



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TEMA:

**COMANDO Y CONTROL DE MEDIOS DE OBTENCIÓN EN UN ÁREA DE
RESPONSABILIDAD**

TÍTULO:

**DESAFÍO PARA UNA MEJOR INTEGRACIÓN, DE UN SISTEMA DE
COMANDO Y CONTROL, PARA ASEGURAR EL DOMINIO AEROESPACIAL**

AUTOR: Mayor (FAA) Sebastián BRIZIO

TUTOR: Coronel Mario ALFONSO

Año 2023

RESUMEN

El Sistema de Comando y Control hace que las operaciones militares dentro de un área de responsabilidad, se desarrollen con seguridad y rapidez basándose en el uso de la información brindada por los diferentes medios de obtención de cada componente, dentro de la zona que se les asigna la misión.

En el ámbito militar, las comunicaciones de cada Fuerza Armada están estructuradas de manera tal que al operar en forma independiente no presentan inconvenientes cuando se comunican. En el plano de un área de responsabilidad conjunto, donde las Fuerzas Armadas deben operar en forma interrelacionada, las comunicaciones para el pasaje de información se vuelven complejas y comienzan los inconvenientes de interoperabilidad. Estos medios, sensores y equipos que brindan y canalizan los datos obtenidos, requieren de una arquitectura del flujo de información que permita un funcionamiento eficaz.

En este sentido, el propósito de la investigación nos abre el siguiente interrogante: ¿Cuáles son los desafíos para montar un adecuado Sistema de Información suficientemente sólido como para asegurarnos, con alta probabilidad, que las decisiones que tome el Comandante de la misión dentro del área de responsabilidad serán siempre correctas y oportunas?

Para ello debemos identificar el valor que la Seguridad Aeroespacial precisa de un Sistema de Comando y Control Aéreo como Sistema Integrado al planeamiento y ejecución de las operaciones, interconectando todos los elementos que proporcionan e intercambian información ayudando a la toma de decisiones en un área de responsabilidad para que el comandante de misión efectúe la toma de decisiones con el menor grado de incertidumbre y con la mayor rapidez posible, desde el punto de vista estratégico, es preciso la centralización de la información para anticiparse al adversario, venciendo en oportunidad y celeridad en el proceso de las decisiones propio y necesario para la conducción de los medios y recursos militares.

Palabras claves

Comando y Control - Centralización - Información - Decisiones - Interoperabilidad.

Tabla de contenido

RESUMEN	2
Palabras claves	2
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I	12
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMANDO Y CONTROL	12
La Vigilancia y Control Aeroespacial	12
El Centro de Operaciones Aeroespaciales	15
El espacio y el tiempo	16
CAPITULO II	18
EL SISTEMA DE INFORMACIÓN	18
La integración y la visión holística	18
El procesamiento de los datos e información	19
La fusión e integración en un Sistema de Comando y Control	20
CAPITULO III	24
SENSORES QUE EVOLUCIONAN EL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AEROESPACIAL	24
La tecnología de los sensores.....	24
Aeronaves no tripuladas.....	25
Desarrollos en la República Argentina	27
La legislación	27
Las Fuerzas Armadas con capacidades satelitales	28
Los usos y capacidades al Instrumento Militar Argentino.....	29
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	34

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el empleo del poder aéreo se ha visto inmerso en escenarios cada vez más complejos, donde los Sistemas de Comando y Control (C2) asumen el gobierno de los sistemas aéreos y de superficie, con sus redes de ordenadores y comunicaciones que posibilitan la adopción y transmisión de las decisiones del Comandante con gran rapidez y en tiempo prácticamente real, fundamental en la arquitectura de la defensa.

Los modernos Centros de Control apoyados por las redes de informática, aportan numerosos datos que pueden ser velozmente procesados y en fracciones de tiempo le presentan al Comandante una visión global de la situación en el área de responsabilidad para ejercitar el correcto mando y control de los medios y asegurar un resultado positivo en relación costo-eficacia. (Romero, 1997)

La dirección y control eficiente de las fuerzas puestas a disposición de un Comandante es el factor que decide la victoria o la derrota; por eso es fundamental que conozca en forma permanente y confiable, la situación y los condicionantes a los cuales se hallan sometidas las fuerzas. Dentro de ese marco, las acciones militares tienen que ser producto de una evaluación certera apoyada en las capacidades y situación del adversario. Para lograr esto, se requiere de un elaborado y complejo sistema de sensores, comunicaciones y elementos de apoyo que faciliten el funcionamiento de un centro de mando. Este centro de mando permite al Comandante comunicar sus órdenes a las unidades dependientes y obtener una apropiada retroalimentación informativa.

Una estructura C2, está enlazada por una compleja red de comunicaciones que se extiende hasta la totalidad de los comandos militares significativos y a todas las agencias civiles nacionales. Las funciones de mando y control son actividades realizadas por personal militar y a veces civiles, equipos y procedimientos que están bajo la supervisión del Jefe responsable del planeamiento, dirección, coordinación y control de las fuerzas y operaciones destinadas a cumplir una misión (Romero, 1997).

En ese marco, las actividades de Inteligencia se relacionan con la obtención, análisis, evaluación y divulgación de las informaciones vinculadas con el incursor, de necesidades mediata o inmediata para el planeamiento y ejecución de las operaciones

militares. Para que toda la estructura funcione adecuadamente, las comunicaciones se constituyen en el subsistema vital. En definitiva, el sistema es un conjunto de recursos intelectuales que en armonía con medios materiales permita a un Comandante asegurar la convergencia y coordinación de los esfuerzos para ejecutar maniobras. La integración con abundantes recursos informáticos ha posibilitado diseñar la arquitectura de los actuales sistemas C2 y bien puede decirse que es uno de los más importantes en la conducción operacional (Romero, 1997).

Tener acceso inmediato a la información actualizada es esencial para el C2 efectivo de las fuerzas subordinadas. La buena operación de la función de comunicaciones es clave para garantizar que el Comandante tenga acceso a la mejor y más fresca información en todo momento. Presentar los datos de forma clara y precisa es crucial para una buena toma de decisiones en el manejo y supervisión de una fuerza dispersa con recursos también dispersos. La función de Inteligencia puede ayudar en la presentación de estos datos. Para manejar y supervisar eficazmente una fuerza dispersa con recursos dispersos, se puede utilizar el sistema C3I, que combina el Comando, Control, Comunicaciones e Informática.

En función de las consideraciones anteriores podemos emitir una primera recomendación: diseñar un modelo para administrar las operaciones, que involucre todas las funciones utilizadas y proporcione una referencia de la situación del medio y del ámbito estratégico o zona de operaciones. Además, el uso de una red de sensores sofisticados para captar la situación y producir datos sobre las fuerzas propias y posibles movimientos del enemigo. Estos datos se procesan para transformarlos en un producto que proporciona una visión actualizada de la zona de operaciones o área de responsabilidad y cómo ha evolucionado en el pasado reciente. Esto implicará la integración de las funciones, un proceso de retroalimentación y las acciones en tiempo prácticamente real son esenciales para una gestión eficaz de las operaciones.

En la actualidad, con la evolución tecnológica, ya no son aceptables las actividades aisladas con diversas unidades, ni la información secuencial dispersa y sin coordinar. La capacidad de los medios de transmisión permite la integración de las funciones parciales para adoptar decisiones de manera más completa y amplia. La integración de procesos en sistemas de comunicación ha permitido una reducción significativa en los tiempos de transmisión, recepción y distribución de órdenes. Hoy es

posible concluir este proceso prácticamente en tiempo real, lo que es una respuesta natural a la creciente velocidad de los hechos que ocurren.

Debemos plantearnos que medios tecnológicos ya desarrollados como los futuros proyectos que pueden integrarse al sistema C2 actual de la Fuerza Aérea en el Centro de Información y Control Merlo (CIC Merlo). Esto permitiría proteger de manera más efectiva nuestra soberanía en tiempo de paz o de crisis, garantizando la vigilancia del espacio aéreo y facilitando la toma de decisiones para asegurar el dominio aeroespacial.

En los años 80, Estados Unidos y otros países comenzaron a hablar de la Revolución en Asuntos Militares (RMA), que implicaba el uso de la tecnología para obtener información y poder tomar decisiones en consecuencia. Uno de los avances más significativos en esta época fue el Infrarrojo de Barrido Lineal (IRLS), una tecnología de detección de radiación infrarroja que se utilizó en la fotografía militar y que permitía capturar imágenes térmicas de alta resolución de objetos y personas en la oscuridad y en condiciones climáticas adversas. Sin embargo, pronto evolucionó hacia una matriz de detectores que producían una imagen completa y cubrían también las frecuencias ópticas, lo que permitió la captura de imágenes más detalladas y precisas en una sola toma, lo que mejoró significativamente la eficiencia en la obtención de información.

