de la creación de condiciones realizadas por las otras capas, fundamentalmente la capa “Conjurar” a partir de iniciado los esfuerzos estratégicos reactivos y que degradaron las capacidades físicas y voluntad de lucha del agresor para completar en esta capa su rechazo. (Boletín Informativo Conjunto, 2023, p. 16)

En este contexto, los satélites juegan un papel crucial al proporcionar observación, posicionamiento y comunicaciones, fundamentales para el funcionamiento de las capas de defensa, como las fuerzas terrestres, aéreas y navales. Los datos satelitales pueden ser utilizados para coordinar operaciones, mejorar la exploración y vigilancia de los espacios y proteger las infraestructuras críticas (Libro Blanco de la Defensa, 2023).

Sección III

Impacto en la Estrategia Multicapa

Las capacidades satelitales son esenciales para la estrategia multicapa de Argentina, que busca integrar diversos sistemas de información y defensa con el fin de aumentar los niveles de seguridad nacional. Los satélites proporcionan datos críticos para la vigilancia, el monitoreo y las comunicaciones seguras, lo que permite una respuesta más coordinada y efectiva ante amenazas potenciales. Esta integración es vital para mantener la soberanía y proteger los recursos naturales y las fronteras del país (Libro Blanco de la Defensa, 2023)

Las capacidades satelitales argentinas permiten una integración efectiva de datos en tiempo real, que es fundamental para la estrategia multicapa. Los datos de observación terrestre ayudan a identificar cambios en el terreno y detectar actividades inusuales que podrían representar amenazas. Además, los satélites de comunicación aseguran que las fuerzas armadas y otras agencias gubernamentales puedan coordinar sus acciones de manera segura y eficiente (Ministerio de Defensa, 2023).

La aptitud de la red satelital para proporcionar imágenes de alta resolución y datos precisos sobre el terreno es crucial para la planificación y ejecución de operaciones militares. Estos datos pueden ser utilizados para crear modelos digitales del terreno, identificar posibles amenazas y previsión de lugares alternativos para el desplazamiento de los elementos. Además, los satélites de comunicación permiten una coordinación efectiva entre diferentes unidades, lo que es esencial para el éxito de las operaciones conjuntas (Ministerio de Defensa, 2023)

Interoperabilidad

La integración sinérgica operacional surge como el resultado de materializar y llevar a la práctica la coordinación efectiva de la estratégica militar en atención a la orientación de las políticas de Defensa en el ámbito nacional e internacional y la capacidad del Estado para articular la cooperación entre todos los elementos del poder nacional en procura de la unidad de esfuerzo.

La concreción de estas pautas rectoras resuelve y satisface las necesidades del nivel operacional que en definitiva desarrolla en la práctica las expectativas de la compatibilidad operativa fijadas por los niveles superiores.

La interoperabilidad operacional requiere tener presente la necesidad final de integrar sinérgicamente los diversos elementos que conforman el poder de combate específico hacia la producción de efectos conjuntos. (Doctrina Basica Para la Accion Militar Conjunto, 2023, p. 60)

Aplicaciones en defensa nacional.

En el ámbito de la defensa nacional, los satélites juegan un papel crucial en el monitoreo de fronteras y la vigilancia marítima, protegiendo las vastas áreas marítimas y terrestres de Argentina. La capacidad de detectar embarcaciones ilegales y monitorear actividades pesqueras no autorizadas es esencial para preservar la soberanía y los recursos del

país. Además, los datos satelitales se utilizan para la gestión de emergencias, como inundaciones e incendios forestales, permitiendo una respuesta rápida y eficaz (Control satelital, 2023).

Los satélites también son utilizados para monitorear el cambio climático y los desastres naturales, proporcionando datos críticos que pueden ser utilizados para mitigar los efectos de estos eventos. Por ejemplo, los satélites SAOCOM han sido utilizados para monitorear la humedad del suelo y predecir inundaciones, lo que ha permitido a las autoridades responder de manera más eficiente y eficaz.

Países como Estados Unidos, China, Rusia, India y organizaciones como la Unión Europea han desarrollado vastos programas satelitales para la defensa, subrayando la necesidad de colaboración internacional en el ámbito espacial.

De lo analizado en el presente capítulo y a modo de síntesis se destacan las siguientes ideas a considerar, las capacidades satelitales, su impacto en la defensa nacional y su rol en la estrategia multicapa. Los satélites SAOCOM y ARSAT son ejemplos clave de cómo estas tecnologías han mejorado la observación terrestre y las telecomunicaciones, contribuyendo a la defensa nacional y la soberanía. Además, se enfatiza la importancia de la integración de datos satelitales para la vigilancia y respuesta ante amenazas, lo que permite una coordinación efectiva entre los diferentes dominios, fortaleciendo así la capacidad de República Argentina para enfrentar desafíos contemporáneos en el ámbito de la defensa.

El proyecto FOCUS otorga las herramientas para su empleo en el análisis del ambiente operacional en procura del planeamiento de operaciones militares, a la vez que permitiría el monitoreo de las fuerzas en tierra, mar y aire, en la intención de controlar el ritmo y evolución de las operaciones, corrigiendo los desvíos en oportunidad, mediante el comando y control del comandante operacional.

