



FUNDADO EL 15 DE JULIO DE 1906

ISSN N° 0716-3835

# MEMORIAL

DEL

# Ejército de Chile

CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES MILITARES  
AGOSTO - 2026 N° 518



FUNDADO EL 15 DE JULIO DE 1906

---

# MEMORIAL

DEL

# Ejército de Chile

---

CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES MILITARES

AGOSTO-2026 N° 518

**EDITOR RESPONSABLE:**

**Director de la Revista**  
**GDB CARLOS URRUTIA ARAY**  
Director del Centro de Estudios e Investigaciones Militares

**COMITÉ EDITORIAL:**

**CRL. (R) MARCO MATURANA MENA**  
Magíster en Ciencia Política - Asesor de contenidos y editor  
**FRANCISCO ARREDONDO KRSANAC**  
Diseñador Gráfico

**COMITÉ ACADÉMICO:**

**GDD (R) JAVIER URBINA PAREDES**  
Magíster en Ciencia Política  
**GDD (R) MARIO ARTEAGA VELÁSQUEZ**  
Doctor en Relaciones Internacionales  
**GDD (R) FELIPE ARANCIBIA CLAVEL**  
Magíster en Ciencia Política  
**GDD (R) JORGE PEÑA LEIVA**  
Master of Arts in Security Studies  
**CRL. MAURICIO IBARRA ZOELLNER**  
Doctor en Historia  
**CRL. (R) RODOLFO ORTEGA PRADO**  
Doctor en América Latina Contemporánea  
**CRL. (R) SERGIO QUIJADA FIGUEROA**  
Doctor en Modelación y Simulación  
**TCL. (R) JORGE SANZ JOFRÉ**  
Doctor en Desarrollo Local y Territorio

Revista fundada el 15 de julio de 1906. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización. Las colaboraciones y los juicios en ella vertidos son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente el pensamiento ni la doctrina del Ejército de Chile.

Centro de Estudios e Investigaciones Militares  
Avenida Santa Isabel 1651, Santiago-Chile  
Teléfonos: (56-2) 226683800-226683836  
Email: extension.cesim@ejercito.cl  
**ISSN N° 0716-3835**

# MEMORIAL

DEL

## Ejército de Chile

Nº 518-AGOSTO 2026

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>EDITORIAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>7</b>  |
| <hr/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| <b>FUERZA TERRESTRE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>9</b>  |
| LA EVOLUCIÓN DE LOS ENTORNOS OPERACIONALES: DE VUCA A BANI COMO DESAFÍO PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES MILITARES<br><i>FRANCISCO JAVIER URRRA RIVEROS</i>                                                                                                                                                                   | 11        |
| EMPLEO DE UAV EN UNIDADES FUNDAMENTALES DE EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES (UFEC) PARA OPERACIONES EN MACROZONAS<br><i>CAPITÁN CRISTIAN AGUILERA HERVIEUX</i>                                                                                                                                                                        | 31        |
| LA REVISIÓN SISTEMÁTICA EN LA INVESTIGACIÓN MILITAR CHILENA: PRISMA 2020 COMO PROPUESTA COMPLEMENTARIA PARA LA ACADEMIA DE GUERRA Y ACADEMIA POLITÉCNICA MILITAR<br><i>CAPITÁN ADRIÁN KLAPP FRITZ - JOSÉ LUIS VALÍN RIVERA - CRISTÓBAL GALLEGUILLLOS KETTERER - RENÉ ALEJANDRO VENEGAS VELÁSQUEZ - CONSTANZA CERDA CANALES</i> | 53        |
| HISTORIA Y EVOLUCIÓN ESTRATÉGICA DEL COMANDO DE TRANSFORMACIÓN DEL EJÉRCITO DEL FUTURO (COTEF): UN MODELO DE INNOVACIÓN MILITAR EN COLOMBIA<br><i>CORONEL HÉCTOR JULIO RÍOS ROLÓN</i>                                                                                                                                          | 73        |
| CAPACIDADES FUTURAS, FORMACIÓN PRESENTE: NUEVAS TENDENCIAS EN EL ÁMBITO MILITAR COMO DESAFÍO ACADÉMICO PARA EL SUBOFICIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE<br><i>TENIENTE CORONEL VERÓNICA POLI PARRA – MAYOR JORGE DELGADO GOLUSDA</i>                                                                                                   | 87        |
| <hr/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| <b>CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>99</b> |
| SSPECTRA: PROPOSICIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DETECCIÓN DE CAMBIOS Y OBJETOS EN IMÁGENES SATELITALES PARA LA VIGILANCIA FRONTERIZA<br><i>JONATHAN ENRIQUE RUIZ APABLAZA</i>                                                                                                                                              | 101       |

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA Y MATERIALES PARA LA APLICACIÓN DE MANUFACTURA ADITIVA, SOLUCIONES PARA EL MANTENIMIENTO RECUPERATIVO<br>TENIENTE CORONEL CAROLINA ALVARADO BURGOS | 117 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

---

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b><i>EJÉRCITO Y SOCIEDAD</i></b> | <b>135</b> |
|-----------------------------------|------------|

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| NUEVAS ARMAS BIOLÓGICAS, ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y VULNERABILIDADES<br>TENIENTE CORONEL ALEXANDER BETZHOLD FORMIGLI | 137 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