A partir de principios de los años 90, ya no fue necesario el uso de película y su lento proceso hasta que llegaba a manos del Comandante y su Estado Mayor, lo que permitió una mayor eficiencia en la obtención de información. Además, en los años 80 la digitalización llegó a las comunicaciones, lo que permitió un gran incremento en sus capacidades para transmitir información, pasando de los escasos bits de audio de los años 70 a los megas y gigas bits por segundo actuales. Todo esto ha sido fundamental para el desarrollo de la tecnología y las comunicaciones en general (Silva, 2019).

La tecnología también permitió la visualización de imágenes a través de pantallas digitales, lo que reemplazó al lento y dificultoso método de generación de imágenes del tubo de rayos catódicos. Esto permitió que el Comandante y su Estado Mayor, en su Puesto Comando, pudieran ver lo que captaban los sensores en tiempo real, lo que se conoce como Información en tiempo real. Además, en la misma época se desarrolló el Radar de Apertura Sintética (SAR), que fue utilizado por primera vez en la

Guerra del Golfo de 1991, sobre una plataforma aérea. La gran capacidad de este radar era su posibilidad de presentar en tiempo real una imagen de todo lo que se desplazaba en el terreno hasta una distancia de 220 km, mediante la técnica Indicador de Blancos Móviles Terrestres (GMTI). Esto permitió una reacción oportuna en las operaciones militares.

Como podemos apreciar, desde principios de los años 90, los Comandantes y sus Estados Mayores han tenido a su disposición capacidades extraordinarias que les permiten tomar decisiones en tiempo real y, probablemente, más acertadas. Los radares también fueron alcanzados por la revolución tecnológica de los años 80, y tanto sus antenas como el procesamiento de sus señales evolucionaron, lo que se conoce como Antena Activa de Barrido Electrónico (AESA) (Silva, 2019). Como resultado de todos estos avances tecnológicos, la forma de obtener información y tomar decisiones cambió significativamente. Ahora se dispone de una gran cantidad de capacidades que antes no estaban disponibles o eran lentas y engorrosas (Cushman, 1995). Esto ha permitido una toma de decisiones más efectiva y oportuna.

Todas estas nuevas capacidades tecnológicas, transformadas en capacidades operativas, llevaron a replantear la forma de hacer la guerra y de tomar decisiones dentro de un área de responsabilidad (Silva, 2019). En el ámbito de las Fuerzas Armadas (FFAA), el Sistema C2 es fundamental para que las Operaciones Militares dentro de un área de responsabilidad se desarrollen correctamente, con seguridad y rapidez. Este sistema se basa en el uso de las comunicaciones e información. La tecnología ha permitido un salto cualitativo en el uso militar, lo que se ha reflejado en el éxito de las operaciones que se realizan con diferentes medios hacia los vectores incursores. La clave está en el correcto manejo de la información oportuna brindada por los diferentes medios de información de cada sistema de cada fuerza interviniente. Esto ha sido fundamental para mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones militares.

Hoy, la tecnología hace que ninguna fuerza pueda combatir con efectividad sin utilizar el espectro electro-magnético, sea para el C2 para las comunicaciones entre unidades y subunidades, la adquisición de blancos, o en la aplicación en los sistemas de armas y en la inteligencia. Por ello, al margen del nivel de las operaciones, el control del ambiente electromagnético es muy importante para el éxito de las operaciones aéreas.

Los esfuerzos que realizan las FF.AA. en el ambiente electromagnético tienen como objetivo el control de ciertas partes del espectro, a fin de negar el uso al enemigo y asegurarlo para las fuerzas propias y amigas (Resolución N° 206/2007).

La concepción actual de la guerra obliga a que la capacidad de control del espectro electromagnético sea parte integral y bien planeada de las capacidades de los sistemas y de la doctrina y que los sistemas C2 requieren un planeamiento y una conducción centralizada de las actividades (Mochón, 2021). La complejidad y capacidad de los sistemas de armas y medios se han incrementado, lo que hace que las FF.AA dependan cada vez más de un sistema C2 rápido y preciso. Esto obliga a que el ambiente requiera un enlace muy estrecho y confiable entre las fuerzas para garantizar la coordinación adecuada.

El Comandante del C2 del Componente Aéreo tiene que emplear técnicas que tienen que ser efectivas sólo durante una ventana de tiempo relativamente pequeña, ya que vectores no identificados entran y salen rápidamente del sector de responsabilidad, por lo que el guiado de las aeronaves propias tiene que ser efectivo por ese corto período, lo que representa un gran desafío. Además, la integración del C2 a nivel de las Fuerzas Conjuntas es un problema difícil y que impone un gran desafío debido a la necesidad de coordinación entre las fuerzas y la diferencia de tiempo en el ciclo de decisión terrestre y aéreo. Sin embargo, se destaca la importancia de seguir trabajando en la integración del C2 a nivel de las Fuerzas Conjuntas para mejorar la coordinación entre las fuerzas y garantizar el éxito en las operaciones militares.

Actualmente se cuenta con un cúmulo de información en el C2, que permite asumir ciertas apreciaciones, algunas de las cuales pueden ser intuiciones, mientras que otras son explícitas y basadas en datos concretos. Sin embargo, es necesario reconocer que algunas apreciaciones pueden estar basadas en intuiciones o suposiciones, por lo que es fundamental contar con una continua recopilación y análisis de datos para respaldar y validar estas apreciaciones.

Un blanco potencial tiene que ser detectado, localizado e identificado, para luego asignarle una prioridad en relación con otras actividades (Clementz, 2003), las órdenes que dirigen la ejecución de la acción deben ser transmitida a los participantes y afectados, y las tareas que implica deben ser coordinadas y controladas. Finalmente, el

resultado de la misión debe ser evaluado y se debe tomar una decisión sobre el aprovechamiento de sus efectos. Este proceso tiene lugar dentro de una estructura determinada, y dicha estructura puede influir en la ejecución del proceso. Cabe destacar que estas operaciones pueden ser conducidas en ambientes climáticos y geográficos muy diferentes.

Cada uno de los sistemas recolecta información que es importante no solo para quien la obtiene, sino también para cada uno de los otros involucrados en la operación. Existe una tendencia a recolectar información de todas las fuentes disponibles y fusionarla a través de un proceso de síntesis para obtener una imagen coherente de las operaciones dentro del área de responsabilidad. Una vez que se ha ensamblado la imagen, se distribuye según a quién interese. Además, es fundamental contar con mecanismos adecuados de distribución de la información para garantizar que llegue a quienes la necesitan en el momento adecuado.

La transmisión de información en tiempo real, a través de sensores ubicados en diferentes plataformas, tierra, aire, mar y espacio, permiten el control de la soberanía de forma permanente. El empleo de estas tecnologías genera un impacto directo para los intereses de la Nación. El eje de estudio de este trabajo es evaluar la factibilidad que nos otorgaría la integración de estos medios modernos de información, en las operaciones aeroespaciales para el C2 en los diferentes escenarios, brindando al Comandante una visión real de la situación en que se desarrollan las misiones para tomar decisiones rápidas y acertadas.

A partir de lo enunciado se plantea el siguiente interrogante: ¿Cuáles son los desafíos tecnológicos que permitirán la obtención de información para ejercer el C2 en el dominio aeroespacial?

En este trabajo de investigación se considerará la totalidad de la República Argentina, con respecto al espacio aéreo, ya que es un área estratégica de gran importancia, la integración e interoperabilidad con los otros sistemas con los cuales debería interactuar, como así también referido a las características del flujo de la información y los procesos que deben ejecutarse para su análisis y posterior adopción de resoluciones. Nos limitaremos a los desafíos y ventajas que se presentarían con la implementación de nuevas tecnologías si logramos montar un adecuado Sistema de

Información dentro de un Centro de Información y Control Aeroespacial (CIC), donde se desarrollan Operaciones de Vigilancia, Control e Interceptación de vectores dentro de un área de responsabilidad, sin considerar aspectos económicos y técnicos.

El presente estudio nos permite actualizar la problemática estratégica de la seguridad nacional y la defensa de la soberanía en Argentina, y analizar la política de defensa en este contexto. Además, se contrastará la visión de los diferentes actores involucrados en el tema para llegar a un consenso sobre las percepciones de las amenazas en las diferentes zonas de responsabilidad. Asimismo, se busca identificar la correlación existente entre las percepciones sobre la cooperación local y el sistema de seguridad.