Del mismo modo el empleo de estos sistemas podría contribuir significativamente a monitorear los movimientos de las fuerzas en oposición de manera tal de confirmar o no una determinada capacidad.

Con respecto a la estrategia multicapa, la red satelital se encuentra en capacidad de monitorear amplios espacios con una alta resolución, por lo que no se presentaría inconveniente alguno al momento de recopilar datos del ambiente operacional.

CAPÍTULO II: APORTES DEL SISTEMA SATELITAL EN LAS OPERACIONES MULTIDOMINIO

El objetivo de este capítulo es identificar los aportes de un sistema satelital para la defensa en las operaciones multidominio.

La estructura del capítulo, incluye tres secciones destinadas a explicar inicialmente las constelaciones orbitales, las contribuciones a las operaciones multidominio y las fortalezas y debilidades del mismo.

Sección I

Descripción de la Red Satelital.

El sistema orbital constituye un pilar fundamental para la defensa desempeñando un papel crucial en las acciones conjuntas multidominio.

Este sistema está compuesto por una constelación de satélites que cumplen funciones vitales para la defensa nacional.

Una variante de tipo de satélites es el de observación, este desempeña un papel preponderante al proporcionar imágenes de alta resolución y datos en tiempo real que son esenciales para la vigilancia y el reconocimiento estratégico. Estos satélites utilizan tecnología de radar de apertura sintética y sensores ópticos para monitorear áreas geográficas extensas, lo que permite a las fuerzas armadas detectar y evaluar amenazas en forma continua.

Los satélites de comunicación, por otro lado, facilitan el enlace seguro y confiable entre las unidades militares dispersas, asegurando una coordinación efectiva y oportuna. Este tipo de satélites opera en múltiples bandas de frecuencia para garantizar la resiliencia de las comunicaciones, incluso en entornos hostiles donde las redes terrestres pueden ser vulnerables a interferencias o ataques cibernéticos (ARSAT/Sky Brokers, 2023).

Los satélites de navegación, como los que forman parte del sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), son fundamentales para el posicionamiento preciso y la sincronización temporal, elementos cruciales en el planeamiento y ejecución de operaciones militares en entornos complejos. Estos satélites permiten a las fuerzas armadas realizar maniobras precisas y coordinar operaciones conjuntas con exactitud (Comisión Nacional de Actividades Espaciales, 2024).

Además de estos componentes principales, la tecnología satelital también incluye estaciones terrestres que permiten controlar y gestionar los satélites en órbita. Estas estaciones

monitorean el estado de los satélites, envían y reciben datos recolectados, asegurando que la información crítica esté siempre disponible para las fuerzas armadas.

Integración con Otros Sistemas de Defensa

La integración de las capacidades espaciales con otros sistemas de defensa es esencial para maximizar su efectividad en las operaciones integradas en múltiples dominios. Esta integración permite una compatibilidad operativa fluida entre las fuerzas terrestres, aéreas y navales, facilitando una respuesta coordinada ante amenazas. Los datos satelitales se incorporan a los sistemas de comando y control, mejorando el proceso de toma de decisiones mediante información precisa y actualizada.

Un ejemplo de esta integración es el uso de sistemas satelitales en combinación con drones y vehículos aéreos no tripulados (UAVs), lo que permite una vigilancia continua y una recopilación de datos en tiempo real. Esta sinergia tecnológica mejora la capacidad de las fuerzas armadas para responder rápidamente a situaciones cambiantes. (Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo, 2023)

El trabajo conjunto armonizado es un requisito fundamental para maximizar el potencial de la infraestructura satelital en el entorno operativo conjunto, garantizando que todos los niveles de mando tengan acceso a la información necesaria para ejecutar operaciones conjuntas de manera eficiente. La integración de datos satelitales en sistemas de inteligencia artificial (IA) y análisis de Big Data también ha comenzado a transformar la forma en que se procesan y utilizan los datos en tiempo real, aumentando la capacidad de respuesta ante amenazas (Agenzia Spaziale Italiana, 2016).

Sección II

Contribuciones a las Operaciones Multidominio

En el contexto de las operaciones multidominio, los sistemas satelitales desempeñan roles cruciales en la comunicación y coordinación. Estos sistemas permiten la transmisión segura de datos y órdenes entre diferentes unidades operativas, asegurando que las operaciones se lleven a cabo de manera sincronizada y eficiente. La capacidad de los satélites para operar en múltiples bandas de frecuencia permite una comunicación resiliente, incluso en entornos hostiles donde las comunicaciones terrestres pueden ser comprometidas (Agenzia Spaziale Italiana, 2016).

