



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

**TRABAJO FINAL INTEGRADOR.**

**TÍTULO:** EMPLEO DE SISTEMAS AEREOS NO TRIPULADOS PARA CONTRIBUIR A  
LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL OPERACIONAL.

**AUTOR:** MAYOR HERNAN RAMON MUÑOZ.

**TUTOR:** CORONEL ROBERTO MUR.

**AÑO:** 2024

“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 presente trabajo analiza las capacidades actuales de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) en el nivel operacional de las Fuerzas Armadas Argentinas, identificando las limitaciones tecnológicas, doctrinales y operativas que afectan su integración e interoperabilidad en misiones conjuntas. Tomando al SANT como un sistema, se exploran: sus funciones en los niveles táctico y operacional, las necesidades de información específicas para la toma de decisiones y las posibles soluciones para optimizar su empleo en el contexto nacional actual.

El estudio se centra en determinar la factibilidad de un modelo organizativo que permita la unificación de recursos y la creación de un elemento conjunto dedicado a la gestión de los SANT. Para ello, se abordan los desafíos asociados a la interoperabilidad, la infraestructura tecnológica y la capacitación del personal, proponiendo estrategias prácticas para cerrar las brechas de las carencias existentes y fortalecer las capacidades operativas en misiones de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR).

Palabras clave: Sistemas Aéreos No Tripulados, nivel operacional, interoperabilidad, inteligencia militar, operaciones conjuntas.

## INDICE.

<b>RESUMEN .....</b>	<b>I</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>introducción a los SANT .....</b>	<b>2</b>
<b>Descripción Clase Male .....</b>	<b>4</b>
<b>Aplicaciones Actuales de los SANT En el Ámbito Militar .....</b>	<b>4</b>
<b>Limitaciones y Desafíos a Futuro de los SANT .....</b>	<b>5</b>
<b>Perspectiva de los 3 Horizontes .....</b>	<b>6</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>Contexto de los Sant a Nivel Táctico .....</b>	<b>8</b>
<b>Funciones Principales de los SANT en el Nivel Táctico .....</b>	<b>10</b>
<b>Integración de los SANT con Unidades Tácticas Y Niveles de Conducción .....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>15</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>15</b>
<b>Las Funciones de ISR Necesarias para la Toma de Decisiones Operacionales/Estratégicas .....</b>	<b>15</b>
<b>Tipos de Información Requerida .....</b>	<b>16</b>
<b>Desafíos Técnicos y Logísticos para los SANT en el Nivel Conjunto .....</b>	<b>16</b>
<b>Necesidad de Sistemas de Comando y Control Integrados .....</b>	<b>17</b>
<b>Compatibilidad de Equipos y Software entre Plataformas .....</b>	<b>17</b>
<b>Limitaciones Actuales: Obstáculos Tecnológicos y de Personal .....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>21</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>21</b>
<b>Importancia de Unificar las Capacidades Operativas de los SANT .....</b>	<b>21</b>
<b>Resumen de las Necesidades de Información en el nivel Operacional .....</b>	<b>22</b>
<b>Análisis de los Medios SANT Actuales en las Fuerzas Armadas Argentinas .....</b>	<b>23</b>

<b>Limitaciones y Brechas Actuales en las Fuerzas Armadas Argentinas .....</b>	<b>23</b>
<b>Integración de Recursos en un Contexto Conjunto .....</b>	<b>25</b>
<b>Propuesta de Estructura para una Unidad</b>	
<b>Conjunta de SANT de Nivel Operacional .....</b>	<b>26</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>31</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

La implementación de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) ha revolucionado las operaciones militares modernas, especialmente en los niveles operacional y estratégico. Estos sistemas destacan por su capacidad para proporcionar inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) en tiempo real, factores críticos para la toma de decisiones informadas. Sin embargo, las Fuerzas Armadas Argentinas enfrentan desafíos significativos en su adopción y desarrollo, particularmente en el ámbito operacional, debido a limitaciones tecnológicas, doctrinales y presupuestarias.

Este trabajo analiza las capacidades que han demostrado los SANT en los últimos años, sus funciones en los niveles táctico y operacional en las Fuerzas Armadas Argentinas, y las brechas existentes en su implementación conjunta. Además, se plantea una propuesta para la creación de un Elemento Conjunto que permita desarrollar y optimizar el uso de estos sistemas en el Nivel Operacional.

La hipótesis central sostiene que la creación de un elemento conjunto dedicado a los SANT en el nivel operacional no solo es factible, sino también necesaria para mejorar la toma de decisiones y fortalecer las capacidades operativas de las Fuerzas Armadas Argentinas. Este trabajo busca aportar recomendaciones concretas que sirvan como base para el desarrollo de doctrinas, políticas y estrategias que permitan avanzar hacia una visión de operación conjunta más eficiente y adaptada a los desafíos del futuro.

La investigación se estructura en cuatro capítulos: el primero aborda las capacidades actuales de los SANT; el segundo sus funciones en el nivel táctico, el tercero las necesidades de información operacional, y el cuarto propone un modelo organizacional conjunto (temporal o permanente), para optimizar su empleo en este nivel y aprovechar al máximo sus capacidades.

## CAPÍTULO 1: CAPACIDADES ACTUALES DE LOS SISTEMAS AEREOS NO TRIPULADOS (SANT) Y SUS APLICACIONES.

### Introducción.

El ingenio humano sigue siendo el mejor aliado del soldado frente a amenazas tecnológicas que pueden desequilibrar el campo de batalla. Antes, el mayor enemigo de un Main Battle Tank (MBT) de 60 toneladas, como el Abrams, T 80/90 o Leopard, era un helicóptero de ataque o un soldado con un misil antitanque, ambos muy costosos. Hoy, un pequeño dron con una carga explosiva simple y económica puede lograr el mismo efecto con mayor efectividad y menor costo. Aunque este ejemplo refleja capacidades tácticas, este trabajo se enfoca en el nivel operacional, analizando cómo avances tecnológicos en vehículos aéreos multirol responden a las necesidades de este nivel con costos mucho menores que los de un avión de combate. En este capítulo se exploran las capacidades actuales de los SANT y su crecimiento impulsado por la tecnología y el ingenio humano.

### Introducción a los SANT.

La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) define los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT)<sup>1</sup> como un vehículo aéreo motorizado sin operador humano a bordo, que utiliza fuerzas aerodinámicas para volar, pueden ser autónomas o controladas remotamente, y llevar una carga útil letal o no letal. Misiles de crucero y proyectiles de artillería no se incluyen en esta categoría.

Sin embargo, un SANT abarca más que el vehículo aéreo: Incluye la estación de control, los sistemas de guía y otros elementos necesarios para su operación, como los equipos de lanzamiento y recuperación. Según la misión asignada, que depende de capacidades como tamaño, peso, alcance y autonomía, se determina la diferenciación de los SANT<sup>2</sup> en distintas categorías. La clasificación utilizada por la OTAN<sup>3</sup> es la siguiente:

---

<sup>1</sup> NATO Standardization Agency. (2009). *STANAG 4670: Recommended guidance for the training of designated unmanned aerial vehicle operator (DUO)* (Edición 1, Anexo B, p. B-2).

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> NATO Standardization Office. (2019). *ATP-3.3.8.1: Minimum training requirements for unmanned aircraft systems (UAS) operators and pilots* (Ed. B, Vers. 1, cap 2, pag 2).

**Cuadro 1.****Clasificación de SANT.**

Clasificación SANT de la OTAN						
Clase	Categoría	Nivel	Altitud de Operación	Radio de acción	Principal Comando Apoyado	Ejemplo de plataforma
Clase III (+600 kg)	Ataque	Estratégico / Nacional	Hasta 65.000 Ft	Ilimitado (BLOS)	Teatro	Reaper
	HALE	Estratégico / Nacional	Hasta 65.000 Ft	Ilimitado (BLOS)	Teatro	Global Hawk
	MALE	Operacional / Teatro	Hasta 45.000 Ft	Ilimitado (BLOS)	Fuerza Tarea Conjunta	Heron
Clase II (150 -600 Kg)	Táctico	Formaciones Tácticas	Hasta 18.000 Ft	200 km (LOS)	División / Brigada	Watchkeeper
Clase I (-150 kg)	Small (+15 Kg)	Unidades Tácticas	Hasta 5000 Ft	Hasta 50 Km (LOS)	Batallón, Regimiento	Scan Eagle
	Mini (- 15 Kg)	Subunidades Tácticas	Hasta 3000 Ft	Hasta 25 KM (LOS)	Compañía, pelotón, escuadrón	Skylark
	Micro (-66 Gr)	Subunidades Tácticas	Hasta 200 Ft	Hasta 5Km (LOS)	Pelotón, Escuadrón	Black Widow

**Notas:**

BLOS: Sigla en inglés de “más allá de la línea de vista”. / LOS: ídem “línea de vista”.

En la legislación argentina<sup>4</sup> se encuentra una pequeña variable. Se agrega una división por categorías (en este caso I y II), en las cuales agrupa a las tres clases mencionadas por la OTAN.

**Cuadro 2.****Clasificación de la legislación argentina de los SANT (extracto).**

Clasificación		
Cat	Clase	Pesos
I (Hasta 150 Kg)	1	Micro
		Mini
		Ligero
II (Mayor a 150 Kg)	2	Liviano
		Mediano
	3	Pesado

Como se ha mencionado anteriormente, este trabajo se ubica exclusivamente en el nivel operacional, por lo tanto se hará referencia a los SANT que operen en este nivel, en este caso la clase III (OTAN) / 3 (Legislación argentina). A estos SANT se los conoce como MALE (Medium Altitud Long Endurance).