Para dar respuesta al interrogante inicial se estableció un objetivo general que busca analizar el potencial tecnológico del uso de la información en las operaciones aeroespaciales y su aplicación en el C2 en el dominio aeroespacial. Para ello se trazaron tres objetivos específicos, el primero relacionado a identificar los conflictos de las comunicaciones de las diferentes agencias y sistemas de información, el segundo evaluar la viabilidad de la incorporación de nuevos sistemas y la correspondiente interoperabilidad de los sensores dentro de la zona asignada, tanto desde el punto de vista técnico como desde el estratégico y finalmente analizar el sistema de Información, de las FFAA para brindar una red eficiente de vigilancia y reconocimiento del aerospacio, donde las nuevas tecnologías sirvan para brindar información oportuna de la situación desarrollada por cada elemento.

La conjetura que guía la investigación sostiene que los cambios en los sectores de responsabilidad y los avances en el ámbito científico – militar se centran en el manejo de la información y están relacionados con la necesidad de mejorar las comunicaciones de amplio espectro. Esto implica que la investigación se enfoca en comprender como la tecnología y la estrategia de comunicación está evolucionando en estos sectores.

Para la elaboración del presente trabajo, se propone realizar un análisis descriptivo y sincrónico, que se combinarán con la búsqueda de datos secundarios a través de procedimientos bibliográficos con los del tipo de campo (conferencias especializadas), analizar las principales teorías sobre los modelos de Centros de

Información y Control, adquiriendo particular valor los Libros Blancos de Defensa y publicaciones especializadas en políticas de defensa de los Estados, Reglamentos doctrinarios, entrevistas informales a especialistas en temas de seguridad e inteligencia, publicaciones periodísticas y artículos en Internet relacionadas con la implementación de nuevas tecnologías de información en el aeroespacio sobre nuestro territorio.

Conforme con los objetivos de la investigación, el trabajo está estructurado de la siguiente manera: en el primer capítulo se analiza el Sistema de Comando y Control, en el segundo capítulo se evalúa la necesidad de fusión e integración en un Sistema de Información y un último capítulo referente a la evolución e importancia de los sensores que evolucionan el Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial para un Comando y Control en los próximos años y su papel dentro de la Estrategia de la Seguridad Aeroespacial Nacional. Para terminar, se presentan las conclusiones sobre los objetivos dando respuesta al interrogante de esta investigación.

CAPITULO I

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMANDO Y CONTROL

La Vigilancia y Control Aeroespacial

Un Sistema C2 es fundamental para la planificación y ejecución de operaciones militares exitosas. Estos sistemas se basan en una estructura organizativa y tecnológica que permite a los líderes militares tomar decisiones efectivas, coordinar las acciones de las FFAA y controlar las operaciones en un área asignada. Los componentes tecnológicos y procesos utilizados en estos sistemas pueden variar, pero su importancia para el éxito de las misiones militares es innegable.

Este sistema se organiza jerárquicamente en diferentes niveles de mando y control, que pueden incluir niveles estratégicos, operacionales y tácticos. En el centro de este sistema se encuentra el Centro de Mando, que puede ser un lugar físico o virtual donde los líderes militares se reúnen para supervisar y tomar decisiones. Este centro está equipado con tecnología de comunicación y sistemas de visualización de datos para proporcionar información en tiempo real, lo que permite a los líderes tomar decisiones rápidas y efectivas.

El Centro de Mando recopila datos de diversas fuentes para procesarlos rápidamente y proporcionar una imagen completa y actualizada de la situación. Algunas de las fuentes de información más comunes son los sistemas de vigilancia aérea y terrestre, redes de comunicación y tecnología, informes de inteligencia y análisis, información proporcionada por otras agencias u organismos involucrados en la operación, información de fuentes abiertas, como medios de comunicación y redes sociales. Estos datos son analizados y procesados para obtener información relevante y actualizada sobre la situación en cuestión. Esta información se utiliza para tomar decisiones informadas y coordinar acciones en el contexto de la operación en curso. Es de destacar que la recopilación y análisis de datos en un Centro de Información de C2 se realiza siempre dentro del marco legal y ético correspondiente.

El Comandante o Jefe de operaciones es el encargado de supervisar y dirigir la operación en cuestión. Los oficiales de enlace y coordinación son responsables de mantener la comunicación con otros organismos o agencias involucrados en la

operación. El personal de Inteligencia y análisis es el encargado de recolectar, analizar y compartir información relevante para la operación. El personal de Logística y apoyo se encarga de proporcionar los recursos necesarios para la operación, como transporte, alojamiento, alimentos, etc.; finalmente, el personal de Comunicaciones y tecnología es responsable de mantener los sistemas de comunicación y tecnología necesarios para la operación, utilizando redes de comunicación segura y confiable para transmitir información entre diferentes unidades y niveles de mando.

Tomar decisiones informadas en tiempo real, es un proceso crítico para los líderes militares, ya que implica evaluar la información disponible, identificar amenazas y oportunidades, y emitir órdenes a las unidades subordinadas seleccionando la mejor opción para alcanzar los objetivos de la operación teniendo en cuenta algunos aspectos claves del proceso de toma de decisiones:

1. Evaluación de la situación: Se recopila y analiza información relevante para la operación, se identifican los riesgos y amenazas, y se evalúan las opciones disponibles.
2. Identificación de objetivos: Se definen claramente los objetivos de la operación y se establecen prioridades.
3. Consulta y coordinación: Se consulta y coordina con otros organismos o agencias involucrados en la operación para asegurar una toma de decisiones informada y coordinada.
4. Análisis de riesgos: Se evalúan los riesgos asociados a cada opción y se selecciona la opción que minimice los riesgos y maximice las oportunidades.
5. Toma de decisiones: Se selecciona la mejor opción para alcanzar los objetivos de la operación, teniendo en cuenta la información disponible, los objetivos establecidos y los riesgos identificados.
6. Implementación: Se implementa la decisión tomada, asegurando que se sigan los procedimientos establecidos y se coordinen las acciones necesarias.
7. Monitoreo y ajuste: Se monitorea el progreso de la operación y se realizan ajustes según sea necesario para garantizar su eficacia.

A través del Decreto PEN N° 1407/2004, se instruye el Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVICA), con el propósito de integrar diferentes medios y procesos que aseguren el gerenciamiento de todas las actividades que se

desarrollan en el aeroespacio argentino y permita el intercambio fluido de información entre diferentes organismos.

La tecnología para la vigilancia y el control aeroespacial ha mejorado significativamente en las últimas décadas. Los radares, sistemas de comunicación y seguimiento de aeronaves, así como los sistemas de gestión del tráfico aéreo son herramientas valiosas para garantizar la seguridad en el espacio aéreo. Es importante destacar que las responsabilidades de vigilancia y control aeroespacial están divididas entre organizaciones civiles y militares, con la autoridad de aviación civil encargada del tráfico aéreo comercial y la gestión del espacio aéreo, mientras que las FFAA se encargan de la Defensa Aeroespacial y la Seguridad Nacional.

Dado que los vuelos a menudo cruzan fronteras, existe una cooperación internacional significativa en la vigilancia y el control aeroespacial, con un acuerdo bilateral o multilateral destinado a coordinar y regular la gestión del tráfico aéreo y la seguridad de la aviación entre naciones.

Los atentados ocurridos el 11S no tuvieron injerencia en la creación del Comando Conjunto Aeroespacial (COCAES), pero sin dudas constituyeron un hito que merece su estudio y observancia constante para trabajar protocolos inherentes a la Defensa Aérea. La misión del COCAES es conducir de manera permanente y de interés la defensa aeroespacial de los espacios aeroespaciales de la jurisdicción nacional, siguiendo los lineamientos establecidos por el Ciclo de Planeamiento de la Defensa Nacional y su Planeamiento Estratégico Militar Subordinado, en el marco de la misión principal y complementaria del Instrumento Militar de la Defensa Nacional (Resolución Ministerial N° 230/2014).

Expresado en términos coloquiales, vigilancia las 24 horas del día la actividad de vuelo en el espacio aéreo soberano y contrasta ese movimiento con la información de vuelo disponible para identificar cada aeronave y, por consiguiente, detectar irregularidades. Cuando ocurre esto último, se proyectan las aeronaves propias para completar el proceso de identificación y actuar para retomar la normalidad. Todo este proceso, que es continuo, tiene un ida y vuelta de información con otros entes del estado; principalmente: Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), Empresa

Argentina de Navegación Aérea (EANA), Ministerio de Defensa y Ministerio de Seguridad de la Nación (Bisso, 2022).