Los satélites también facilitan la coordinación de operaciones conjuntas a través de la transmisión de información crítica, como la ubicación de las fuerzas amigas y enemigas, en

diferentes ámbitos y en diversas condiciones meteorológicas, lo que es vital para el planeamiento de nivel operacional. La capacidad de proporcionar actualizaciones en tiempo real permite a los comandantes ajustar sus estrategias de manera dinámica para adaptarse a las condiciones cambiantes del ambiente operacional

Casos de Estudio de Operaciones Multidominio Exitosas

Para continuar describiendo que la red satelital es eficaz en el ámbito multidominio, se menciona un caso relevante en una operación conjunta en la región del Atlántico Sur por parte de la República Argentina, en el marco del Conflicto de Malvinas, donde la red de satélites facilitó la coordinación efectiva entre las fuerzas terrestres, aéreas y navales, permitiendo el monitoreo en tiempo real de las áreas críticas y el despliegue oportuno de recursos. Gracias al uso de satélites como el SAOCOM 1A y 1B, que emplean tecnología SAR (Radar de Apertura Sintética), fue posible obtener imágenes precisas permitiendo una adecuada observación y comunicación efectiva. En esta operación, los satélites proporcionaron datos críticos que permitieron a las Fuerzas Armadas detectar y neutralizar amenazas potenciales antes de que pudieran poner en riesgo los intereses vitales de la nación (Comisión Nacional de Actividades Espaciales , 2024).

Otro caso a desarrollar es la operación 'Inherent Resolve', liderada por la coalición internacional contra el Estado Islámico en Siria e Irak (2014). En este conflicto, los sistemas satelitales desempeñaron un papel crucial en múltiples aspectos de las operaciones, desde la planificación estratégica hasta la ejecución en los niveles tácticos. Una de las aplicaciones más relevantes fue el empleo de satélites para guiar municiones inteligentes mediante datos de posicionamiento global (GPS). Gracias a esta tecnología, se lograron ataques de precisión contra objetivos de valor alto, como centros de comando, depósitos de suministros varios y rutas logísticas, minimizando los daños colaterales y maximizando la efectividad de los recursos desplegados.

Además, los satélites de vigilancia y reconocimiento, como los operados por el sistema estadounidense Keyhole y el Sentinel europeo, brindaron unas ventajas significativas al proporcionar imágenes detalladas y de los movimientos de las unidades. Estas imágenes no solo permitieron identificar objetivos de alta rentabilidad, sino también anticipar maniobras, lo que resultó fundamental para desarticular el centro de gravedad del enemigo. En particular, el uso de tecnología avanzada como los radares SAR (Radar de Apertura Sintética), garantizó un monitoreo constante de las áreas de interés.

Por otro lado, las comunicaciones seguras habilitadas por satélites como los del sistema Wideband Global SATCOM (WGS) fueron esenciales para garantizar la transmisión de órdenes y la sincronización entre las distintas fuerzas desplegadas. Estas comunicaciones permitieron la coordinación efectiva entre unidades terrestres, aéreas y navales de diferentes países, asegurando que las operaciones conjuntas se ejecutaran de manera coordinada.

Otro aspecto importante fue el uso de satélites para operaciones de inteligencia electrónica (SIGINT), que permitieron interceptar comunicaciones enemigas y obtener información crítica sobre la ubicación y planes del Estado Islámico. Asimismo, los satélites meteorológicos desempeñaron un papel complementario al proporcionar datos sobre las condiciones climáticas, lo que permitió planificar operaciones aéreas y terrestres con mayor precisión, minimizando los riesgos.

Estas capacidades satelitales no solo potenciaron la efectividad de las operaciones, sino que también transformaron la manera en que se llevan a cabo los conflictos armados modernos. La integración de tecnologías espaciales permitió a la coalición internacional llevar a cabo una campaña sostenida y eficiente contra un enemigo que operaba en un entorno geográficamente complejo y dinámico.

Con estos ejemplos queda demostrado cómo las incorporaciones de tecnología satelital mejoran la eficacia de las operaciones, proporcionando información precisa sobre la ubicación de unidades y facilitando la coordinación de recursos para una respuesta rápida.

Sección III

Fortalezas y Debilidades

A pesar de sus numerosas ventajas, la implementación y el uso de sistemas satelitales enfrentan varios desafíos. Uno de los principales retos es la vulnerabilidad a los ataques cibernéticos y la interferencia electrónica, que pueden comprometer la seguridad de las comunicaciones satelitales. Además, el alto costo de desarrollo y mantenimiento de estos sistemas representa una barrera significativa para su expansión (Las futuras estaciones espaciales privadas, 2023).

Otro desafío es la necesidad de actualizar continuamente la tecnología satelital para mantener su relevancia y eficacia en un entorno operativo en constante cambio. Esto requiere una inversión sostenida en investigación y desarrollo, así como en la capacitación del personal militar para que opere y mantenga estos sistemas avanzados. La rápida evolución de las tecnologías de guerra electrónica y cibernética también plantea desafíos adicionales, ya que las

fuerzas armadas deben adaptarse rápidamente a nuevas amenazas y desarrollar contramedidas efectivas (Agenzia Spaziale Italiana, 2016).