<sup>4</sup> Administración Nacional de Aviación Civil. (2015). *Reglamento Provisional de Vehículos Aéreos No Tripulados (Resolución N.º 527/2015, Cap. 1, Art. 3).*

### **Descripción Clase MALE.**

Los SANT clase III<sup>5</sup> MALE, son unidades significativamente más grandes que los drones empleados en el nivel táctico, como los observados en la guerra ruso-ucraniana, diseñados para reconocimiento y ataque con pequeñas cargas explosivas. Pensados para niveles superiores al táctico, como el operacional, los SANT MALE cumplen misiones que requieren información contextualizada y en tiempo real, esencial para la toma de decisiones de los comandantes. Para esto, deben operar a mayores distancias y altitudes, permanecer más tiempo sobre el objetivo y portar sensores múltiples, lo que implica un mayor tamaño, velocidad, autonomía y capacidad de carga. Estos SANT dependen de pistas preparadas, medios de navegación avanzados y comunicaciones seguras, mayoritariamente satelitales, con enlaces de datos de alta velocidad. Algunos modelos incluyen sistemas autónomos y de inteligencia artificial (IA<sup>6</sup>), realizando operaciones semi autónomas de hasta 24 hs, distancias de 18.000 km y altitudes de 15.000. Aunque también pueden portar armamento, esta capacidad no es tenida en cuenta para este trabajo.

### **Aplicaciones Actuales de los SANT en el Ámbito Militar.**

Las aplicaciones que en la actualidad pueden darse más comúnmente a los SANT en nuestro país<sup>7</sup> para el nivel operacional, principalmente serán vigilancia, reconocimiento, nodos de comunicaciones, búsqueda y rescate, defensa aérea y recopilación de inteligencia en zonas de conflicto o alta tensión geopolítica. Estas unidades monitorean extensas áreas durante largos períodos, apoyando fuerzas terrestres y navales, gestionando crisis en regiones inestables y protegiendo infraestructuras estratégicas y fronteras. También desempeñan un papel crucial en misiones de seguridad, al proporcionar información en tiempo real que respalda decisiones en escenarios de conflicto. En capítulos posteriores se analizarán en detalle sus funciones y los requisitos necesarios para su operación.

---

<sup>5</sup> Gettinger, D. (2019). The Drone Databook. The Center for the Study of the Drone at Bard College. Pag 15.

<sup>6</sup> Infobae. (2024, 26 de julio). Cómo el XQ-67A, el nuevo dron de las Fuerzas Aéreas de EE.UU., que piensa, vuela y actúa por sí solo. <https://www.inf.com/es-unidos/2024/07/26/como-el-xq-67a-el-nuevo-dr-delaware-las-fuerzas-a-de-eeuu-que-piensa-v-y-actua-por-si-solo/>

<sup>7</sup> Borda Bettolli, C. (2017, septiembre 12). *Vigía 2B, el SART Clase III de la Fuerza Aérea Argentina*. Zona Militar. <https://www.zona-militar.com/2017/09/12/vigia-2b-sart-clase-iii-la-fuerza-aerea-argentina/>

## Limitaciones y Desafíos a Futuro de los SANT.

### *Limitaciones.*

Los SANT clase III MALE, diseñados para largas distancias y múltiples sensores, tienen características únicas que aumentan su tamaño y peso, como motores potentes, combustible, equipos de navegación y sensores avanzados. Con un tamaño estándar como el HERON<sup>8</sup> israelí (10 metros de envergadura, 6 de largo y 600 kg al despegue), requieren infraestructura compleja: pistas tradicionales, hangares para protección y mantenimiento, y logística similar a aeronaves tripuladas. Además, su operación enfrenta restricciones por el control del espacio aéreo en tiempos de paz, con requisitos estrictos según la reglamentación Nacional<sup>9</sup> para vuelos no tripulados.

Sus principales limitaciones incluyen:

- **Transmisión de datos:** Dependencia de enlaces constantes y vulnerabilidad a interferencias.
- **Sensores:** Desafíos en precisión y adaptación a condiciones adversas.
- **Ataques cibernéticos y electrónicos:** Riesgo de compromisos en su funcionamiento.
- **Defensa aérea:** Tamaño y velocidad los hacen vulnerables; enemigos prefieren capturarlos para aprovechar su información.
- **Falta de SATCOM:** Impide operaciones más allá de la línea de visión (BLOS).

Aunque superan estándares técnicos en autonomía y alcance, su efectividad depende de superar estas limitaciones.

### *Desafíos a Futuro.*

Los SANT de nivel operacional enfrentan numerosos desafíos futuros<sup>10</sup> en el contexto de conflictos actuales, especialmente en su integración en operaciones conjuntas que involucran fuerzas terrestres, marítimas y aéreas. Entre los principales desafíos se destacan:

---

<sup>8</sup> Infodefensa. (2019, 18 de junio). IAI presenta nueva versión del UAV Heron. *Infodefensa* . <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3130281/iai-presenta-nueva-version-uav-heron>

<sup>9</sup> Administración Nacional de Aviación Civil [ANAC]. (2019). **Reglamento de vehículos aéreos no tripulados (VANT) y de sistemas de vehículos aéreos no tripulados (SVANT)** (IF-2019-108617135-APN-DGLTYA#ANAC, p. 16).

<sup>10</sup> Wevolver. (s.f.). The future of unmanned and autonomous vehicles: Advanced interoperability, autonomy, and command & control systems. <https://www.wevolver.com/article/the-future-of-unmanned-and-autonomous-vehicles-advanced-interoperability-autonomy-and-command-control-systems>

- **Interoperabilidad:** Los SANT deben interactuar con sistemas tripulados y no tripulados de diversas fuerzas y naciones. Esto incluye identificarse frente a sistemas antiaéreos propios, evitar enemigos y colaborar con operadores de diferentes plataformas y países. La diversidad de fabricantes, sistemas de comunicación, protocolos y software dificulta esta integración. Estándares comunes, como el STANAG 4586 de la OTAN, son clave para coordinar operaciones multinacionales de forma eficiente y segura. Sin interoperabilidad, la efectividad de las misiones conjuntas se ve comprometida.
- **Coordinación y Control:** Es esencial que los SANT mantengan conexión constante con los comandos aliados, especialmente en operaciones combinadas. La falta de estándares internacionales unificados dificulta esta coordinación. Además, el control simultáneo de múltiples UAVs, la protección contra interferencias y ciberataques, y la integración con sistemas tripulados representan desafíos críticos. La inteligencia artificial ha mejorado la capacidad de los operadores para manejar grandes volúmenes de información y tomar decisiones más rápidas, pero la coordinación efectiva entre plataformas tripuladas y no tripuladas sigue siendo una meta compleja.

La interacción entre agencias, fuerzas y naciones requiere protocolos, sistemas y equipos estandarizados, así como un lenguaje común para garantizar la fluidez en la comunicación y la transmisión de datos en operaciones conjuntas.

### **Perspectiva de los 3 Horizontes.**

La perspectiva de los 3 horizontes<sup>11</sup> permite reflexionar sobre procesos de cambio profundo y a largo plazo, considerando que tecnologías como los drones MALE evolucionan en ciclos de inicio, crecimiento, éxito y declive. Esta perspectiva ayuda a anticipar transformaciones y guiar su desarrollo en tres etapas principales.

En el Horizonte 1, los drones MALE son empleados en vigilancia, reconocimiento y ataques de precisión, pero aún dependen del control humano. La innovación se centra en mejorar su eficiencia, protegerlos contra ciberataques y aumentar su resiliencia frente a amenazas electrónicas y antiaéreas.

El Horizonte 2 marca la transición hacia una mayor autonomía, integrando inteligencia artificial para operar en entornos complejos y colaborando con plataformas tripuladas como

---

<sup>11</sup> Roldán, J. (2021). Futuro de los sistemas aéreos de combate no tripulados: un análisis utilizando el marco de los tres horizontes. FUTUROS.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328721001579?via%3Dihub>

multiplicadores de fuerza. También se destacan los enjambres de drones, capaces de coordinarse autónomamente en misiones ofensivas, defensivas y de seguridad.

En el Horizonte 3, los SANT alcanzarán plena autonomía gracias a IA avanzada, permitiéndoles ejecutar misiones complejas sin intervención humana. Sin embargo, la adopción de estos sistemas podría enfrentar resistencia cultural por la falta de confianza en decisiones no humanas, ralentizando su implementación en escenarios críticos.

### **Conclusión.**

En este capítulo se han analizado las capacidades actuales de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) y sus diversas aplicaciones en el nivel operacional de la conducción militar. Los SANT han evolucionado significativamente, integrando sensores avanzados, como cámaras electroópticas y radares, que los convierten en herramientas esenciales para misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR). Además, la autonomía de vuelo prolongada de sistemas como el MQ-9 Reaper ha reducido las limitaciones asociadas a aeronaves tripuladas, eliminando riesgos para la vida humana y minimizando el impacto de factores como el cansancio o el estrés de los operadores, quienes ahora trabajan de forma remota.