El Centro de Operaciones Aeroespaciales

El Comando Aeroespacial, siguiendo la filosofía organizacional establecida, no tiene medios propios. Sin embargo, cuenta con un grupo humano profesional que planifica las operaciones, gestiona la asignación de Sistemas de Armas ante los Estados Mayores Generales de cada una de las Fuerzas Armadas, coordina el uso del espacio aéreo con la ANAC y la EANA. La ejecución de las operaciones aéreas es supervisada a través del Centro de Operaciones Aeroespaciales Merlo (COAe).

La Fuerza Aérea Argentina (FAA), debido a la especificidad de la actividad que realiza este Comando, es quien dispone la mayor cantidad de medios, tales como radares, unidades interceptoras, helicópteros de búsqueda y rescate, como también las aeronaves de transporte para desplegar los medios en las posiciones establecidas.

La idea principal es buscar el aprovechamiento sinérgico de todos los sensores de vigilancia y medios aéreos disponibles, de acuerdo con las necesidades del Comando Aeroespacial. Además de los medios proporcionados por la Fuerza Aérea, el Ejército Argentino y la Armada Argentina también proporcionan medios, especialmente sensores que transmiten información en tiempo real al COAe Merlo, donde se lleva a cabo el control de las operaciones. En resumen, todos los medios relacionados con la Defensa Aérea son factibles de ser empleados. Existe un Convenio Interministerial que delimita perfectamente las responsabilidades de uno y de otro (Bisso, 2022).

El COAe es el único responsable de la vigilancia y control del aeroespacio, y de comunicar a las Fuerzas de Seguridad (FFSS) inmediatamente la aparición de un Tránsito Aéreo Irregular (TAI). Es decir que este Comando tiene jurisdicción en todo lo que está en vuelo, una vez que aterriza, es jurisdicción de otros organismos, como es, en este caso, el Ministerio de Seguridad. Esto se realiza bajo la normativa vigente, compartiendo la información obtenida por los sensores. Estos datos se envían en estado neutro, es decir, sin análisis, siguiendo un protocolo convenido. Existe un trabajo coordinado con ANAC y EANA. Es más, hay un convenio firmado, que se actualiza periódicamente, entre la FAA, la ANAC, la EANA y el COCAES.

El Plan SINVICA sigue en plena vigencia y se han incorporado modificaciones en función del avance de la tecnología. En el norte del país, la cobertura radar con sensores 3D está completa y se agregarán dos radares más en el litoral antes de fin de año, además del recientemente instalado en Río Grande. Además de las posiciones fijas, se utilizan radares móviles para observar áreas de interés que no tienen cobertura de radares militares cuando sea necesario. Por otra parte, la EANA cuenta con radares de tránsito aéreo que cubren casi todo el país y que la información que reciben se vincula en el COAe Merlo, lo que facilita la identificación de todos los tránsitos cooperativos.

La adquisición de nuevo equipamiento por parte de las FFAA contribuye a potenciar su actividad y que el Fondo Nacional de Defensa (FONDEF) es significativo en el proceso de modernización y recuperación de capacidades del instrumento militar.

El espacio y el tiempo

En cuanto a las dimensiones y actividades que se desarrollan en el aeroespacio tienen un impacto en la Defensa Nacional y generan la necesidad de vigilarlo y controlarlo. Esto se considera una prioridad en las operaciones militares y requiere un sistema que permita un control efectivo, que opere de manera continua e ininterrumpida durante la paz, crisis o guerra.

Los sistemas de C2, a veces denominados sistemas C3 (Comando, Control y Comunicaciones) o así mismo C4 (si se integra Computación) o sistemas C3I (por Comunicaciones, Comando, Control e Inteligencia), resaltan la complejidad y diversidad de estos sistemas. Estos sistemas son fundamentales en contextos militares y de gestión de operaciones críticas, donde se requiere coordinación, toma de decisiones rápida y precisa, comunicación efectiva y el uso de información en tiempo real.

El tiempo es un factor crítico en la planificación y ejecución de operaciones militares y en muchos otros contextos, donde la velocidad de movimiento y la capacidad de respuesta son factores clave en la toma de decisiones estratégicas. Por lo tanto, una de las tareas del comandante en el área de operaciones asignada es prever las necesidades de movimiento, lo que requiere información exacta y oportuna para tomar decisiones estratégicas sólidas, por lo que se debe tener algunas consideraciones adicionales a tener en cuenta con el tiempo y la movilidad en las operaciones militares:

1. Velocidad y movilidad: El tiempo es un factor crítico en el ámbito militar. La aviación y los medios terrestres, tienen velocidades y capacidades de movimiento variables. La rapidez con la que una fuerza puede ser desplegada o reubicada puede marcar la diferencia en una operación.
2. Adaptabilidad: La capacidad de adaptación es esencial en situaciones militares. Los comandantes deben ser capaces de cambiar de blanco o de estrategia rápidamente según evoluciona la situación.
3. Logística y planificación: La planificación anticipada de las necesidades de movimiento es fundamental. La identificación de rutas, la coordinación de suministros y la asignación de recursos adecuados para asegurar que las fuerzas puedan moverse de manera eficiente.
4. Inteligencia y toma de decisiones: La información precisa y oportuna es esencial para la toma de decisiones efectivas. Los comandantes dependen de la inteligencia de combate para entender la situación en tiempo real y adaptar sus estrategias en consecuencia.
5. Coordinación y comunicación: La comunicación efectiva entre las diferentes fuerzas armadas y de seguridad es esencial para coordinar movimientos y responder a las cambiantes condiciones de la situación dentro del área de responsabilidad.
6. Estrategia y táctica: El tiempo también influye en la elección de estrategias y tácticas. Algunas situaciones pueden requerir una intersección rápida, mientras que otras pueden beneficiarse de una estrategia más cautelosa y planificada.

En este contexto, el tiempo juega un papel crítico en la planificación y ejecución de operaciones militares, y la capacidad de adaptarse rápidamente a las circunstancias cambiantes y de tomar decisiones informadas en tiempo real puede ser determinante para el éxito de la estrategia adoptada para las operaciones en el área de responsabilidad asignada. Por lo tanto, la información oportuna y precisa es esencial para tomar decisiones efectivas. La inteligencia en tiempo real, la vigilancia y la capacidad de comunicación son elementos fundamentales para mantenerse al tanto de la situación y adaptarse a los posibles cambios, teniendo en cuenta factores como la logística y la topografía del terreno.

CAPITULO II

EL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La integración y la visión holística

El término Sistemas de C2, puede tener dos significados distintos, aunque a menudo complementario (Cushman J. H. 1995), como Infraestructura Integral: en este contexto, se refiere a toda la infraestructura y conjunto de elementos que permiten al comandante operativo y su equipo dirigir y controlar efectivamente una fuerza para cumplir su misión. Esto incluye no sólo las tecnologías de comunicación y los dispositivos para la obtención de información, sino también las instalaciones físicas, el personal especializado, los procedimientos operativos, y otros recursos necesarios para la toma de decisiones y la coordinación de las acciones.

Este enfoque integral destaca la importancia de tener una infraestructura bien desarrollada y una organización eficaz para garantizar que el Comandante y su equipo puedan tomar decisiones para ejecutar las operaciones de manera eficiente. Además de esta interpretación, el término C2, también puede referirse a la tecnología y los sistemas informáticos utilizados para facilitar la coordinación y el intercambio de información en tiempo real en un entorno militar o de gestión de crisis. En conjunto, estas dos interpretaciones suelen complementarse, ya que la infraestructura C2 es respaldada por sistemas tecnológicos que facilitan la toma de decisiones y la coordinación.

En el contexto militar, se refiere a la necesidad de considerar el C2 de manera holística e integrada en lugar de tratar de manera aislada ciertos componentes específicos. Algunas razones clave para esta perspectiva son:

1. Interdependencia de los sistemas: Los diferentes sistemas dentro del C2 están interconectados y se apoyan mutuamente. Por ejemplo, la obtención de información de Inteligencia puede ser crucial para la toma de decisiones en el ámbito operativo, y la alerta temprana puede proporcionar advertencias críticas para la defensa y la protección de las fuerzas. Si se trata a cualquiera de estos sistemas de manera aislada, se corre el riesgo de perder la visión general y la coordinación efectiva.