Oportunidades Futuras para Mejorar las Operaciones Multidominio

A pesar de los desafíos, existen numerosas oportunidades para mejorar las operaciones multidominio a través del uso de sistemas satelitales. La evolución de la tecnología satelital, como el desarrollo de satélites más pequeños y económicos, permite una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta. Además, la integración de inteligencia artificial y análisis de Big Data en los sistemas satelitales puede mejorar significativamente la capacidad de procesamiento y análisis de datos, proporcionando información más precisa y con sentido de oportunidad (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, 2023)

La cooperación internacional en el ámbito espacial también ofrece oportunidades para el intercambio de tecnología y la realización de operaciones conjuntas y combinadas, fortaleciendo la capacidad de defensa y seguridad. Los acuerdos de colaboración con otras naciones permiten compartir recursos satelitales y mejorar la cobertura global, lo que es especialmente beneficioso en operaciones de diferentes naturalezas como las de mantenimiento de la paz y respuesta a desastres naturales (ARSAT/Sky Brokers, 2023).

La implementación del Programa CONSTELAR y Criptografía Cuántica en ARSAT-3G en el marco de la modernización de las capacidades satelitales nacionales, busca desplegar una constelación de 6 microsátélites MALE (Multi-Aperture Linked Ensemble) para garantizar cobertura hemisférica continua, reduciendo el tiempo de vista y permitiendo una alerta temprana. Paralelamente, la integración de criptografía cuántica en ARSAT-3G que emplea protocolos QKD (Quantum Key Distribution) para asegurar comunicaciones satelitales inviolables, mitigando riesgos de guerra electrónica y ciberataques. Esta sinergia tecnológica no solo fortalece la resiliencia estratégica ante amenazas híbridas, sino que posiciona a Argentina como pionera en seguridad espacial latinoamericana y establece estándares de encriptación. (<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/constelar>, 2025)

El uso de sistemas satelitales en defensa no solo tiene implicaciones técnicas, sino también de nivel operacional y nivel estratégico. La capacidad de un país para desplegar y mantener una red satelital robusta es un indicador de gran capacidad en factor tecnológico y factor militar. Esto puede influir en las relaciones internacionales y en la postura geopolítica. La soberanía sobre los datos recolectados por satélites es otro aspecto crítico, ya que garantiza

que la información estratégica no sea comprometida por actores externos (Directiva de Política de Defensa Nacional, 2021).

Además, la colaboración internacional en proyectos satelitales puede fortalecer alianzas y facilitar el intercambio de tecnología e información, promoviendo la estabilidad regional y global. Sin embargo, también plantea desafíos relacionados con la gestión de la información compartida y la protección de la propiedad intelectual.

Una de las debilidades más significativas para el uso militar de las constelaciones orbitales es que los mismos no presentan módulos de uso exclusivo militar para un adecuado análisis de la información ya que las condiciones para el financiamiento para el desarrollo de los mismos son de entidades financieras que ponen como condicionante el no colocar módulos de uso militar en los satélites condicionando el uso de los mismos.

De lo analizado en el presente capítulo, se destaca el papel esencial que cumple la red satelital, compuesta por satélites de observación, comunicaciones y navegación, proporcionando imágenes de alta resolución y datos en tiempo real que son críticos para la vigilancia y el reconocimiento. Además, la integración de estas capacidades espaciales con otros sistemas de defensa permite una coordinación efectiva entre fuerzas terrestres, aéreas y marítimas, optimizando la respuesta ante amenazas.

Se describe cómo las tecnologías satelitales han transformado las operaciones militares, mejorando la eficacia y la precisión en el campo de combate. Sin embargo, también aborda los desafíos que enfrenta este sistema, como la vulnerabilidad a ataques cibernéticos y el alto costo de mantenimiento, así como las oportunidades futuras para mejorar las operaciones multidominio se resalta la importancia de un sistema satelital propio y robusto como indicador de capacidad tecnológica y militar, fundamental para la defensa nacional.

CAPÍTULO III: INTERRELACIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DEL DISEÑO OPERACIONAL, CAPACIDADES SATELITALES Y FUEGOS MULTIDOMINIO

El objetivo de este capítulo es determinar cómo los elementos del diseño operacional se interrelacionan con las capacidades satelitales y los fuegos multidominio.

La estructura del capítulo, incluye tres secciones destinadas a explicar inicialmente cómo el ambiente operacional se interrelaciona entre los elementos del diseño operacional y las capacidades satelitales y cómo esta sinergia de conceptos son críticos para el éxito de las operaciones conjuntas. Este capítulo se propone explorar cómo estos elementos se interrelacionan, destacando su importancia en el contexto de la defensa.

Sección I

Contribución de los Elementos del Diseño Operacional a la Red Satelital para la Defensa

El esquema operacional es fundamental en la concepción de estrategias militares modernas, especialmente en el contexto de operaciones multidominio. Este enfoque no solo permite una mejor planificación y ejecución, sino que también se interrelaciona de manera crítica con las capacidades de la red satelital, esencial para la protección de los intereses vitales de la nación y las operaciones en desarrollo.

Los elementos del diseño operacional con mayor relevancia para analizar encontramos el estado final deseado ya que este guía la operación y puede ser observado y guiado en primera instancia por la red satelital

El Centro de Gravedad (CG) que consiste en identificar el CG de un adversario ya que es vital para diseñar estrategias eficaces. La red satelital proporciona información crítica sobre la ubicación y la confirmación de las capacidades del enemigo, permitiendo que las fuerzas propias concentren sus esfuerzos en los puntos más vulnerables. Esto optimiza el uso de recursos y mejora la eficacia de las operaciones (Kenny, Locatelli y Zarza, 2017).