En el ámbito ofensivo, los SANT han demostrado una gran precisión en ataques con misiles y bombas guiadas, como lo evidencian múltiples conflictos recientes. Sin embargo, enfrentan limitaciones técnicas, incluyendo vulnerabilidad a condiciones climáticas adversas y a la guerra electrónica, así como desafíos en interoperabilidad y coordinación en operaciones conjuntas, especialmente en contextos multinacionales complejos.

A pesar de estas limitaciones, los SANT han mostrado un gran potencial más allá del ámbito militar. Han probado su utilidad en misiones humanitarias, como búsqueda y rescate, gestión de catástrofes naturales y apoyo a emergencias ambientales, lo que justifica su adquisición al ampliar sus aplicaciones. Dentro de las responsabilidades del Comando Operacional del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, estas capacidades técnicas los posicionan como sistemas ideales para apoyar decisiones en tiempo real en una amplia variedad de misiones, tanto militares como civiles.

## CAPÍTULO 2. LAS FUNCIONES QUE CUMPLEN LOS SANT EN EL NIVEL TÁCTICO.

### **Introducción.**

En los conflictos armados actuales, los SANT desempeñan un papel crucial en el nivel táctico, transformando la dinámica del campo de batalla. Con capacidades avanzadas en vigilancia, reconocimiento, ataque de precisión y apoyo logístico, han mejorado la eficiencia operativa y minimizado los riesgos para el personal militar. Además de sus aplicaciones actuales, destacan por su potencial de desarrollo en autonomía, interoperabilidad y alcance, adaptándose a las demandas de entornos en constante cambio. Esta evolución refuerza su importancia como herramienta estratégica en misiones críticas, consolidándolos como un componente esencial en la guerra moderna. En este capítulo se analizarán las funciones de los SANT en el Nivel Táctico.

### **Contexto de los SANT a Nivel Táctico.**

#### ***Ejército Argentino.***

El Ejército Argentino considera a los SANT como una herramienta clave para integrar la maniobra terrestre, superando en gran medida la limitación de actuar en la tercera dimensión. Su empleo se enfoca principalmente en el nivel táctico, respondiendo a las necesidades específicas de la Fuerza y a la disponibilidad de recursos. Actualmente, los SANT en uso y desarrollo pertenecen mayoritariamente a la categoría I, apoyando desde pequeñas fracciones (pelotones y secciones) hasta unidades tácticas y grandes unidades de combate.

Los SANT para unidades tácticas son portátiles, transportados en mochilas o contenedores manuales. Con un peso de aproximadamente 5 kg y 1,5 metros de envergadura, operan con alimentación eléctrica<sup>12</sup>. Diseñados para misiones de reconocimiento, permiten penetrar hasta 10 km en territorio enemigo, proporcionando imágenes y videos en tiempo real sin comprometer a las patrullas.

Para grandes unidades de combate, los SANT son más grandes (4 metros de envergadura y 70-100 kg), con mejores prestaciones en alcance, tiempo de vuelo, altitud y velocidad. Además, integran sensores avanzados como cámaras térmicas y de visión nocturna, lo que les permite cubrir más territorio y proporcionar información valiosa para niveles superiores de conducción.

---

<sup>12</sup> Redacción DEF. (2015, mayo 19). *Drones "made in Argentina"*. DEF Online. <https://defonline.com.ar/defensa/argentina-vehiculos-tripulados/>

### ***Armada Argentina.***

La Armada Argentina utiliza los SANT bajo un enfoque similar al del Ejército Argentino, condicionado por las mismas limitaciones de recursos y disponibilidad. Sin embargo, sus necesidades operativas se dividen en dos áreas principales.

La flota requiere SANT capaces de operar en amplias áreas marítimas, con gran autonomía y capacidades de detección adecuadas para cubrir estos espacios. Además, deben ser aptos para despegar y aterrizar desde las cubiertas de las unidades navales. Por ello, se consideran más apropiados los SANT de la Clase I en su límite superior (alrededor de 150 kg) y los de Clase II. En 2015, se inició el desarrollo de un SANT de alas rotatorias<sup>13</sup> de Clase II, diseñado para operar desde pequeñas cubiertas y cumplir misiones de vigilancia, búsqueda y rescate, monitoreo ambiental y reconocimiento. Este proyecto sigue en desarrollo<sup>14</sup>, con mejoras en los sensores y propuestas de uso civil, como tareas agrícolas y transporte de pequeñas cargas, para aumentar su viabilidad económica.

En la Infantería de Marina, dado que su foco operativo es principalmente terrestre, las necesidades de información y el empleo de los SANT son similares a las del Ejército Argentino. Por ello, los SANT más adecuados para esta fuerza son de Clase I, que pueden satisfacer las demandas de misiones tácticas en apoyo a las operaciones terrestres.

### ***Fuerza Aérea Argentina.***

La Fuerza Aérea Argentina es la única de las tres fuerzas que desarrolla proyectos en las tres clases de SANT<sup>15</sup> (I, II y III), aunque ninguno está aún en servicio activo.

La Clase I posee varios modelos, utilizados principalmente para desarrollo tecnológico y entrenamiento de operadores. Entre ellos destacan el Búho y el Aukán, que ya han realizado misiones remotas automáticas con sensores para imágenes y video. Ambos están en proceso de homologación por la autoridad de aeronavegabilidad conjunta.

Para la Clase II Se avanza en la certificación y desarrollo del SANT Vigía 2A, que ofrece mayor autonomía, altura de vuelo y soportes para sensores o armamento. Este modelo opera remotamente desde cualquier punto del país mediante control satelital, y cuenta con sensores multispectrales que amplían su versatilidad operativa.

---

<sup>13</sup> Dubois, G. (2021, diciembre 15). *Armada Argentina encarga un dron naval RUAS-160 a INVAP*. Aviacionline. <https://aviacionline.com/2021/12/armada-argentina-encarga-un-dron-naval-ruas-160-a-invap/>

<sup>14</sup> Infobae. (2022, marzo 14). *RUAS-160: cómo es y cuánto vale el helicóptero no tripulado argentino que se usa en defensa y en el campo*. Infobae. <https://www.infobae.com/economia/2022/03/14/ruas-160-como-es-y-cuanto-vale-el-helicoptero-no-tripulado-argentino-que-se-usa-en-defensa-y-en-el-campo/>

<sup>15</sup> Piñeiro, L. (2020, julio 17). *Los UAVs de la Fuerza Aérea Argentina*. Defensa.com. <https://www.defensa.com/argentina/uavs-fuerza-aerea-argentina>

Finalmente en la Clase III Se retomó el desarrollo del Vigía 2B<sup>16</sup>, un SANT MALE orientado a misiones tácticas y estratégicas. Este modelo tiene una envergadura de 12 metros, peso máximo de despegue de 1000 kg, alcance de 1800 km, autonomía de 14 horas y techo de vuelo de 18.000 pies. Está diseñado para vigilancia, reconocimiento, inteligencia, nodos de comunicación, búsqueda y rescate, y defensa aérea. Es el único SANT argentino proyectado con capacidades aptas para misiones en el nivel operacional, destacándose por su potencial estratégico en el ámbito nacional.

### **Funciones Principales de los SANT en el Nivel Táctico.**

Para describir las funciones principales de los SANT en el nivel táctico, no se diferenciará entre las tres fuerzas, ya que los requerimientos en este nivel son, en esencia, muy similares. La principal variación radica en el entorno operativo, ya sea terrestre, marítimo o aéreo. Por ello, aunque se utiliza como referencia la designación que hace el Ejército Argentino de estas funciones, se considera que estas son aplicables también a la Armada y a la Fuerza Aérea Argentina.

#### ***Las Funciones de combate.***

Las funciones de combate son definidas como las **actividades, tareas y sistemas** que, organizados de manera afin, son ejecutados por los medios de las Fuerzas Armadas durante las operaciones tácticas<sup>17</sup>. Estas funciones, al actuar de forma coordinada y armónica, potencian el poder de combate y garantizan la efectividad en el campo de batalla.

Se dividen en:

- **Comando y control:** Permite al comandante visualizar el campo de batalla, comprender la situación y dirigir las acciones militares.
- **Maniobra:** Incluye a las fuerzas participantes y actividades destinadas a obtener un poder de combate superior al del enemigo.
- **Apoyo de fuego:** Conjunto de sistemas y actividades que garantizan el apoyo de fuego necesario para la maniobra planificada.
- **Inteligencia:** Busca conocer las capacidades y debilidades del enemigo, así como las características del ambiente geográfico.

---

<sup>16</sup> Borda Bettolli, C. (2017, 12 de septiembre). *Vigía 2B, el SART Clase III de la Fuerza Aérea Argentina*. Zona Militar. <https://www.zona-militar.com/2017/09/12/vigia-2b-sart-clase-iii-la-fuerza-aerea-argentina/>

<sup>17</sup> Ejército Argentino. (2015). *ROB-00-01 Conducción para las Fuerzas Terrestres* (Cap. II, Sección II, Art. 2.005).

- **Protección:** Preserva a las propias fuerzas de la acción del enemigo.
- **Sostenimiento:** Asegura la continuidad de las operaciones y la libertad de acción mediante tareas, sistemas e infraestructura adecuados.

En este trabajo se analizarán cinco de estas funciones de combate, excluyendo **sostenimiento**, ya que los SANT aún no tienen un rol significativo en esta área a nivel operacional. En este nivel, el sostenimiento requiere sistemas de transporte de grandes capacidades, como barcos, trenes y aviones, que superan ampliamente las posibilidades de los SANT operacionales.