2. Sincronización de operaciones: En operaciones militares, la sincronización de las acciones de diferentes unidades y componentes es esencial para el éxito. Un C2 integrado permite que las decisiones tomadas en un sistema afecten directamente a otros, lo que facilita la coordinación y la ejecución eficiente de las operaciones.
3. Optimización de recursos: Al considerar el C2 en su conjunto, es posible optimizar el uso de recursos limitados, como personal, equipos y tecnología. Esto evita redundancias innecesarias y asegura que los recursos estén disponibles donde más se necesitan.
4. Efectividad en la toma de decisiones: Al tener una visión completa de la situación a través de la integración de todos los sistemas, los Comandantes pueden tomar decisiones más precisas, con una visión completa y estratégica.
5. Resiliencia y redundancia: La interconexión de sistemas también puede proporcionar resiliencia. Si un sistema falla o es atacado, otros pueden tomar su lugar y garantizar la continuidad de las operaciones.
6. Agilidad y adaptabilidad: Un enfoque integrado permite una mayor agilidad y capacidad de adaptación a situaciones cambiantes. Los comandantes pueden ajustar rápidamente las estrategias y tácticas en función de la información actualizada y las necesidades operativas.

Por lo expuesto, la integración y la visión holística de los sistemas C2 son esenciales para la eficacia y el éxito en operaciones militares y en otros contextos complejos. Esta perspectiva reconoce la interdependencia de los componentes del C2 y la necesidad de coordinación y sincronización efectivas para lograr los objetivos de la misión.

El procesamiento de los datos e información

La fusión e integración en un sistema de información se refieren a dos procesos clave en la gestión de datos y tecnología de la información. Estos procesos están destinados a mejorar la eficiencia, la accesibilidad y la utilidad de los datos y la información en una organización.

La fusión de datos se refiere al proceso de combinar datos de múltiples fuentes en una única fuente de datos coherente y unificada. Esto implica tomar datos de

diferentes formatos, estructuras y ubicaciones y convertirlos en un formato y estructura comunes para su almacenamiento y análisis. La cual es esencial cuando una organización utiliza múltiples sistemas o bases de datos que deben trabajar juntos para proporcionar información completa y precisa que aseguran mejorar la calidad, la precisión de localización, la certidumbre y la certeza de la información, ya que los parámetros y características de lo captado por los diferentes sensores normalmente se complementan.

La integración de sistemas se refiere al proceso de conectar y hacer que diferentes sistemas de información de datos, aplicaciones, hardware y software, en un Centro de Información y Control (CIC) trabajen juntos con el objetivo de mejorar la eficiencia y la efectividad de los procesos. Esto puede implicar la sincronización de sistemas existentes o la implementación de nuevas soluciones tecnológicas para lograr una comunicación fluida y una transferencia de datos sin problemas entre sistemas.

La fusión y la integración de datos y sistemas son esenciales para optimizar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la consistencia y precisión de la información en un CIC. Al hacerlo, se evitan duplicaciones de datos, se reducen los errores y se permite a los usuarios acceder a la información que necesitan de manera más rápida y eficiente. Para lograr una fusión e integración exitosas, es sustancial contar con estrategias claras, tecnologías adecuadas y una comprensión sólida de las necesidades y objetivos de la organización.

Cabe aclarar que es común que certidumbre y certeza se utilicen como sinónimos, pero en el caso de la toma de decisión, hay entre ellos una sutil diferencia, la certidumbre está relacionada con el nivel de duda, en cuanto a que si la información obtenida coincide con el fiel reflejo de lo que está pasando; mientras que la certeza se refiere al nivel de riesgo que se asume al decidir si lo percibido es cierto o no, siendo este último el que más prevalece (Silva, 2019).

La fusión e integración en un Sistema de Comando y Control

La fusión de datos en un Centro de Información para el control de aeroespacio se refiere a la integración y procesamiento de múltiples fuentes de datos relacionadas con actividades aeroespaciales, como el seguimiento de aeronaves, satélites, drones y otros

objetos en el espacio aéreo y el espacio. El objetivo principal de la fusión de datos en este contexto es crear una imagen completa y precisa de la situación aeroespacial para apoyar la toma de decisiones y la gestión del tráfico aéreo y espacial de manera segura y eficiente.

La integración de datos en un Centro de Control del Aeroespacio es esencial para garantizar la seguridad de las operaciones aéreas y espaciales, así como para optimizar la eficiencia del tráfico. Permite a los Comandantes tomar decisiones y coordinar las actividades de manera efectiva y gestionar el flujo de aeronaves y objetos en el espacio de manera segura y eficiente.

Un aspecto a considerar cuando se está concibiendo el sistema C2, es tratar de definir y discriminar aquellas tareas que pueden ser realizadas en forma automática por computadoras, sin la intervención de humanos, de las que deben ser realizadas por los humanos. Las computadoras son rápidas, ideales para solucionar problemas de oportunidad y pueden trabajar las 24 horas los 7 días de la semana sin necesidad de reemplazos o turnos. Los humanos en cambio, si están adecuadamente capacitados son ideales para decidir, para resolver aquellos problemas que no es factible realizar con las computadoras, pero son consumidores de tiempo y necesitan reemplazo y descanso, por ello es necesario hacer esa discriminación en cuanto a quién, es más adecuado realizar determinadas tareas (Silva, 2019). Algunos aspectos clave a considerar:

1. Automatización de tareas repetitivas: Las computadoras son ideales para realizar tareas repetitivas y monótonas de manera rápida y precisa. Esto libera a los humanos de trabajos tediosos y permite que se centren en tareas más cognitivamente exigentes.
2. Rendimiento y disponibilidad: Las computadoras pueden funcionar de manera ininterrumpida las 24 horas del día, los 7 días de la semana, lo que garantiza un rendimiento constante. No necesitan descanso ni reemplazo debido a fatiga.
3. Toma de decisiones humanas: Las decisiones que involucran juicio, empatía, comprensión de contextos complejos y ética son típicamente áreas en las que los humanos sobresalen. Los sistemas C2 deben dejar estas decisiones en manos de humanos, especialmente cuando se trata de situaciones críticas o ambiguas.
4. Capacidad de adaptación: Los humanos son flexibles y pueden adaptarse rápidamente a situaciones imprevistas o cambiantes. Las computadoras, por otro

lado, requieren programación y configuración específicas para manejar cambios en el entorno.

5. Colaboración entre humanos y máquinas: La sinergia entre humanos y computadoras es esencial. Los sistemas C2 deben ser diseñados para facilitar una colaboración efectiva, donde las computadoras proporcionen información y soporte a los humanos, pero siempre con la posibilidad de que los humanos tomen decisiones finales.
6. Capacitación y supervisión: Asegurar que los humanos estén adecuadamente capacitados para comprender y utilizar las capacidades de las computadoras es esencial. También es importante contar con sistemas de supervisión para detectar posibles errores o problemas en la automatización.
7. Ética y responsabilidad: Cuando se automatizan ciertas tareas, es necesario definir claramente quién es responsable en caso de errores o decisiones incorrectas. La toma de decisiones éticas también es un aspecto crítico en la automatización.

En la concepción de sistemas C2, se debe encontrar un equilibrio adecuado entre la automatización de tareas que se prestan a ello y la preservación de la toma de decisiones humanas en áreas que requieren juicio, intuición y comprensión contextual. La discriminación entre tareas automatizadas y tareas humanas es esencial para optimizar la eficiencia y la efectividad del sistema C2.

En un entorno como un Centro de Control de Aeroespacio el problema a resolver es lograr disponer del hardware y el software adecuado y suficiente como para llevar adelante en forma correcta y oportuna todos los procesos de fusión e integración de datos y dejarles a los humanos las tareas de análisis detallado de la información, para transformarla en conocimiento logrando una gestión efectiva y segura del espacio aéreo y espacial. Algunas consideraciones clave para resolver este problema:

1. Infraestructura de hardware: Tener la infraestructura de hardware necesaria para gestionar grandes volúmenes de datos en tiempo real. Esto puede incluir servidores de alto rendimiento, sistemas de almacenamiento de datos eficientes y una red robusta que permita la transferencia rápida y confiable de datos desde diversas fuentes.

2. **Plataforma de software:** Invertir en una plataforma de software adecuada que sea capaz de procesar, integrar y analizar datos de manera eficiente. Esto podría incluir sistemas de gestión de bases de datos, herramientas de análisis de datos, algoritmos de fusión de datos y software de visualización.
3. **Integración de sistemas:** Los sistemas de hardware y software deben estar diseñados para integrarse sin problemas con las fuentes de datos y sistemas existentes. La interoperabilidad es esencial para garantizar que los datos fluyan de manera efectiva a través de todos los componentes del sistema.
4. **Automatización de procesos:** Con la infraestructura y software adecuados en su lugar, automatizar tantos procesos como sea posible. Esto incluye la detección de conflictos, la generación de alertas y la presentación de información visual. La automatización permite liberar a los humanos de tareas repetitivas y rutinarias, permitiéndoles centrarse en el análisis detallado y la toma de decisiones críticas.
5. **Capacitación y desarrollo de habilidades:** A medida que automatizas procesos, es importante asegurarte de que el personal esté capacitado para utilizar las herramientas y sistemas de manera efectiva. El análisis detallado de la información y la transformación en conocimiento siguen siendo responsabilidades humanas.
6. **Seguridad y cumplimiento:** Dado que se trata de datos críticos y sensibles, especial atención a la seguridad y el cumplimiento normativo. Los sistemas deben cumplir con los estándares de seguridad y privacidad de datos aplicables y que haya medidas de protección contra amenazas cibernéticas.
7. **Evaluación continua y mejora:** La tecnología y las necesidades cambian con el tiempo, por lo que es importante realizar evaluaciones periódicas de la infraestructura y procesos para asegurarse que sigan siendo efectivos y eficientes.