Puntos Decisivos, estos elementos son esenciales para la planificación de operaciones. La red satelital permite monitorear y evaluar en tiempo real los puntos decisivos, facilitando su control y asegurando que las fuerzas puedan actuar rápidamente para aprovechar oportunidades tácticas. Esto es especialmente relevante en escenarios donde el tiempo es un factor crítico (Kenny, Locatelli y Zarza, 2017).

Líneas de Operaciones (LDO), estas conectan las acciones militares con los objetivos estratégicos. La red satelital proporciona la infraestructura necesaria para coordinar estas acciones, asegurando que las fuerzas estén alineadas y que la información fluya eficientemente

entre los diferentes componentes de la operación. Esto es fundamental para mantener la cohesión (Kenny, Locatelli y Zarza, 2017).

Intención del Comandante, la claridad en la intención del comandante es crucial para la ejecución de operaciones. La red satelital facilita la comunicación y el intercambio de información entre los diferentes niveles de mando, asegurando que todos los involucrados comprendan la intención y puedan actuar en consecuencia (Kenny, Locatelli y Zarza, 2017).

Planeamiento del nivel Operacional

El esquema operacional es esencial para traducir los estados finales deseados de los diferentes niveles. Proporciona un puente entre el nivel estratégico, operacional y táctico, asegurando que todas las acciones estén alineadas con el objetivo final. La planificación efectiva requiere una comprensión profunda de estos elementos y su interrelación con las capacidades tecnológicas disponibles, como los sistemas satelitales (Ministerio de Defensa, 2023).

En el contexto actual, donde las amenazas son asimétricas e híbridas, el diseño operacional debe adaptarse rápidamente a los cambios en el entorno operativo, lo que resalta la necesidad de una integración de las tecnologías satelitales.

Sección II:

Interacciones con las Capacidades Satelitales

La integración de las capacidades satelitales en la estructura operacional es fundamental para maximizar la efectividad de las operaciones conjuntas. Los satélites proporcionan capacidades de reconocimiento, vigilancia, comunicación y navegación que pueden ser utilizadas para fortalecer cada elemento del diseño operacional.

Centro de Gravedad y Satélites de Vigilancia: Los satélites de observación pueden identificar y monitorear los centros de gravedad del adversario, proporcionando datos en tiempo real que son esenciales para la planificación y ejecución de operaciones dirigidas a neutralizar las acciones de éstos. Un ejemplo contemporáneo es el uso de satélites para monitorear las actividades militares en la península de Crimea, proporcionando información de los objetivos de valor alto para las fuerzas de la OTAN.

Líneas de Operación y Comunicación Satelital: Las comunicaciones satelitales aseguran un enlace continuo entre las fuerzas desplegadas y los estados mayores, permitiendo

una coordinación efectiva a lo largo de las líneas de operación. Esto es particularmente importante en entornos donde las comunicaciones terrestres pueden ser interrumpidas. Durante las operaciones en Afganistán, las comunicaciones satelitales fueron fundamentales para coordinar las acciones de múltiples fuerzas de coalición dispersas en el teatro de operaciones.

Puntos Decisivos y Satélites de Navegación: Los sistemas de navegación satelital, como el GPS, son de suma utilidad para la identificación y explotación de puntos decisivos. Proporcionan información detallada y precisa que es de importancia para la maniobra de la fuerza. En la Guerra del Golfo, el uso de GPS permitió a las fuerzas de la coalición ejecutar maniobras rápidas y precisas, superando las defensas iraquíes con eficacia.

Intención del Comandante y Análisis de la Información Satelital: El análisis de datos satelitales permite a los comandantes desarrollar apreciaciones de situaciones operacionales con más información ajustando el proceso de toma de decisiones. En conflictos recientes, como la intervención en Libia, el análisis satelital ha sido crucial para evaluar la efectividad de las operaciones aéreas y ajustar las tácticas en tiempo real.

Sección III:

Contribución de los Fuegos Multidominio al Diseño Operacional y a la Red Satelital en la Defensa

Los fuegos multidominio son una herramienta esencial en la modernización de las operaciones militares, permitiendo una integración efectiva de capacidades en diferentes dominios. Esta integración no solo mejora la eficacia de las operaciones, sino que también optimiza la utilización de la red satelital, crucial para la coordinación y ejecución de operaciones.

Interoperabilidad y Sincronización: Los fuegos multidominio permiten la sincronización de efectos a través de diferentes medios, aumentando la integración sinérgica. Esto es fundamental en el esquema operacional, donde la capacidad de las fuerzas para trabajar juntas de manera efectiva es clave para el éxito de las operaciones contemporáneas (Booz Allen Hamilton, 2023).