Cada función de combate asigna actividades específicas que la definen y permiten su ejecución:

- **Maniobra:** Ataque, movimiento y sembrado aéreos de minas.
- **Inteligencia:** Exploración, vigilancia y reconocimiento aéreo.
- **Apoyo de fuego:** Proveer soporte de fuego directo o indirecto.
- **Protección:** Seguridad, defensa antiaérea, apoyo químico, biológico y nuclear (QBN), y operaciones electrónicas.
- **Comando y control:** Comando y enlace, además de comunicaciones.

Este análisis se centrará en las actividades más relevantes para las Fuerzas Armadas en el desarrollo y empleo de SANT, sin descartar que funciones como apoyo de fuego puedan ser objeto de proyectos futuros aún no implementados.

### ***La Exploración y Vigilancia.***

Los SANT son un complemento ideal para las tropas y potencian significativamente sus capacidades, especialmente frente al limitado número de efectivos y medios disponibles, y la inmensa amplitud de los espacios de responsabilidad asignados en nuestro país. Este desafío es común a las tres fuerzas: el mar argentino abarca cerca de 1 millón de km<sup>2</sup><sup>18</sup>, mientras que el territorio terrestre alcanza aproximadamente 3.760.000 km<sup>2</sup><sup>19</sup>.

La **exploración** busca recopilar información sobre las actividades y recursos de un enemigo, real o potencial, así como datos meteorológicos, hidrográficos o geográficos de un

---

<sup>18</sup> Armada Argentina. (sf). *Mar Argentino*. Argentina.gob.ar. Recuperado el 25 de octubre de 2024, de <https://www.argentina.gob.ar/armada/intereses-maritimos/mar-argentino#:~:text=Tiene%20una%20extensi%C3%B3n%20de%20alrededor,%20del%20margen%20continental%20argentino>

<sup>19</sup> Secretaría de Medios y Comunicación Pública. (sf). *Extensión*. Argentina.gob.ar. Recuperado el 25 de octubre de 2024, de <https://www.argentina.gob.ar/pais/territorio/extension>

área específica o particular<sup>20</sup>. Dado el vasto territorio nacional, estas operaciones suelen requerir recorrer grandes distancias antes de localizar al enemigo<sup>21</sup> y, una vez en contacto, mantenerse cerca para observar sus movimientos durante largos periodos.

La elección del SANT adecuado depende de factores como la distancia a recorrer, el tiempo sobre el objetivo y el tipo de información requerida. En el nivel táctico, se emplean generalmente SANT Clase I, más pequeños y de corto alcance, pero cuando las características del terreno son más amplias, se necesitan sistemas más avanzados como los Clase II o incluso Clase III, trasladando la misión al nivel operacional.

### ***Vigilancia.***

La **vigilancia de combate** es un procedimiento de obtención de información que implica la observación continua y sistemática, bajo cualquier condición meteorológica, de la zona de combate. Su objetivo es garantizar la seguridad y proporcionar datos para la conducción de operaciones tácticas terrestres<sup>22</sup>. Los SANT Clase III son ideales para estas misiones debido a su capacidad de permanecer en el aire por largos periodos, permitiendo cubrir zonas intermedias no ocupadas por dispositivos de las fuerzas, que debido a la amplitud del territorio (a menudo de cientos de kilómetros) son difíciles de controlar. Sin estos dispositivos, sería necesario emplear tropas en tareas de vigilancia y seguridad, afectando recursos que podrían destinarse a otras misiones, además del esfuerzo logístico y el riesgo que ello conlleva.

Por otro lado, los SANT Clase I pueden desempeñar misiones de vigilancia y seguridad en la retaguardia, alertando sobre movimientos enemigos y evitando sorpresas. Este apoyo reduce la carga de trabajo de las unidades responsables de esos sectores, permitiéndoles centrarse en sus misiones principales.

Una ventaja clave de los SANT Clase III es su capacidad para adaptarse a cambios en las circunstancias. Por ejemplo, un SANT asignado a una misión de exploración o seguridad en un área específica puede, al detectar un evento significativo (como el movimiento inesperado de una Gran Unidad de Combate enemiga), ser reconfigurado para ejecutar una misión de vigilancia. En estos casos, puede permanecer más de 24 horas monitoreando y transmitiendo información en tiempo real, maximizando su utilidad operativa.

---

<sup>20</sup> Ejército Argentino. (2018). *ROP-10-21 Operaciones con Sistema de Aeronaves No Tripuladas en el Ejército Argentino* (Cap. V, Sección I, Art. 5.002).

<sup>21</sup> Interprétese “contacto” como seguir las actividades del enemigo permanentemente sin ser detectado, no a entrar en combate con él.

<sup>22</sup> Ejército Argentino. (2001). *RFD-99-01 Terminología Castrense de Uso en el Ejército Argentino* (Página 278).

### **Integración de los SANT con Unidades Tácticas y Niveles de Conducción.**

La integración de los SANT en los niveles de conducción del teatro de operaciones se basa en sus clases y capacidades, con un enfoque flexible que les permite adaptarse a diferentes niveles según las necesidades operativas. Aunque se establecen tres niveles de apoyo según las tres clases de SANT y los niveles de conducción, esta clasificación es orientativa, ya que su uso real depende de las demandas específicas de cada misión.

En las Unidades Tácticas, los SANT Clase I, de lanzamiento manual o con lanzadores portátiles, se integran directamente con unidades como infantería y artillería. Con un peso inferior a 20 kg y una autonomía de hasta 2 horas, estos sistemas proporcionan información en tiempo real al elemento táctico que la requiere, asegurando una respuesta rápida y precisa.

En las Grandes Unidades de Combate (GUC) Cuando las misiones exceden las 4 horas y requieren operaciones a mayores altitudes, se necesitan SANT Clase I de mayor porte, como el LIPAN III del Ejército Argentino. Estas misiones suelen cubrir sectores vacíos y áreas bajo la responsabilidad de unidades subordinadas a una GUC, exigiendo mayores capacidades técnicas y coordinaciones con agencias de mando a diferentes niveles.

Las Grandes Unidades de Batalla y Nivel Operacional realizan operaciones de mayor alcance y complejidad, como el monitoreo de los espacios abiertos entre tres GUC o más, los SANT Clase II y III son esenciales. Estos sistemas, equipados con enlaces satelitales y navegación autónoma, pueden ejecutar misiones prolongadas a grandes altitudes, satisfaciendo las exigencias del nivel operacional y estratégico.

Hasta ahora, los SANT han proporcionado apoyo exclusivo a sus respectivas fuerzas en el nivel táctico, utilizando sistemas Clase I. Sin embargo, el nivel operacional requiere cubrir amplias extensiones de territorio y satisfacer necesidades de un Estado Mayor Conjunto, lo que demanda SANT Clase II y III con capacidades avanzadas.

En Argentina, actualmente no hay SANT Clase II o III operativos. La Fuerza Aérea desarrolló prototipos orientados a estas categorías, incluyendo plataformas de blancos aéreos. La Armada trabajó en un SANT Clase II de alas rotativas en colaboración con empresas privadas, pero aún no lo ha homologado. El Ejército carece de proyectos en desarrollo más allá de la Clase I, aunque reconoce la necesidad de estos sistemas para cubrir requerimientos operacionales.

Esta integración efectiva entre clases de SANT y niveles de conducción es clave para optimizar recursos, garantizar interoperabilidad y responder a las demandas operativas de manera eficiente.

**Conclusión.**

Este capítulo ha analizado las funciones actuales de los SANT en las Fuerzas Armadas Argentinas. Las principales funciones de estos sistemas se centran en el nivel táctico, apoyando desde unidades tácticas hasta Grandes Unidades de Batalla. A pesar de los programas y proyectos en desarrollo durante más de 15 años, los avances han sido limitados, con la producción del LIPAN del Ejército alcanzando solo unas pocas unidades operativas.

La Armada ha desarrollado algunos prototipos, y su actual proyecto se enfoca en un SANT Clase II de alas rotativas, con capacidades que podrían ser consideradas para el nivel operacional, aunque está limitado a operar desde unidades de superficie. La Fuerza Aérea, por su parte, tiene prototipos de todas las clases de SANT, pero ninguno ha superado la etapa de prototipo. El proyecto fue suspendido por falta de financiamiento, pero recientemente se reanudaron los trabajos.

A pesar de los esfuerzos, la prioridad ha estado en el nivel táctico debido a limitaciones como presupuesto, experiencia y retraso tecnológico. Esto ha generado una zona gris en el nivel operacional, actualmente cubierto por los pocos SANT Clase I disponibles, lo que impone grandes limitaciones en alcance, autonomía, tiempo de vuelo y disponibilidad de medios.

No existe en la doctrina una forma establecida para el empleo de los SANT operacionales, y aunque la Fuerza Aérea parece ser la más indicada para su control, las tres fuerzas tienen la capacidad y el interés en desarrollar esta tecnología. Las necesidades de información del nivel operacional son similares para las tres fuerzas, aunque a mayor escala, requiriendo exploración, vigilancia, seguridad y designación de blancos en grandes áreas vacías que no pueden ser cubiertas con los recursos actuales. Por ello, sería conveniente un elemento conjunto que opere SANT Clase III exclusivamente para este nivel, mejorando la obtención y manejo de información, agilizando la toma de decisiones y reduciendo la incertidumbre.