La inversión en hardware y software adecuados, la automatización de procesos, la capacitación del personal y el enfoque en la seguridad son elementos clave para resolver el problema de disponer de los recursos necesarios para llevar a cabo la fusión e integración de datos de manera efectiva, permitiendo que el personal se centre en el análisis y la toma de decisiones basadas en conocimiento en un entorno crítico como el control de aeroespacio.

CAPITULO III

SENSORES QUE EVOLUCIONAN EL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AEROESPACIAL

La tecnología de los sensores

Los avances en tecnología de sensores han tenido un impacto significativo en la evolución de los Sistemas de Vigilancia y Control Aeroespacial. Estos sensores permiten una mayor precisión, alcance y capacidad de detección en la gestión del tráfico aéreo y espacial. Algunos tipos de sensores que han contribuido a esta evolución:

1. **Radares modernos:** Los radares han sido una parte fundamental de la vigilancia aeroespacial durante décadas. Sin embargo, los avances en tecnología radar han llevado a la creación de radares más sofisticados y potentes. Los radares modernos pueden detectar objetos más pequeños, seguir múltiples objetivos simultáneamente y ofrecer una mayor resolución de imagen.
2. **Sistemas de seguimiento por satélite:** La constelación de satélites en órbita terrestre ha proporcionado un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que es esencial para la navegación y seguimiento de aeronaves y objetos en el espacio. Además, sistemas como el GPS y de Navegación Global por Satélite (GNSS) y el Sistema de Navegación Global Galileo de la Unión Europea han mejorado la precisión y la disponibilidad de la navegación a nivel mundial.
3. **Sistemas de detección de colisiones y alerta temprana:** Los sensores de detección de colisiones, como el Sistema de Advertencia de Colisión en el Aire (TCAS) y el Sistema de Advertencia de Tráfico en Superficie (STCA), utilizan tecnología de radar y GPS para detectar posibles conflictos entre aeronaves y proporcionar alertas a los controladores y pilotos.
4. **Sensores infrarrojos y electroópticos:** Estos sensores son especialmente útiles en la detección de objetos en condiciones de poca luz o en la observación de objetos que pueden no ser detectables por otros medios. Los sensores infrarrojos y electroópticos pueden identificar objetos como drones no tripulados, que son difíciles de detectar con radares convencionales.
5. **Sensores de detección de aeronaves no cooperativas:** Estos sensores, como el sistema de identificación de amigos o enemigos (IFF), se utilizan para identificar

y rastrear aeronaves que pueden no estar transmitiendo información de identificación o que puedan ser consideradas una amenaza.

6. Sensores basados en tecnología de radio: Los sensores basados en tecnología de radio, como el Sistema Automático de Vigilancia Dependiente por Radiodifusión (ADS-B), permiten que las aeronaves transmitan automáticamente su información de posición y velocidad a otros aviones y a los controladores en tierra. Esto mejora la conciencia situacional y la seguridad en el espacio aéreo.
7. Sensores de vigilancia espacial: Estos sensores se utilizan para rastrear y monitorizar objetos en el espacio, como satélites y desechos espaciales. Esto es esencial para prevenir colisiones y garantizar la seguridad de las operaciones espaciales.

En conjunto, estos avances en sensores han permitido una mayor precisión y conciencia situacional en la gestión del tráfico aéreo y espacial. La integración de estos sensores en sistemas de vigilancia y control aeroespacial permite una mejor coordinación de las operaciones y una reducción de los riesgos en el espacio aéreo y espacial.

Aeronaves no tripuladas

El uso de Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (SANT), o UAS (Unmanned Aircraft Systems) en inglés, es cada vez más común en las fuerzas armadas de la región latinoamericana y en todo el mundo. Estas tecnologías han demostrado ser muy útiles en una variedad de aplicaciones militares y civiles debido a su capacidad para realizar misiones de exploración y vigilancia de manera remota y sin poner en riesgo la vida de los pilotos en actividades de alto riesgo en ambientes hostiles o peligrosos. En el caso de Argentina, un país extenso con una población relativamente pequeña, los SANT pueden desempeñar un papel importante en la ampliación de la soberanía efectiva, la seguridad nacional y diversas tareas relacionadas con la protección civil y el apoyo a la comunidad (Zarza, 2013); en este contexto algunas de las aplicaciones de este sistema son:

1. Vigilancia y Exploración: Pueden ser utilizados para patrullar extensas áreas geográficas, como fronteras, costas o áreas remotas, proporcionando información en tiempo real sobre actividades sospechosas o amenazas.
2. Seguridad Nacional: Pueden contribuir a la detección temprana de amenazas y la respuesta rápida ante situaciones de emergencia, como desastres naturales, incendios forestales o eventos adversos.
3. Protección Civil: Pueden ser desplegados para monitorear y evaluar áreas afectadas por desastres naturales, lo que facilita la planificación de operaciones de rescate y ayuda humanitaria.
4. Control de Tráfico y Vigilancia Marítima: Pueden ser utilizados para monitorear el tráfico marítimo y las actividades pesqueras ilegales, así como para la identificación de posibles derrames de petróleo u otros desastres ambientales en áreas costeras.
5. Operaciones en Ambientes Hostiles o Peligrosos: Son ideales para tareas que involucran riesgos significativos para los seres humanos, como la exploración de zonas con radioactividad o la respuesta a amenazas químicas o biológicas.
6. Apoyo Logístico: Pueden ser utilizados para el transporte de suministros médicos, alimentos y otros recursos a áreas remotas de difícil acceso.

El empleo de estos sistemas en la Argentina tendrán un uso potencial, como apoyar a los sistemas de seguridad nacional, provincial, municipal; vigilancia de fronteras; vigilancia y control marítimo y aéreo; evaluación de daños; detección de focos de incendios y C2. En el ámbito militar, para el corto plazo, el empleo de los SANT será, preponderantemente, en misiones de vigilancia; C3I; reconocimiento armado; ataque y carga. En cambio, las misiones de transporte utilitario y evacuaciones aeromédicas (MEDEVAC) continuarían siendo mayormente tripuladas.

Las operaciones militares actuales son complejas y la protección de la población civil no combatiente es de suma importancia. Los SANT pueden actuar como multiplicadores del poder de combate al proporcionar vigilancia, alerta temprana y reducir los tiempos de respuesta entre la detección de una amenaza y la toma de decisiones. Esto puede ayudar a reducir el daño colateral y mejorar la eficiencia en el campo de batalla.

La era de la información en tiempo real y la ejecución de operaciones militares con fuerzas en áreas no contiguas ha aumentado la necesidad de controlar los espacios vacíos de fuerzas para tener una alerta situacional eficiente y ejercer un adecuado C2. Aunque los SANT pueden operar de forma autónoma, en la mayoría de los casos, el piloto se encuentra presente desde tierra u otra plataforma aérea o naval.

Desarrollos en la República Argentina

En Argentina, al igual que en otros países, el desarrollo de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) comenzó con las Fuerzas Armadas. La necesidad de contar con medios para misiones de vigilancia, inteligencia, reconocimiento del terreno, enlace y nodo de comunicaciones, entre otras, impulsó a las FFAA a desarrollar diversos proyectos de manera individual, acorde a sus necesidades específicas. Si bien es importante buscar cierto grado de complementariedad entre las tres fuerzas en el futuro, cada una tiene necesidades puntuales que deben satisfacer de acuerdo al terreno y teatros de operaciones donde desarrollan sus misiones.

Durante la última década, la Dirección General de Investigación y Desarrollo (DGID) ha coordinado y planificado todos los proyectos de VANT o SANT de la FAA a través del Centro de Investigaciones Aplicadas (CIA). Estos programas incluyen el desarrollo de los vehículos aéreos, la adecuación de las instalaciones, la formación de los tripulantes y la generación de doctrina específica para su empleo.