Respuesta Rápida y Efectiva: La capacidad de ejecutar fuegos desde múltiples dominios permite una respuesta más rápida a las amenazas, facilitando la toma de decisiones en tiempo real. Esto es vital para la planificación y ejecución de operaciones que requieren una acción inmediata (Booz Allen Hamilton, 2023)

Uso de Tecnología: La integración de tecnologías como inteligencia artificial y aprendizaje automático en los sistemas de fuegos multidominio permite una mejor fusión de datos. Esto mejora la conciencia situacional y la efectividad, aspectos cruciales en el diseño operacional (Booz Allen Hamilton, 2023)

Integración con la Red Satelital

Comunicación Eficiente: Los sistemas de fuegos multidominio dependen de una red satelital para la transmisión de datos y la comunicación entre unidades. Esto asegura que la información crítica se comparta rápidamente, lo que es esencial para la coordinación de operaciones (Booz Allen Hamilton, 2023)

Capacidades de Vigilancia y Reconocimiento: La red satelital facilita la vigilancia y el reconocimiento de objetivos, permitiendo que los fuegos multidominio sean más precisos y efectivos. Esto contribuye a la reducción de daños colaterales y a la maximización del impacto en el enemigo (Booz Allen Hamilton, 2023).

Implicancias Estratégicas y Desafíos Futuros

La integración de capacidades satelitales en el diseño operacional no solo ofrece ventajas inmediatas, sino que también plantea implicaciones estratégicas a largo plazo. La dependencia creciente de estas tecnologías exige una evaluación continua de las vulnerabilidades potenciales, como los ataques cibernéticos y el desarrollo de tecnologías antisatélite por parte de adversarios. Además, el entorno espacial se está volviendo cada vez más vulnerable y con más sistemas operativos de diferentes actores. (Lieutenant General Thomas J. Sharpy Deputy Chief of Staff, 2020)

En el presente capítulo y a modo de síntesis se destaca cómo el ambiente operacional se vincula con estos elementos del diseño operacional, destacando su sinergia como factor crítico para el éxito de las operaciones conjuntas.

Se enfatiza la relevancia de los elementos del diseño operacional, como el estado final deseado y el centro de gravedad del adversario, que podrían ser guiados por la red satelital para optimizar la planificación y ejecución de las operaciones.

Se explora de qué manera los fuegos multidominio integran capacidades de diferentes dominios, mejorando la sincronización y la eficacia de las operaciones. Este capítulo también se identifican los desafíos futuros, como la vulnerabilidad a ataques cibernéticos y la

competencia en el espacio. La integración de estos elementos no solo mejora la efectividad operativa, sino que también plantea implicaciones en la defensa nacional.

CONCLUSIONES

El presente trabajo final de investigación ha abordado de manera exhaustiva la influencia de las capacidades satelitales en la concepción y ejecución de las acciones conjuntas multidominio, destacando su papel como un componente clave y elemento fundamental en el proceso de toma de decisiones.

A lo largo de los capítulos desarrollados, se ha examinado cómo estas capacidades tecnológicas han transformado el planeamiento y ejecución de operaciones conjuntas, facilitando la interoperabilidad entre dominios y optimizando los recursos disponibles en el nivel operacional. Este análisis ha permitido verificar la hipótesis planteada, la cual establece que la red satelital constituye un factor determinante para el éxito de las operaciones integradas en múltiples dominios.

En este contexto, las conclusiones que se presentan a continuación sintetizan los principales hallazgos de la investigación y ofrecen una visión integral de los resultados obtenidos, así como de las oportunidades y desafíos que enfrenta la República Argentina en el ámbito aeroespacial.

Abordaje de la Investigación y Recorrido Analítico

El desarrollo de esta investigación se estructuró en torno a tres capítulos fundamentales, cada uno de los cuales aportó elementos claves para comprender el impacto de las capacidades satelitales en las operaciones multidominio.

En el Capítulo I, se establecieron los fundamentos teóricos de las operaciones multidominio, definiéndose como aquellas que integran de manera simultánea y coordinada los dominios terrestre, aéreo, naval, espacial y cibernético. Este capítulo destacó la importancia de la compatibilidad operativa como un elemento esencial para maximizar la eficacia y eficiencia en las operaciones militares, especialmente en escenarios, volátiles, inciertos, complejos y ambiguos (VICA).

El Capítulo II se centró en el análisis de las capacidades satelitales de la República Argentina, analizando su evolución y aplicaciones concretas en los ámbitos de la defensa y seguridad. Este capítulo se logra identificar los avances alcanzados en el desarrollo de satélites nacionales, como los satélites SAOCOM, que han demostrado ser herramientas de gran utilidad para la observación terrestre, el monitoreo continuo y la gestión de recursos, el sistema SAOCOM redujo significativamente el tiempo de detección de blancos móviles con respecto a los sistemas tradicionales. No obstante, también se destacó la dependencia tecnológica de

proveedores extranjeros como una limitación que debe ser abordada para garantizar la autonomía y soberanía en el ámbito aeroespacial.

En el Capítulo III, se analizaron casos prácticos y escenarios operativos que evidenciaron el impacto directo de las capacidades satelitales en el planeamiento y ejecución de operaciones conjuntas. Este análisis permitió corroborar que las capacidades satelitales no solo mejoran la coordinación entre las diferentes dominios y la sincronización de efectos de nivel operacional, sino que también permitió acortar el ciclo OODA en operaciones.