## **CAPÍTULO 3: NECESIDADES DE INFORMACIÓN EN EL NIVEL OPERACIONAL.**

### **Introducción.**

En el nivel operacional, la información precisa, oportuna y confiable es crucial para planificar y ejecutar maniobras que garanticen el éxito en un conflicto. La capacidad de anticipar movimientos del enemigo, evaluar el terreno y monitorear el desarrollo de las operaciones depende de sistemas efectivos de recolección y procesamiento de datos. En este sentido, los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) son herramientas clave, combinando tecnología avanzada y la capacidad de operar en tiempo real en entornos complejos. Su autonomía, versatilidad y sensores especializados les permiten recopilar y transmitir información crítica, facilitando la toma de decisiones, optimizando recursos y reduciendo riesgos para el personal. Este capítulo detallará las necesidades de información para el nivel operacional y los comandos conjuntos.

### **Las funciones de ISR (Inteligencia, búsqueda y rescate) necesarias para la toma de decisiones operacionales/estratégicas.**

Las funciones de ISR (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) en operaciones militares, según la doctrina de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos<sup>23</sup>, incluyen:

- **Apoyo en la preparación y ejecución de misiones:** Proporciona información continua y actualizada para los planificadores y unidades tácticas, permitiendo adaptarse en tiempo real a cambios en el entorno operacional.
- **Selección de objetivos y evaluación de daños:** Ayuda a identificar, seleccionar y evaluar objetivos críticos, así como a verificar el impacto de los ataques, lo que guía futuras decisiones estratégicas y la planificación de nuevos ataques si es necesario.
- **Predicción de amenazas y alerta temprana:** Mediante herramientas como el análisis del entorno<sup>24</sup> operativo y la inteligencia de batalla<sup>25</sup>, el ISR identifica riesgos potenciales y alerta sobre actividades hostiles, lo que es crucial para tomar decisiones proactivas en el ámbito estratégico.

---

<sup>23</sup> Fuerza Aérea de los Estados Unidos. (2023). *Publicación de doctrina de la Fuerza Aérea 2-0: Inteligencia*. Centro Curtis E. LeMay para el desarrollo y la educación de la doctrina. <https://www.doctrine.af.mil>

<sup>24</sup> Este proceso permite analizar el entorno operativo considerando factores culturales, sociales, económicos, religiosos y gubernamentales.

<sup>25</sup> Se centra en un análisis detallado específico para las unidades y fuerzas del componente operativo.

Estas capacidades brindan a los comandantes una ventaja informativa, facilitando decisiones rápidas y bien fundamentadas en todos los niveles de las operaciones militares.

### **Tipos de Información Requerida.**

En el nivel operacional, la información necesaria para el éxito de las operaciones militares es diversa y abarca múltiples áreas para proporcionar una visión completa de la situación y el entorno. Algunos tipos de información clave relacionados con los SANT para este nivel incluyen:

- **Inteligencia de imágenes:** Se obtiene a través de fotografías, videos y transmisiones en tiempo real de áreas, instalaciones y fuerzas de interés. Esta información visual es fundamental para identificar amenazas, evaluar movimientos y determinar la disposición de las fuerzas enemigas.
- **Información geoespacial (GEOINT):** Proporciona datos sobre las características físicas y geográficas del área de operaciones. Incluye imágenes satelitales, mapas detallados y datos geográficos que son esenciales para planificar movimientos y anticipar obstáculos naturales o creados por el enemigo. Los SANT Clase III pueden suplantar a los satélites en algunos casos, ya que, aunque no operan en órbita, su altitud les permite obtener imágenes de grandes áreas con alta calidad utilizando diversos sensores.
- **Información de seguimiento de objetivos:** Implica el monitoreo constante de la ubicación y actividad de objetivos específicos, como fuerzas enemigas, unidades móviles, actividades en fronteras o individuos clave. Esta información permite a los comandantes ajustar los planes según los movimientos del enemigo en tiempo real.

### **Desafíos Técnicos y Logísticos para los SANT en el Nivel Conjunto.**

- **Interoperabilidad entre Fuerzas y Agencias Gubernamentales:** Las Fuerzas Armadas y otras agencias gubernamentales pueden usar diferentes plataformas de SANT con protocolos y tecnologías distintas, lo que dificulta su integración en operaciones conjuntas. La capacidad de intercambiar datos rápidamente y de forma efectiva es fundamental para el éxito de estas operaciones.
- **Diferencias en Protocolos y Tecnologías:** Cada fuerza armada puede emplear plataformas de SANT con distintos protocolos de comunicación y datos, lo que complica la integración en operaciones conjuntas. Es

esencial que los sistemas sean capaces de intercambiar información de manera eficiente para garantizar una operatividad fluida.

- **Estándares de Comunicación y Transmisión de Datos:** La falta de estándares comunes para la transmisión de información, como video en tiempo real, telemetría e imágenes, limita la eficacia operativa y complica la interoperabilidad entre diferentes fuerzas. Para superar esta barrera, los SANT deben adoptar estándares abiertos o compatibles que faciliten la comunicación y el intercambio de datos sin problemas<sup>26</sup>.

A nivel conjunto, y especialmente cuando hay escasez de recursos, otros usuarios del gobierno pueden utilizar los SANT para apoyar necesidades operacionales y estratégicas. Por ejemplo, en EE. UU., los SANT Predator son utilizados no solo por las fuerzas armadas, sino también para patrullaje, monitoreo y control fronterizo<sup>27</sup>, demostrando un ejemplo exitoso de interoperabilidad entre diferentes agencias que emplean la misma tecnología y protocolos.

### **Necesidad de Sistemas de Comando y Control Integrados.**

**Integración de Redes de C2 (Comando y Control):** Para que los SANT operen eficazmente en un entorno conjunto, deben integrarse en redes de C2 interconectadas, lo que facilita la transmisión de datos entre diferentes niveles de mando y fuerzas. Sin embargo, esto presenta un desafío técnico debido a los distintos requisitos de seguridad y protocolos de encriptación de cada sistema.

**Capacidad de Procesamiento y Distribución de Información:** Los SANT generan grandes volúmenes de datos que deben ser procesados y distribuidos en toda la estructura conjunta. La falta de infraestructura para el procesamiento en tiempo real o sistemas de análisis comunes limita la utilización efectiva de esta información, además de presentar desafíos logísticos para su almacenamiento y transmisión segura.

### **Compatibilidad de Equipos y Software entre Plataformas.**

**Integración de Sensores y Sistemas de Misión:** Los SANT de diferentes fuerzas pueden contar con sensores y sistemas de misión específicos, lo que limita su capacidad para

---

<sup>26</sup> Jefes del Estado Mayor Conjunto de los Estados Unidos. (2021). *Publicación conjunta 3-30: Comando y control de operaciones aéreas conjuntas*. Capítulo II, II-26.

<sup>27</sup> Oficina de Responsabilidad Gubernamental de los Estados Unidos (2016). *Seguridad fronteriza: Tecnología de vigilancia del DHS, sistemas aéreos no tripulados y otros activos* (GAO-16-671T) paginas 11-14.

operar conjuntamente y compartir datos de manera uniforme. La integración de estos sistemas requiere establecer estándares comunes de hardware y software, un proceso complejo y costoso, especialmente cuando los proveedores son de diferentes países con doctrinas distintas.

**Actualización y Mantenimiento de Sistemas:** La interoperabilidad también depende de la capacidad para actualizar y mantener los sistemas de manera compatible. Las diferencias en los ciclos de actualización y capacidades de mantenimiento de los sistemas SANT pueden generar incompatibilidades que afecten la eficacia operativa. La rápida evolución tecnológica dificulta la actualización constante de los sistemas, incluidas las aeronaves.

### **Limitaciones Actuales: Obstáculos tecnológicos y de personal.**

**Costos de Tecnología y Necesidad de Personal Especializado:** Los SANT requieren una inversión significativa en tecnología, además de la necesidad de operadores y analistas especializados, lo cual representa un desafío para países con limitaciones económicas. La formación de personal capacitado lleva tiempo y recursos.

**Infraestructura y Sostenimiento:** La complejidad de los sistemas exige una infraestructura adecuada, lo que aumenta la necesidad de un sostenimiento más extenso. Además, la seguridad de las instalaciones y equipos es crucial, especialmente si están cerca del campo de batalla, lo que representa un riesgo adicional.

### ***Obstáculos Tecnológicos.***

**Limitaciones en autonomía y procesamiento de datos:** Aunque la tecnología avanza, muchos SANT aún dependen de operadores humanos para decisiones en tiempo real, lo que ralentiza las operaciones. La falta de inteligencia artificial avanzada limita su capacidad de actuar de manera autónoma, aunque el debate persiste sobre el alcance de su implementación.

**Capacidad limitada de transmisión de datos en tiempo real:** La infraestructura de comunicación es insuficiente en algunos entornos, especialmente en operaciones conjuntas donde se requiere compartir grandes volúmenes de datos. La saturación de ancho de banda y la interferencia electromagnética también dificultan su efectividad.

**Seguridad cibernética insuficiente:** Los SANT son vulnerables a ataques cibernéticos que podrían comprometer operaciones y comunicaciones. La ciberseguridad sigue siendo un desafío, ya que se debe proteger contra intrusiones sin afectar la velocidad y accesibilidad de los datos en tiempo real.