La legislación

Un SANT no es ni un misil ni una nave espacial, sino que opera en el espacio aéreo y se diferencia por su propósito. Actualmente, la regulación del uso de los SANT está en pleno desarrollo a nivel nacional e internacional; por lo que es probable que nuestro Código Aeronáutico se actualice para incluir estas regulaciones en el futuro. En la actualidad, la operación de estos sistemas está limitada a espacios aéreos restringidos o segregados y no se comparte con la aviación tripulada, ya sea militar o comercial, debido a cuestiones de seguridad aérea. A pesar de las ventajas que ofrecen los SANT en términos de seguridad y eficiencia, su uso debe ser regulado y supervisado adecuadamente para garantizar la protección de la privacidad y la seguridad de la información recopilada, así como para evitar abusos.

Las Fuerzas Armadas con capacidades satelitales

A la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) se han sumado en el proyecto FOCUS la empresa estatal Vehículo Espacial Nueva Generación Sociedad Anónima (VENG S.A.), dependiente de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE); y la empresa privada Space Sur, con el objetivo de lograr la obtención, procesamiento y comercialización de imágenes satelitales de alta resolución.

La concreción del Proyecto FOCUS permitirá generar una capacidad estratégica que hoy no tiene la Argentina, dotar a las Fuerzas Armadas de capacidades satelitales, con tecnología de observación con Radares de Apertura Sintética (SAR) Banda X de alta resolución, para la vigilancia y control del territorio continental, insular, antártico y marítimo argentino que redundará en la eficacia y eficiencia operacional y, simultáneamente, atender demandas de otras áreas de gobierno y de la sociedad en general, dadas sus múltiples aplicaciones y en cualquier condición atmosférica y de luminosidad.

Además de desarrollar una tecnología sensitiva, de altísimo valor agregado y que solo un puñado de países domina (menos de diez en todo el mundo), cabe destacar, que a partir de este desarrollo las FFAA contarán con una capacidad inédita de observación, control y vigilancia, brindando protección de su vasto territorio (continental, insular, antártico y marítimo), con actualizaciones constantes y en un entorno de comunicación cibersegura. Este sistema podrá emplearse tanto en operaciones militares, de vigilancia y control, como también en apoyo a las FFSS en cualquier condición atmosférica y de luminosidad solar.

La información obtenida a través de satélites es esencial en el ámbito de la Defensa Nacional, ya que permite monitorear grandes extensiones territoriales y marítimas, asegurar la precisión en la navegación y el control de vehículos, buques y aeronaves, llevar a cabo tareas de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR), Búsqueda y Rescate (SAR), controlar la contaminación ambiental, entre otras funciones. Este proyecto es importante porque brinda una capacidad estratégica y permite consolidar la soberanía argentina en materia espacial y satelital, siendo el único país en la región que produce sus propios satélites (Díaz, 2023).

Los usos y capacidades al Instrumento Militar Argentino

El instrumento a bordo de los satélites FOCUS es un Radar de Apertura Sintética (SAR) que se utiliza para obtener imágenes de alta resolución de la Tierra. A diferencia de los satélites ópticos, los satélites SAR pueden capturar imágenes tanto de día como de noche y a través de las nubes, lo que los hace muy útiles para la vigilancia y la detección temprana de movimientos o amenazas en las fronteras y áreas sensibles. La elección de la banda X permite la entrega de imágenes de muy alta resolución y la constelación proporciona una muy alta revisita, esto implica tener varios satélites en órbitas sincronizadas de manera que cubran un área específica de interés con regularidad, lo que requiere una planificación cuidadosa de las órbitas y la coordinación de los satélites en la constelación para garantizar una cobertura continua y efectiva. Los satélites del proyecto tienen varias capacidades militares, entre las que se incluyen:

1. El monitoreo de la plataforma marítima nacional, la observación de la Antártida e Islas del Atlántico Sur.
2. Detección, identificación y seguimiento de posibles amenazas a la soberanía del país, como vuelos ilegales o actividades sospechosas en el mar.
3. Recopilación de información de inteligencia para apoyar las operaciones militares y la toma de decisiones.
4. Mejora de la vigilancia completa del territorio nacional y sus fronteras y el reconocimiento en operaciones militares.
5. Aumento de la capacidad de comunicación y coordinación de las Fuerzas Armadas.
6. Fortalecimiento de la seguridad nacional y regional y la respuesta a emergencias nacionales.
7. Capacidad para detectar y responder a amenazas y situaciones de emergencia en tiempo real.
8. Mayor capacidad C2 en operaciones militares y de seguridad.
9. Soporte a la defensa de la soberanía y la toma de decisiones estratégicas.

CONCLUSIONES

Como se ha visto, los procesos del C2 en un área de responsabilidad del espacio aéreo son complejos y deben ser adaptables a la naturaleza dinámica de la situación reinante en el momento. Sin embargo, el gerenciamiento del espacio aéreo se está haciendo cada vez más difícil con la proliferación de situaciones iniciadas por tránsitos no cooperativos. Las operaciones, hoy y en el futuro próximo, presentan un número de desafíos que deben ser solucionados con eficacia si se desea sobre todo ejercer efectivamente el C2 aeroespacial acorde al concepto de Defensa Aeroespacial, concurrente a la Defensa Nacional.

La conjugación ordenada de todos estos medios (personal, material, instalaciones y procedimientos), posibilitará que el Comandante realice la obtención, tratamiento, análisis y visualización con vistas a desarrollar el planeamiento, tomar decisiones, transmitir órdenes a los niveles subalternos y supervisar la acción, permitiendo con esto transmitir los avisos de alarmas, evaluar constantemente la situación, seguir las actitudes del adversario, realizar el planeamiento y la toma de decisiones, comunicar órdenes, supervisar las operaciones, coordinar las maniobras en tiempo y espacio, utilizar los datos en oportunidad, proteger la información, y asegurar la difusión de la información y las disposiciones.

Por lo tanto, es trascendental seguir trabajando en la integración a nivel de las Fuerzas Conjuntas para mejorar la coordinación entre las fuerzas y garantizar el éxito en las operaciones militares con eficiencia y efectividad para lograr una adecuada capacidad para controlar y coordinar las actividades en tiempo real.

Debemos plantearnos que medios tecnológicos ya desarrollados como los futuros proyectos que pueden integrarse al sistema C2 actual de la Fuerza Aérea en el CIC Merlo. Esto permitiría proteger de manera más efectiva nuestra soberanía en tiempo de paz o de crisis, garantizando la vigilancia del espacio aéreo y facilitando la toma de decisiones para asegurar el dominio aeroespacial.

La integración de tecnologías modernas permitiría un control más efectivo de la soberanía de la Nación y proporcionaría al Comandante una visión más clara y en tiempo real de las misiones en curso para tomar decisiones rápidas y precisas. La

disponibilidad de información en el C2 permite tomar decisiones basadas tanto en intuiciones como en datos explícitos, pero es importante seguir recopilando y analizando información para mejorar la toma de decisiones y el desempeño en las operaciones militares.

La fusión de datos en un Centro de Información para el control del aeroespacio es esencial para la gestión del tráfico aéreo. Esta fusión implica la integración y análisis de múltiples fuentes de datos con el objetivo de mantener un control seguro y eficiente del espacio aéreo nacional. Al combinar y analizar datos de radares, sistemas de navegación, comunicaciones y otros, se obtiene una imagen más completa y precisa de la situación aérea, lo que permite tomar decisiones informadas y minimizar los riesgos.

Por otro lado, la integración de datos en un Centro de Información para el control del aeroespacio se refiere a la capacidad de combinar información y datos provenientes de diversas fuentes y sistemas para proporcionar una visión completa y coherente de la situación en el espacio aéreo, lo que es esencial para la gestión y el control eficientes del tránsito aéreo.

En el ámbito militar, el objetivo de la obtención de imágenes de blancos profundos desde el aire otorga otra perspectiva en la decisión, persigue la finalidad de sortear todo tipo de obstáculos físicos. Estos Sistemas Aéreos de Obtención Aérea de Información permiten extender el horizonte de exploración y vigilancia de la maniobra táctica, operacional, y estratégica, facilitando el control de áreas de operaciones no contiguas. El desarrollo en Argentina de esta tecnología es una decisión política que reforzará la soberanía nacional y el desarrollo federal, ya que los SANT permiten obtener una visión macro del territorio y el espacio aéreo en tiempo real para facilitar la toma de decisiones en todas las áreas.