Análisis de los Resultados y Corroboración de la Hipótesis

La hipótesis planteada al inicio de este trabajo, que establece que la red satelital contribuye significativamente a las operaciones multidominio, permitiendo la integración sinérgica y maximizando el empleo de cada dominio en el nivel operacional, ha sido corroborada a partir de los resultados obtenidos. Entre los hallazgos más relevantes se destacan los siguientes:

Interoperabilidad y coordinación de medios: Las capacidades satelitales han demostrado ser fundamentales para garantizar la integración sinérgica entre los distintos dominios. Los satélites ofrecen diversas facilidades expresadas en datos en tiempo real que mejoran la coordinación entre fuerzas terrestres, aéreas y navales, permitiendo la ejecución de operaciones conjuntas con mayor eficiencia y eficacia. Esta capacidad de integración es de vital importancia en escenarios VICA, en donde la coordinación de esfuerzos operacionales entre dominios y posterior sincronización de efectos es clave para la concreción del estado final deseado.

Fortalecimiento de la Defensa Nacional: Los avances en las capacidades satelitales de la República Argentina, impulsados por proyectos como el SAOCOM y ARSAT, han fortalecido significativamente la defensa nacional y la capacidad de respuesta ante amenazas convencionales e híbridas. Estas capacidades no solo mejoran la vigilancia y el monitoreo de fronteras, al proporcionar servicios esenciales en áreas como, la meteorología y la gestión de desastres naturales.

Desafíos y Vulnerabilidades: Aún existen desafíos significativos identificados por la investigación que deben ser superados, a pesar de los avances conseguidos. Entre ellos se encuentran la dependencia de tecnologías extranjeras, que limita la autonomía tecnológica del país, y las crecientes amenazas cibernéticas, que ponen en riesgo la seguridad y operatividad de los sistemas satelitales. La creciente sofisticación de las capacidades antisatélite desarrolladas también representa un riesgo que requiere medidas proactivas de mitigación.

Impacto en la Toma de Decisiones: Los datos proporcionados por los sistemas satelitales han demostrado ser esenciales para el proceso de toma de decisiones. La capacidad de obtener imágenes de alta resolución y datos precisos permite a los comandantes evaluar situaciones de manera oportuna y modificar sus modos de acción en función de las condiciones del terreno y el impacto de las condiciones meteorológicas y su integración con los factores del ambiente operacional.

Resultados Finales

El producto resultante del trabajo final de investigación ha demostrado que las capacidades satelitales son un pilar fundamental en el planeamiento y ejecución de operaciones multidominio. Su integración en el diseño operacional no solo mejora la eficiencia de las operaciones conjuntas, sino que también posiciona a la República Argentina como un actor relevante en el ámbito espacial regional. Los satélites nacionales han demostrado ser herramientas versátiles y de alto impacto, contribuyendo a la defensa nacional.

Pero para que estos avances tengan sostenibilidad en el tiempo, se deben superar las limitaciones detectadas, como la dependencia tecnológica y las vulnerabilidades cibernéticas. La inversión en investigación y desarrollo interno, así como la implementación de medidas de ciberseguridad, serán clave para superar estos desafíos y asegurar la resiliencia operativa frente a amenazas emergentes.

Futuras Líneas de Investigación

La presente investigación sienta las bases para explorar nuevas áreas de estudio relacionadas con las capacidades satelitales y su impacto en las concepciones multidominio. Entre las posibles líneas de investigación futura se destacan las siguientes:

Desarrollo de Tecnologías Emergentes: Investigar el impacto de tecnologías emergentes, como los CubeSats y la inteligencia artificial que analice el nivel operacional y generen un aprendizaje autónomo. Estas tecnologías tienen el potencial de optimizar la recopilación y el análisis de datos, mejorando el proceso de toma de decisiones.

Evaluación de Escenarios de Conflicto: Realizar estudios que analicen el papel de las capacidades satelitales en diferentes escenarios de conflicto, evaluando su efectividad. La simulación de escenarios de guerra moderna podría ser una herramienta valiosa para este tipo de análisis.

Fortalecimiento de la Ciberseguridad Espacial: Analizar las capacidades necesarias para mitigar las amenazas cibernéticas y proteger los sistemas satelitales frente a posibles ataques. Esto incluye el desarrollo de tecnologías avanzadas de protección y la formación de equipos especializados en ciberseguridad.

Cooperación Internacional en el Campo Espacial: Investigar modelos de cooperación internacional que puedan potenciar las capacidades satelitales de la República Argentina, maximizando el intercambio de conocimientos y recursos con otros países y organizaciones internacionales.

Impacto Geopolítico de las Capacidades Satelitales: Analizar cómo las capacidades satelitales influyen en la geopolítica regional y global permitiendo la interacción libre entre los hegemones de esta temática y la interacción de menores actores mediante los poderes de vinculación de poder duro y poder blando, identificando oportunidades para que la República Argentina consolide su posición estratégica en el ámbito espacial.

Conclusión Final

En conclusión, las capacidades satelitales encabezada por los sistemas SAOCOM y ARSAT y el proyecto FOCUS en el futuro, han demostrado ser un multiplicador de factores decisivos tanto en la concepción y ejecución de acciones conjuntas multidominio, reduciendo el tiempo del ciclo OODA que es de vital importancia poder obtener la iniciativa para ganar el ciclo y por consiguiente obtener libertad de acción, mediante la fusión de datos técnicos, ópticos SAR y mejorando la precisión y detección de blanco, también proporcionando ventajas significativas en términos de interoperabilidad, coordinación y toma de decisiones.