### ***Limitaciones de Personal.***

La operación de SANT requiere operadores altamente calificados en áreas como pilotaje, gestión de inteligencia y procesamiento de datos, pero la escasez de personal especializado es un desafío, especialmente en entornos conjuntos donde se requiere coordinación con otras ramas militares y aliados. Además, la falta de expertos en análisis de datos ISR limita la capacidad para convertir grandes volúmenes de información en inteligencia útil, lo que genera sobrecarga de trabajo y estrés en los analistas. La rápida evolución tecnológica de los sistemas SANT y ISR exige formación continua, lo que sobrecarga a las unidades al tener que equilibrar capacitación con operaciones diarias. Además, la naturaleza de las misiones puede generar altos niveles de estrés y agotamiento, afectando la eficiencia y precisión. Incluso con autonomía en los sistemas, se mantiene la necesidad de monitoreo constante, lo que implica la disponibilidad de al menos cuatro operadores por sistema para cubrir turnos de 24 horas. La formación de operadores es crucial para el futuro de estas operaciones.

### **Conclusión.**

Las necesidades de información en el nivel operacional resaltan el papel crucial de los SANT, especialmente en Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR), fundamentales para las operaciones militares conjuntas. Estas capacidades permiten a los comandantes anticipar amenazas, seleccionar objetivos y evaluar daños en tiempo real, lo cual es esencial para tomar decisiones precisas y mejorar la efectividad de las operaciones.

Sin embargo, uno de los principales desafíos es la **interoperabilidad** entre plataformas y sistemas de SANT de diferentes fuerzas, particularmente en términos de comunicación, transmisión de datos y estándares comunes. La integración de redes de Comando y Control (C2) es vital para operar conjuntamente, pero la falta de uniformidad tecnológica y problemas de **ciberseguridad** pueden comprometer la eficacia de las misiones.

Además, las limitaciones tecnológicas, como la falta de algoritmos avanzados, impiden la autonomía total de los SANT en entornos de alta intensidad. También existen barreras logísticas y de personal, como la escasez de operadores y analistas calificados, lo que aumenta la carga laboral y el agotamiento en un entorno operativo en constante evolución.

Sin embargo, el uso de los SANT Clase III no debe limitarse solo a las Fuerzas Armadas. Otras agencias del Estado, como las Fuerzas de Seguridad Federal, podrían utilizarlos para patrullar fronteras y monitorear actividades en el Mar Argentino, mientras que los ministerios encargados del cuidado del medio ambiente podrían usarlos en la gestión de catástrofes

naturales. Estos sistemas podrían integrarse en las operaciones militares o emplearse por separado, pero siempre se debe considerar la compatibilidad entre sistemas y operadores.

Para resolver estos problemas, se plantea la necesidad de un organismo conjunto que regule la operación de los SANT Clase III exclusivos para el nivel operacional. Aunque su costo es elevado, su uso representaría un avance tecnológico significativo y una optimización de recursos, evitando la saturación de los SANT de menor clase y mejorando las capacidades operacionales.

## **CAPÍTULO 4: UNIFICACIÓN DE NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y MEDIOS DISPONIBLES PARA LAS FUERZAS ARMADAS ARGENTINAS.**

### **Introducción.**

El objetivo de este capítulo es analizar cómo integrar las necesidades de información operacional identificadas en el nivel conjunto con los recursos actuales y potenciales de las Fuerzas Armadas Argentinas, tanto nacionales como adquiribles en el extranjero. Se proponen soluciones prácticas y eficientes para cerrar las brechas entre demandas y capacidades, buscando mejorar la efectividad operativa de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) y optimizar los recursos disponibles.

En los capítulos anteriores, se establecieron tres pilares fundamentales:

- Se exploraron las tecnologías disponibles, sus aplicaciones y limitaciones en el contexto argentino.
- Se detallaron las misiones específicas en el nivel operacional, destacando su apoyo a las operaciones terrestres y su potencial de empleo.
- Se identificaron las demandas críticas de ISR, subrayando la importancia de una integración efectiva para la toma de decisiones estratégicas.

Este capítulo conecta estos hallazgos proponiendo una solución integral: un elemento conjunto que responda a las necesidades operacionales con los recursos existentes y en desarrollo, maximizando su impacto mediante una estructura coordinada que agrupe los medios necesarios.

### **Importancia de unificar las capacidades operativas de los SANT.**

La unificación de las capacidades de los SANT es esencial para abordar las demandas de información del nivel operacional. A diferencia del nivel táctico, que se enfoca en objetivos inmediatos, el nivel operacional requiere una visión más amplia y sostenida, con recursos para apoyar la toma de decisiones en tiempo real, como vigilancia en profundidad, monitoreo constante y análisis de datos sobre áreas extensas y de difícil acceso.

El empleo unificado permite:

- **Interoperabilidad:** Coordinar y combinar plataformas de diferentes fuerzas para compartir datos y optimizar su uso, como la cobertura aérea extendida de la Fuerza Aérea y la vigilancia de zonas críticas por parte del Ejército.

- **Eficiencia en el uso de recursos:** Evitar la duplicación de esfuerzos y aprovechar mejor los recursos limitados.
- **Respuesta integrada:** Mejorar la coordinación entre fuerzas, reduciendo tiempos de reacción y aumentando la efectividad operativa.

La experiencia internacional, como la de Israel<sup>28</sup> y Estados Unidos, demuestra que la centralización de capacidades ISR en elementos conjuntos permite un análisis más rápido y preciso, minimizando fallos en la cadena de mando. En Argentina, esta unificación no solo cubre necesidades operativas, sino que optimiza recursos y reduce costos en un entorno presupuestario limitado. La creación de un elemento conjunto, ya sea permanente o temporal, es clave para superar limitaciones actuales y asegurar una obtención de información confiable y adaptable. Este enfoque también sería útil en tiempos de paz, para misiones subsidiarias como apoyo en desastres naturales y operaciones humanitarias.

### **Resumen de las Necesidades de Información en el Nivel Operacional.**

En el nivel operacional, las operaciones conjuntas requieren un gran volumen de información precisa y oportuna para permitir que los comandantes planifiquen y ejecuten estrategias complejas. Estos datos son esenciales para reducir la incertidumbre en el campo de batalla y tomar decisiones basadas en inteligencia. La combinación de estos datos con inteligencia humana y electrónica proporciona una visión integral del entorno operacional.

Las principales necesidades identificadas incluyen:

- **Información visual:** Imágenes en alta resolución para identificar movimientos enemigos, infraestructura crítica y cambios en el terreno.
- **Datos geoespaciales:** Mapas detallados de áreas clave para evaluar rutas de acceso, obstáculos y condiciones climáticas.
- **Búsqueda, identificación y seguimiento de objetivos:** Vigilancia en tiempo real de objetivos móviles y fijos, tanto humanos como materiales, para garantizar el éxito de las misiones.

Las misiones clave en el nivel operacional buscan proporcionar a los comandantes la información necesaria para obtener una ventaja sobre el adversario. Estas incluyen:

---

<sup>28</sup> Breaking Defense. (2023, noviembre). *Cómo el cambio de Israel a CENTCOM está dando sus frutos durante el conflicto de Gaza*. <https://breakingdefense.com/2023/11/cómo-el-cambio-de-israel-a-centcom-está-dando-sus-frutos-durante-el-conflicto-de-gaza/>

- **Reconocimiento de Largo Alcance:** Los SANT deben identificar amenazas antes de que lleguen al alcance visual, como concentraciones de tropas enemigas o movimientos logísticos.
- **Vigilancia y seguridad:** Mantener vigilancia continua en áreas críticas para detectar infiltraciones o actividades enemigas en espacios desprotegidos.
- **Evaluación de Daños:** Los SANT evalúan el impacto de los ataques, proporcionando datos para ajustar futuras operaciones.
- **Información para Apoyo Logístico:** Identificación de rutas y zonas de abastecimiento seguras para mejorar la eficiencia de los recursos.

Estas misiones requieren una rápida toma de decisiones mediante la interoperabilidad entre plataformas SANT, lo que facilita un flujo constante de datos al centro de comando conjunto, permitiendo a los comandantes actuar con rapidez en un entorno operativo dinámico.

## **Análisis de los Medios SANT Actuales en las Fuerzas Armadas Argentinas.**

### ***Disponibilidad de SANT por Fuerza Armada.***

Las Fuerzas Armadas Argentinas disponen de recursos limitados en sistemas aéreos no tripulados (SANT), restringiendo su uso en operaciones conjuntas y, especialmente, en el nivel operacional. Actualmente, solo cuentan con unas pocas unidades de Clase I, orientadas al nivel táctico, complementadas con aeronaves de exploración y patrullaje para necesidades operacionales.

La Fuerza Aérea está desarrollando proyectos de SANT Clase II y III, aunque ninguno está operativo. En general, el equipamiento actual prioriza el nivel táctico, lo que afecta la interoperabilidad y efectividad conjunta. Sin embargo, el Ministerio de Defensa ha mostrado interés en adquirir SANT MALE de origen turco<sup>29</sup> para satisfacer las necesidades, similares, de las tres fuerzas.

### **Limitaciones y Brechas Actuales en las Fuerzas Armadas Argentinas.**

A pesar de los avances en el desarrollo y adopción de SANT, las Fuerzas Armadas Argentinas enfrentan desafíos significativos que limitan su capacidad de emplearlos en el nivel operacional. Más allá de los aspectos legales, como la falta de una reglamentación clara sobre

---

<sup>29</sup> Zona Militar. (2024, 5 de septiembre). *El Ministerio de Defensa de Argentina analiza incorporar drones para las Fuerzas Armadas*. <https://www.zona-militar.com/2024/09/05/el-ministerio-de-defensa-de-argentina-analiza-incorporar-drones-para-las-fuerzas-armadas/>

navegación aérea, matriculación y habilitaciones de vuelo, destacan otros obstáculos clave que afectan su implementación efectiva.