Además de la capacidad de portar armamento y constituirse como armas en sí mismo, otro pilar fundamental ha sido la incorporación de sensores avanzados de última generación, estos incluyen cámaras de alta resolución, sistemas infrarrojos, radares sofisticados y otros dispositivos de recopilación de información. Estos sensores permiten a los drones recopilar datos en tiempo real sobre el terreno y transmitirlos al Comandante y su Estado Mayor en áreas remotas, mejorando significativamente la

conciencia situacional y la capacidad de tomar decisiones más rápidas y eficientes durante las operaciones.

El uso de satélites por parte de las FFAA es cada vez más común en todo el mundo, ya que proporcionan una ventaja estratégica y táctica en la defensa y protección del territorio nacional. Las capacidades de los satélites pueden incluir la recopilación de información de inteligencia, la vigilancia, la detección de objetivos móviles y la comunicación en tiempo real, como también para fortalecer la capacidad de respuesta ante posibles amenazas a la soberanía del país. Las FFAA argentinas podrán utilizar estas capacidades de los satélites para mejorar su capacidad operativa y defensiva, facilitar el C2 en operaciones militares y de seguridad, proporcionar información en tiempo real sobre la ubicación y actividades de las fuerzas propias y las posibles amenazas en tiempo real.

El objetivo principal es mejorar la capacidad de vigilancia y monitoreo del espacio aéreo, terrestre y marítimo argentino, así como también mejorar la capacidad de respuesta ante posibles amenazas a la soberanía del país, incorporando en un CIC las señales de los medios de obtención, drones y satélites, para el procesamiento y análisis de los datos recopilados generando una mejor visión situacional en tiempo real.

Tras la realización de la investigación es posible concluir que los principales desafíos para la integración de tecnologías de información en tiempo real, a través de sensores ubicados en diferentes plataformas, en las operaciones aeroespaciales para el C2 que deben ser considerados para la implementación exitosa en el dominio aeroespacial, podemos destacar el desarrollo de sensores precisos y confiables capaces de recopilar datos en diferentes plataformas y condiciones; la integración de datos de diferentes fuentes en un sistema de información unificado que permita una visión clara y completa de la situación; garantizar la seguridad y protección de la información recopilada ante posibles amenazas cibernéticas; la capacitación del personal en el uso de estas tecnologías y en la interpretación efectiva de los datos recopilados; la disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos para la implementación y mantenimiento de estas tecnologías, con el objetivo final de brindar al Comandante una visión actualizada y precisa de la situación en que se desarrollan las misiones para tomar decisiones oportunas y efectivas.

De acuerdo a las imposiciones legales para el accionar conjunto, es menester evitar de toda manera cualquier forma de duplicidad de recursos y esfuerzos, donde decisivamente el medio idóneo para la actividad de vigilancia e interceptación se encuentra en manos de la FAA, contribuyendo definitivamente con los intereses del Estado en lo que respecta tanto a defensa como a seguridad, actuando de manera disuasiva y efectiva, de ser necesario, teniendo en cuenta que en horarios nocturnos nuestros medios no son aptos para las interceptaciones, el tráfico irregular aún tiene un manto de beneficencia de operar con total impunidad.

Es concluyente que para obtener interoperabilidad conjunta y con otras agencias estatales, la estrecha coordinación entre los dispositivos civiles y militares debe ser uno de los principios fundamentales de la nueva estrategia, donde se deberá tener responsabilidad en la planificación, conducción y supervisión de dichas coordinaciones con medios aptos de todas la FFAA y cualquier otro medio apto de las FFSS que puedan contribuir al objetivo de la defensa aeroespacial, y por ello es que la consideramos como una Operación Integral.

La FAA tiene que ampliar sus capacidades con equipamiento, sistemas nuevos y aptos para poder cumplir con la misión asignada y tener un control de la soberanía sobre todo el territorio o zona de interés e invertir en el instrumento militar para futuros desarrollos. Materializar un sistema significaría un gran esfuerzo económico y material, ante lo que su aplicación debe darse progresivamente en las zonas de interés, evitando brindar una seguridad débil o parcial.

BIBLIOGRAFÍA

- Amorelli L. (2021). Los UAV de la Fuerza Aérea Argentina (pucara.org)
- Cabrol, G. (2014). Los principios de la Acción Militar Conjunta aplicados al Control del Aeroespacio Argentino en tiempo de paz. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Congreso de la Nación (1988). Ley N° 23.554. *Ley de Defensa Nacional*. Buenos Aires, Argentina.
- Congreso de la Nación (1992). Ley N° 24.059. *Ley de Seguridad Interior*. Buenos Aires, Argentina.
- Cushman J. H. (1995). *Comando y Control de las Fuerzas en el Teatro de Operaciones*. Buenos Aires, Argentina: Instituto de publicaciones navales.
- De la Torre Valentín J. A. (2021), Sistema de Vigilancia y Control en 2035. *Revista de Aeronáutica y astronáutica, Abril 21, N° 901*, p. 322 - 327.
- Díaz, J. J. (2017). Argentina: vehículos aéreos no tripulados para la defensa – Infobae
- Díaz, J. J. (2023). Satélites argentinos para la defensa (pucara.org)
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2010). PC 13-05. *Defensa Aeroespacial dentro de un Teatro de Operaciones*. Buenos Aires, Argentina.
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2012). PC 00-01. *Doctrina Básica para la Acción Militar Conjunta*. Buenos Aires. Argentina.
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2017). OC 30-25. *Reglamento Orgánico del Comando Aeroespacial*. Buenos Aires, Argentina.
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2017). PC 20-01. *Planeamiento para la Acción Militar Conjunta. Nivel Operacional*. Buenos Aires, Argentina.
- Fuerza Aérea Argentina (2010). *RAC-1 Reglamento de Doctrina Básica*. Buenos Aires, Argentina.

- Fuerza Aérea Argentina (2015). *RAC-3 Reglamento de Conducción Operacional*. Buenos Aires, Argentina.
- Guerrero Mochón, A. (2021), El sistema de vigilancia y control aeroespacial. *Revista de Aeronáutica y astronáutica, Abril 21, N° 901*, p. 286 - 294.
- Martínez, C. (2018). *El desarrollo de la protección aeroespacial durante grandes eventos en la República Argentina*. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Silva M. A. (2017), *El Sistema de Información*. Buenos Aires, Argentina: Área Cuatro S.R.L.
- Martínez, C. (2018). *El desarrollo de la protección aeroespacial durante grandes eventos en la República Argentina*. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Miranda, S. (2013) *Comando y Control, necesidades para la Vigilancia y Control Aeroespacial del Territorio Nacional*. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Piuma Justo, M. (2017). La Fuerza Aérea Argentina en el ejercicio de la soberanía Nacional y su empleo en la lucha contra el narcotráfico. *Revista de la Escuela Superior de Guerra Aérea, N° 240*, p. 3 - 11.
- Organización de Aviación Civil Internacional (2011). Circular 330 AN/189 OACI. *Cooperación Cívico-Militar para la gestión del tránsito aéreo*. Montreal, Canadá.
- Poder Ejecutivo Nacional (2011). Decreto N° 1091. *Creación del Operativo Escudo Norte*. Buenos Aires, Argentina.
- Poder Ejecutivo Nacional (2004). Decreto N° 1407. *Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial*. Buenos Aires, Argentina.
- Poder Ejecutivo Nacional (2006). Decreto N° 1691 *Organización y Funcionamiento de las Fuerzas Armadas*. Buenos Aires, Argentina.
- Poder Ejecutivo Nacional (2006). Decreto N° 727. *Reglamentario de Ley de Defensa Nacional*. Buenos Aires, Argentina.

- Romero S. (1997). Aproximación a los Sistemas C3I. *Revista de la Escuela Superior de Guerra Aérea*, N° 197, p. 38 - 44.
- Sanz Díaz J. F. (2021). Hacia una nueva modernización del Sistema de Vigilancia y Control. *Revista de Aeronáutica y astronáutica*, Abril 21, N° 901, p. 295-302.
- Scardino, A. V. (1998) *Sistema Integral de Vigilancia y Control del Espacio Aéreo*. Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Segura, E. E. (2016). *Comando y control en escenarios cívico-militares. Visión Conjunta*, Año 8, N° 14, p. 58 - 68. Buenos Aires, Argentina.
- Villagra, L. R. (2019). Desafíos para el mando y control en el ámbito de las operaciones multidominio. *Revista Ensayos Militares*, Vol. 5, N° 1, p. 47 – 62.
- Villagra, L. R. (2020). Efecto de las operaciones multidominio en el campo de batalla futuro. *Revista Ensayos Militares*, Vol. 6, N° 1, p. 57 – 80.
- Zarza L. A. (2013). *Sistema de aeronaves no tripuladas*, Visión conjunta.