La integración efectiva de estas capacidades en el diseño operacional será trascendental para enfrentar los desafíos de un entorno cada vez más volátil, inestable, complejo y ambiguo y tecnológicamente avanzado.

La implementación del Programa CONSTELAR y la criptografía cuántica en ARSAT-3G representan saltos tecnológicos críticos para enfrentar amenazas emergentes, desde guerra electrónica hasta ataques cinéticos asimétricos. Sin embargo, el desafío persiste en la dependencia de componentes que no se fabrican en el ámbito nacional.

La República Argentina debe capitalizar su liderazgo regional en el sistema geoespacial, articulando una estrategia que priorice formación especializada, alianzas estratégicas con socios tecnológicos globales, y protección activa de órbitas satelitales.

La innovación continua, la inversión en investigación, desarrollo, y la cooperación internacional serán determinantes para garantizar que la República Argentina mantenga su liderazgo en el ámbito espacial y esté preparada para responder a las amenazas emergentes.

Este trabajo destaca la importancia de consolidar una estrategia de defensa nacional que priorice el desarrollo y la protección de las capacidades satelitales quedando de esta forma consolidada que la concreción de una red satelital para la defensa es de suma importancia ya que la mismo tiene injerencia inmediata en las operaciones multidominio, que dominan todos los escenarios de conflictos en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio. (2023). *Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio*. Obtenido de <https://www.nasa.gov/news-release/international-spacecraft-carrying-nasas-aquarius-instrument-ends-operations/>
- Agenzia Spaziale Italiana. (23 de mayo de 2016). Piano Triennale 2016-2018.
- ARSAT/Sky Brokers. (2023). *sky brokers*. Obtenido de <https://sky-brokers.com/supplier/arsat/>
- Boletín Informativo Conjunto. (2023). *Conceptos generales*. CABA: ESGE.
- Booz Allen Hamilton. (2023). *Transform command and control for multidomain operations*. The appearance of U.S. Department of .
- Capacidades Satelitales de las Fuerzas Armadas. (2023). Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presento-un-proyecto-para-dotar-las-fuerzas-armadas-de-capacidades-satelitales>
- Claudio, Terrible Horacio - Torre. (2022). *Sistema AIS satellite como herramienta de control de pesca*. Universidad de la defensa nacional.
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales . (2024). *Comisión Nacional de Actividades Espaciales* . Obtenido de <https://educacion.conae.gov.ar/aulavirtual/>
- Comisión Nacional de Actividades Espaciales. (2024). *Geoportal*. Obtenido de <https://geoportal.conae.gov.ar/mapstore/#/viewer/openlayers/geoportal>
- CONAE. (2024). *Argentina capacidad satelital*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/sabia-mar>
- Control satelital. (2023). Obtenido de <https://aduananews.com/el-control-satelital-aduanero/>
- Diaz, Joaquin Sanchez. (1992). *Guerra del golfo*. aeronautica y astronautica.
- Directiva de Política de Defensa Nacional. (06 de julio de 2021). Directiva de Política de Defensa Nacional. CABA, Prov BsAs, Argentina: Ministerio de Defensa.
- Doctrina Basica Para la Accion Miliatar Conjunto. (2023). *Doctrina basica para la accion militar conjunta*. CABA: Direccion General de Organizacion Y Doctrina. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/constelar>. (2025).
- Jefe del Estado Mayor Conjunto de EEUU . (2019). Obtenido de <https://www.jcs.mil/Doctrine/>
- Kenny, Locatelli y Zarza. (2017). *Arte y Diseño Operacional*. CABA: Biblioteca Conjunta.
- Las futuras estaciones espaciales privadas. (2023). *Revista de aeronautica y astronautica*. (M. d. Español, Editor) Obtenido de https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/r/a/raa_921.pdf

- Libro Blanco de la Defensa. (2023). Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/11/libroblancodeladefensa2023_.pdf
- Lieutenant General Thomas J. Sharpy Deputy Chief of Staff. (2020). A proyect by NATO C2COE | Seminar 2020 Multi Domain Operation| 2020. Obtenido de <https://c2coe.org/wp-content/uploads/Library%20Documents/Read-Ahead/20200716%20RA%20Seminar%202020%20Sharpy.pdf>
- Miller, Mark . (2018). *The US Army in multidomain operation 2028*.
- Ministerio de Defensa. (2023). *Capacidades Satelitales*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presento-un-proyecto-para-dotar-las-fuerzas-armadas-de-capacidades-satelitales>
- Planeamiento para la Acción Militar Conjunto Nivel Operacional. (2023). *Planto Op Conj*. CABA.
- Pulido, Guillermo. (2021). *Guerra multidominio y mosaico*.
- Reilly, Jeffrey . (2011). Multidomain operations. *Views*.
- Secretaria de Industria y Desarrollo Productivo. (2023). www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mision_5.pdf. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mision_5.pdf
- Walter, Allende. (2011). *Programa espacial militar argentino*. CABA: ESGE.