### ***Medios disponibles.***

Actualmente, no hay SANT Clase II o III en servicio más allá de la fase prototipo. Los proyectos en curso siguen retrasados en las etapas de pruebas y certificación, debido a limitaciones presupuestarias. Como solución a corto plazo, la opción más viable es adquirir sistemas extranjeros probados, en constante desarrollo y de rápida disponibilidad. La falta de estos sistemas dificulta cubrir grandes áreas y mantener un monitoreo constante, tarea que actualmente recae en aeronaves tradicionales, con altos costos en recursos humanos y materiales. Contar con material operativo proporcionaría experiencia clave para futuros desarrollos nacionales.

### ***Infraestructura de Comunicación:***

Los sistemas de enlace y transmisión de datos no están completamente adaptados a los estándares modernos, especialmente los militares. La ausencia de satélites militares o de uso dual limita la operación en tiempo real y la integración de información en un entorno conjunto. Aunque se han realizado avances recientes en la red satelital militar, todavía se requiere una inversión significativa en infraestructura para garantizar un uso conjunto seguro y eficiente de estos sistemas.

### ***Personal Capacitado.***

La falta de operadores especializados afecta la operación y mantenimiento de los SANT, especialmente los que requieren habilidades avanzadas para análisis de datos y mantenimiento técnico. Según el Cuerpo de Marines<sup>30</sup> de los EE. UU., operar un SANT Clase II o III en misiones de vigilancia y reconocimiento requiere un equipo mínimo de:

- **Mando de Misión:** Coordina la operación general.
- **Operador/Piloto interno:** Controla el UAV durante la misión.
- **Operador de Carga Útil:** Gestiona los sensores y procesa los datos.
- **Piloto Externo:** Realiza el despegue y aterrizaje.
- **Analista de Inteligencia:** Procesa los datos recolectados.

---

<sup>30</sup> Cuerpo de Marines de Estados Unidos (2003). MCWP 3-42.1 Operaciones *con vehículos aéreos no tripulados* (Apéndice B, pág. B-2).

Se necesitan al menos 5 operadores por turno, y para 24 horas de operación, un mínimo de 15 operadores por sistema. Este número aumenta con cada sistema adicional en operación.

### ***El programa educativo y su implementación.***

Actualmente, cada fuerza implementa su propio programa de formación de operadores, enfocado en sus necesidades específicas. Sin embargo, es necesario unificar la formación para sistemas de nivel operacional. Esta tarea podría ser asumida por el elemento conjunto que gestione estos sistemas, una vez se disponga del material adecuado.

### ***Limitaciones Tecnológicas:***

Los sistemas actuales no cuentan con sensores avanzados, como radares, infrarrojos o equipos SIGINT, esenciales para misiones a nivel operacional. Los sensores instalados en los SANT Clase I tienen prestaciones significativamente limitadas.

### ***Mantenimiento y Sostenibilidad:***

La falta de recursos económicos y logísticos dificulta el mantenimiento de los SANT existentes, agravada por la dependencia de componentes importados, lo que genera vulnerabilidades ante restricciones presupuestarias o interrupciones en la cadena de suministro. Estas limitaciones resaltan la necesidad de priorizar inversiones en tecnología, infraestructura y capacitación para maximizar su potencial e integrarlos eficazmente en operaciones conjuntas.

### **Integración de Recursos en un Contexto Conjunto.**

#### ***Estrategia para la Unificación de Recursos.***

La unificación de recursos para operar SANT a nivel operacional exige un enfoque sistémico que asegure interoperabilidad, flexibilidad y comunicaciones seguras para lograr eficiencia operativa. Esto requiere establecer estándares comunes de comunicación, como enlaces de datos encriptados, y desarrollar plataformas de software que centralicen y procesen la información capturada por los SANT de las tres fuerzas. Además, la implementación de procedimientos operativos estándar (SOP) garantizará una integración fluida, desde la planificación de misiones hasta la distribución de productos de inteligencia.

Es crucial contar con infraestructura fija o móvil para coordinar misiones y analizar datos en tiempo real, maximizando la capacidad de respuesta. Ante recursos limitados, se

propone un modelo único de SANT asignado según el entorno: la Armada en el mar, el Ejército en tierra y la Fuerza Aérea en superioridad aérea. También se priorizarán sistemas versátiles para cumplir misiones tanto civiles como militares.

La capacitación conjunta es fundamental para formar operadores con habilidades técnicas y tácticas adaptadas al nivel operacional, reforzada mediante ejercicios conjuntos que mejoren la coordinación entre fuerzas y personal de inteligencia. Finalmente, sistemas de comando y control (C2) interoperables permitirán integrar y distribuir eficientemente la información recolectada, requiriendo una inversión significativa en un sistema común para las tres fuerzas.

### ***Ventajas de la Unidad Conjunta Temporal.***

La creación de una unidad conjunta temporal, activada solo en emergencias o conflictos, ofrece varias ventajas en el contexto económico y logístico actual. Esta unidad permite concentrar los recursos disponibles en momentos críticos, como conflictos, catástrofes naturales o apoyo humanitario, y regresar a las estructuras originales una vez superada la necesidad, lo que otorga **flexibilidad operativa**. Además, al no mantener una estructura permanente, se reducen los **costos** asociados a personal, mantenimiento e infraestructura.

La unidad temporal puede centrarse exclusivamente en las **necesidades críticas** del nivel operacional, como monitoreo de largo alcance o recolección de inteligencia, delegando las tareas tácticas a las fuerzas correspondientes. También, al ser de naturaleza temporal, facilita la **adaptabilidad tecnológica**, permitiendo la integración de nuevas tecnologías a medida que estén disponibles, sin incurrir en los altos costos de actualizar una unidad permanente. Estas ventajas se basan en la suposición de que al menos dos fuerzas cuentan con SANT Clase II o III operativos y que los sistemas son de la misma clase o suficientemente similares, lo que facilita su integración y operación conjunta.

### **Propuesta de Estructura para una Unidad Conjunta de SANT de Nivel Operacional.**

#### ***Organización Recomendada***

##### ***Nivel del Elemento.***

Dado el contexto económico actual, es realista suponer que el elemento conjunto contará con un máximo de tres SANT Clase II y III (uno por fuerza). En este escenario, la organización más adecuada sería un Escuadrón/Compañía Conjunto para misiones de ISR, compuesto por:

- **Sección Comando:** Supervisa las actividades y asegura el cumplimiento de las órdenes.

- **Sección ANT:** Gestiona las aeronaves disponibles, organizadas en grupos según la cantidad de equipos.
- **Sección de Apoyo:** Encargada de suministros, transporte y soporte general.  
Opcionalmente, podrían incluirse:
- **Sección Mantenimiento Técnico:** Realiza mantenimiento preventivo y correctivo.
- **Sección Enlaces:** Gestiona comunicaciones y transmisión de información durante el vuelo.

### ***Composición de Personal.***

Para operar 24 horas, cada SANT requiere aproximadamente 15 personas, incluyendo operadores de sistema, sensores y jefe de misión. A esto se sumarían al menos dos técnicos en mecánica y dos en sensores, totalizando unas 19-20 personas por SANT. Con 3 sistemas disponibles, el escuadrón necesitaría unas 60 personas, aunque este número podría ajustarse según las necesidades.

### ***Cadena de Mando y/o dependencia jerárquica.***

Aunque no es central al tema del trabajo, se sugiere que los SANT dependan del Comandante Operacional del Estado Mayor Conjunto, ya que este coordina todas las operaciones en paz y guerra. Esto asegura que los SANT, como medios de uso dual, se alineen con las prioridades operacionales, evitando interferencias con las tareas tácticas de las fuerzas. Además, su utilidad en operaciones de paz, como apoyo humanitario o patrullaje de fronteras, refuerza esta dependencia.

### ***Coordinación con los componentes.***

La organización debería contar con al menos 3 SANT, operados por personal de cada fuerza, especializado en sus necesidades y actuando como asesores del jefe de elemento y enlaces con los comandos de componentes. Esta coordinación optimiza el uso de los datos recolectados, distribuyéndolos rápidamente a los comandos operativos. La estructura propuesta integra eficazmente los SANT en operaciones conjuntas, maximizando recursos limitados y garantizando una respuesta ágil a las necesidades del nivel operacional.

### **Conclusión.**

La unificación de capacidades y recursos para la operación de SANT en el nivel operacional es esencial para optimizar la respuesta a las demandas de información. Ante

recursos limitados, consolidar los medios disponibles mediante un enfoque conjunto permite maximizar capacidades, reducir costos y aumentar la interoperabilidad entre fuerzas.

Se propone crear un elemento conjunto que integre capacidades de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR), atendiendo tanto las necesidades estratégicas como misiones subsidiarias, como desastres naturales. Este enfoque evitaría duplicaciones, promoviendo un sistema interoperable con mando centralizado y procedimientos estandarizados.

A corto plazo, la adquisición de SANT Clase II o III extranjeros, el fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones y la formación conjunta de operadores son pasos clave para cerrar brechas. A largo plazo, la inversión en tecnología local y la centralización de información en plataformas C2 unificadas potenciarán la autonomía y efectividad operativa.

Un escuadrón conjunto temporal, con personal especializado y medios interoperables, ofrecería una solución flexible y eficiente, adaptable a limitaciones presupuestarias y desafíos modernos. Este modelo facilitaría una transición hacia una capacidad operativa más robusta, fortaleciendo la seguridad nacional y la efectividad conjunta.

## CONCLUSIONES.

El análisis realizado a lo largo de este trabajo destaca la importancia estratégica de los Sistemas Aéreos No Tripulados (SANT) para fortalecer las capacidades del nivel operacional en las Fuerzas Armadas Argentinas. Desde la identificación de las capacidades actuales y las limitaciones en infraestructura y recursos, hasta las propuestas de integración conjunta, se evidencia que los SANT son herramientas indispensables para responder a las demandas de un entorno operacional dinámico y complejo.

En el **Capítulo 1**, se estableció un marco conceptual y técnico que permitió comprender las capacidades de los SANT en sus distintas clases. Aunque los sistemas actuales, especialmente de Clase I, cumplen funciones tácticas importantes, su alcance es limitado para cubrir las necesidades operacionales. La ausencia de SANT Clase II y III en servicio operativo subraya la necesidad de priorizar su adquisición y desarrollo.

El **Capítulo 2** analizó las funciones de los SANT en el nivel táctico, destacando su efectividad en proporcionar inteligencia en tiempo real y aumentar la eficiencia operativa. Sin embargo, quedó claro que estas capacidades no están integradas de manera adecuada con los niveles superiores de conducción, lo que limita su impacto en un entorno conjunto.

En el **Capítulo 3**, se detallaron las necesidades de información crítica del nivel operacional, como datos geoespaciales, seguimiento de objetivos y evaluación en tiempo real. Estas demandas requieren sistemas más avanzados, con sensores específicos y capacidades de transmisión de datos seguras y eficientes. Además, se identificaron las limitaciones actuales en interoperabilidad, infraestructura y personal especializado, que dificultan una respuesta efectiva a las operaciones conjuntas.

Finalmente, el **Capítulo 4** propuso dos modelos para integrar las capacidades de los SANT: un elemento conjunto permanente y otro temporal. Si bien el modelo permanente maximiza la eficiencia a largo plazo, su implementación requiere un compromiso presupuestario significativo. En cambio, el modelo temporal es más viable en el corto plazo, permitiendo acumular experiencia operativa mientras se desarrollan las capacidades necesarias para una solución permanente.

En síntesis, este trabajo subraya la necesidad de:

- **Adquirir y desarrollar SANT Clase II y III** para garantizar una cobertura territorial adecuada y satisfacer las necesidades del nivel operacional.

- **Implementar un modelo de elemento conjunto**, comenzando con una estructura temporal que permita optimizar recursos y facilitar la transición hacia un sistema permanente.
- **Invertir en infraestructura tecnológica y formación de personal**, priorizando la interoperabilidad entre fuerzas y con el sector civil.
- **Aprovechar el uso dual de los SANT** para maximizar su utilidad tanto en operaciones militares como en tareas civiles, como desastres naturales y patrullaje fronterizo.

### **Propuestas de Investigación Futura**

- **Automatización e Inteligencia Artificial (IA):** Investigar cómo las tecnologías autónomas e IA pueden mejorar la operación de SANT.
- **Estrategias para Acelerar el Desarrollo Nacional de SANT:** Evaluar cómo impulsar la producción local de SANT Clase II y III.
- **Interoperabilidad Internacional:** Analizar cómo adoptar estándares globales para facilitar la cooperación en misiones multinacionales.
- **Resiliencia ante Amenazas Cibernéticas:** Investigar medidas para fortalecer la ciberseguridad de los SANT frente a ataques electrónicos, garantizando operaciones seguras en entornos de alta intensidad.
- **Optimización del Uso Dual Civil-Militar:** Estudiar casos exitosos de integración de SANT en tareas civiles, como monitoreo ambiental y respuesta a emergencias.

En conclusión, la integración de los SANT en un entorno conjunto no solo es factible, sino imprescindible para aumentar la capacidad operativa y estratégica de las Fuerzas Armadas Argentinas. Este enfoque optimiza recursos limitados, fortalece la seguridad nacional y posiciona a las Fuerzas Armadas como actores preparados para los desafíos operacionales del futuro, sentando las bases para una doctrina moderna e innovadora.

## REFERENCIAS.

- Administración Nacional de Aviación Civil. (2015). Reglamento Provisional de Vehículos Aéreos No Tripulados (Resolución N.º 527/2015).
- Administración Nacional de Aviación Civil [ANAC]. (2019). Reglamento de vehículos aéreos no tripulados (VANT) y de sistemas de vehículos aéreos no tripulados (SVANT) (IF-2019-108617135-APN-DGLTYA#ANAC).
- Armada Argentina. (s.f.). Mar Argentino. *Argentina.gob.ar*. (25 de octubre de 2024). <https://www.argentina.gob.ar/armada/intereses-maritimos/mar-argentino#:~:text=Tiene%20una%20extensi%C3%B3n%20de%20alrededor>
- Borda Bettolli, C. (12 de septiembre de 2017,). Vigía 2B, el SART Clase III de la Fuerza Aérea Argentina. *Zona Militar*. <https://www.zona-militar.com/2017/09/12/vigia-2b-sart-clase-iii-la-fuerza-aerea-argentina/>
- Breaking Defense. (, noviembre de 2023). Cómo el cambio de Israel a CENTCOM está dando sus frutos durante el conflicto de Gaza. <https://breakingdefense.com/2023/11/cómo-el-cambio-de-israel-a-centcom-está-dando-sus-frutos-durante-el-conflicto-de-gaza/>
- Dubois, G. (15 de diciembre de 2021). Armada Argentina encarga un dron naval RUAS-160 a INVAP. *Aviacionline*. <https://aviacionline.com/2021/12/armada-argentina-encarga-un-dron-naval-ruas-160-a-invap/>
- Ejército Argentino. (2001). *RFD-99-01 Terminología Castrense de Uso en el Ejército Argentino*.
- Ejército Argentino. (2015). *ROB-00-01 Conducción para las Fuerzas Terrestres*.
- Ejército Argentino. (2018). *ROP-10-21 Operaciones con Sistema de Aeronaves No Tripuladas en el Ejército Argentino*.
- Fuerza Aérea de los Estados Unidos. (2023). *Publicación de doctrina de la Fuerza Aérea 2-0: Inteligencia*. Centro Curtis E. LeMay para el desarrollo y la educación de la doctrina.
- Gettinger, D. (2019). *The Drone Databook*. The Center for the Study of the Drone at Bard College.
- Infobae. (14 de marzo de 2022). RUAS-160: Cómo es y cuánto vale el helicóptero no tripulado argentino que se usa en defensa y en el campo. *Infobae*. <https://www.infobae.com/economia/2022/03/14/ruas-160-como-es-y-cuanto-vale-el-helicoptero-no-tripulado-argentino-que-se-usa-en-defensa-y-en-el-campo/>
- Infobae. (26 de julio de 2024). Cómo el XQ-67A, el nuevo dron de las Fuerzas Aéreas de EE.UU., que piensa, vuela y actúa por sí solo. <https://www.inf.com/es->

[unidos/2024/07/26/como-el-xq-67a-el-nuevo-drone-de-las-fuerzas-aereas-de-eeuu-que-piensa-vuela-y-actua-por-si-solo/](https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/3130281/iai-presenta-nueva-version-uav-heron)

Infodefensa. (18 de junio de 2019). IAI presenta nueva versión del UAV Heron. *Infodefensa*.

<https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrars/3130281/iai-presenta-nueva-version-uav-heron>

Jefes del Estado Mayor Conjunto de los Estados Unidos. (2021). *Publicación conjunta 3-30: Comando y control de operaciones aéreas conjuntas*.

NATO Standardization Agency. (2009). *STANAG 4670: Recommended guidance for the training of designated unmanned aerial vehicle operator (DUO)*.

NATO Standardization Office. (2019). *ATP-3.3.8.1: Minimum training requirements for unmanned aircraft systems (UAS) operators and pilots*.

Oficina de Responsabilidad Gubernamental de los Estados Unidos. (2016). Seguridad fronteriza: *Tecnología de vigilancia del DHS, sistemas aéreos no tripulados y otros activos* (GAO-16-671T).

Piñeiro, L. (17 de junio de 2020). Los UAVs de la Fuerza Aérea Argentina. *Defensa.com*.

<https://www.defensa.com/argentina/uavs-fuerza-aerea-argentina>

Redacción DEF. (19 de mayo de 2015). Drones “made in Argentina”. *DEF Online*.

<https://defonline.com.ar/defensa/argentina-vehiculos-tripulados/>

Roldán, J. (2021). Futuro de los sistemas aéreos de combate no tripulados: un análisis utilizando el marco de los tres horizontes. *FUTUROS*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328721001579?via%3Dihub>

Zona Militar. (5 de septiembre de 2024). El Ministerio de Defensa de Argentina analiza incorporar drones para las Fuerzas Armadas. [https://www.zona-](https://www.zona-militar.com/2024/09/05/el-ministerio-de-defensa-de-argentina-analiza-incorporar-drones-para-las-fuerzas-armadas/)

[militar.com/2024/09/05/el-ministerio-de-defensa-de-argentina-analiza-incorporar-drones-para-las-fuerzas-armadas/](https://www.zona-militar.com/2024/09/05/el-ministerio-de-defensa-de-argentina-analiza-incorporar-drones-para-las-fuerzas-armadas/)