---

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b><i>HISTORIA MILITAR</i></b> | <b>153</b> |
|--------------------------------|------------|

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A 140 AÑOS DE LA LLEGADA DEL MODELO MILITAR PRUSIANO A CHILE<br>CORONEL MAURICIO IBARRA ZOELLNER | 155 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

---

|                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| <b><i>COMENTARIOS DE LIBROS Y REVISTAS DE INTERÉS MILITAR</i></b> | <b>183</b> |
|-------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| GENERAL RAMÓN CAÑAS MONTALVA: PIONERO DE LA GEOPOLÍTICA EN CHILE<br>AUTOR: JOHN GRIFFITHS Y MARCELO MASALLERAS<br>POR DANITZA ALEJANDRA ANDRADE PALACIOS | 185 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

---

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b><i>NORMAS EDITORIALES</i></b> | <b>191</b> |
|----------------------------------|------------|

## EDITORIAL



**MEMORIAL**  
DEL  
Ejército de Chile



# EDITORIAL

Estimados lectores y seguidores, reciban un afectuoso saludo. En esta primera edición del año les presentamos variados e interesantes artículos de colaboradores miembros de la institución, y lo más enriquecedor, de diferentes categorías, grados y géneros. Todos aportan.

En la sección Fuerza Terrestre hemos considerado cinco interesantes artículos que les presentaremos a continuación:

El primer artículo analiza la dinámica de los marcos conceptuales para interpretar entornos estratégicos complejos, orientando su contenido desde la transición que representa el modelo VUCA hacia el paradigma BANI como un complemento de este, asimismo, se analizan las implicancias de este enfoque para la planificación estratégica, el desarrollo de capacidades militares y la generación de doctrina y docencia institucional.

En el siguiente tema, en el contexto de la revolución generada por la irrupción de los drones en los conflictos actuales, las características de su bajo costo y la multiplicidad de modelos y funciones, el autor analiza y propone la factibilidad de incorporar vehículos aéreos no tripulados (UAV) en las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe (UFEC) del Ejército de Chile, con énfasis en los despliegues en las macrozonas norte y sur.

En el ámbito de la investigación e independiente de las metodologías existentes en la institución, especialmente en las escuelas y academias, el artículo propone incorporar PRISMA 2020 como estándar complementario para revisiones sistemáticas, fundamentando que esta integración fortalecería la trazabilidad, la comparabilidad y la legibilidad para el lector y la utilidad de fortalecer el conocimiento y la investigación.

Los ejércitos evolucionan, se modernizan y adaptan permanentemente a entornos estratégicos complejos y cambiantes, generados por el vertiginoso avance de las tecnologías en la guerra, la vigencia de los conflictos armados y las amenazas emergentes. En esta oportunidad les presentamos antecedentes del Comando de Transformación del Ejército del Futuro (COTEF) del Ejército Nacional de Colombia.

En el caso del Ejército de Chile, las características geográficas del territorio, la naturaleza e incremento de nuevas misiones, los desafíos que impone el contexto de la sociedad, generan el compromiso de contar con una fuerza militar con un recurso humano preparado para los nuevos desafíos, siendo el área educativa uno de los más importantes. En un artículo elaborado por dos oficiales jefes de la Escuela de Suboficiales se desarrolla un enfoque basado en las nuevas tendencias y las capacidades futuras que se requieren para los suboficiales.

En el ámbito de la ciencia y la tecnología se han considerado dos artículos que aportan a esta edición, como se indica:

Conocido es el rol que cumplen las Fuerzas Armadas y las policías chilenas en la vigilancia y control de nuestras amplias y extensas fronteras, en donde el soporte tecnológico es trascendental. En ese contexto, el autor, perteneciente al Instituto Geográfico Militar, nos da a conocer las ventajas y cualidades del SSPECTRA, consistente en la proposición de un sistema automatizado de detección de cambios y objetos en imágenes satelitales para la vigilancia fronteriza.

El siguiente artículo analiza la fabricación aditiva metálica y su impacto en el ámbito militar, describiendo las tecnologías disponibles y su aplicación en los ejércitos más desarrollados, relacionadas con la producción de repuestos, herramientas y componentes estructurales. En el caso del Ejército de Chile, su autora da a conocer algunos avances en la adopción de estas tecnologías, principalmente en el Regimiento Logístico N°6 “Pisagua”, recomendando acciones para fortalecer la capacitación técnica, estandarizar procesos y avanzar gradualmente hacia la impresión metálica certificada.

En el ámbito del Ejército y sociedad: El desarrollo y aplicación de tecnologías en el ámbito de las capacidades estratégicas de un Estado abarca una gran variedad de productos, entre ellos los nuevos tipos de armas biológicas (CBRN) a partir del uso de nuevas tecnologías de ingeniería genética. En el artículo que les presentamos se analizan las características de las tecnologías emergentes y su impacto en la defensa biológica militar, como elemento base para el desarrollo futuro de la Fuerza Terrestre.

Finalmente, en la sección historia militar, les presentamos un artículo que profundiza sobre el estado institucional posterior a la Guerra del Pacífico y todos los antecedentes, muchos de ellos poco conocidos, sobre el proceso que marcó la llegada de la doctrina militar alemana y su influencia en Chile y el proceso de modernización de nuestro Ejército, conocido historiográficamente como “prusianización”.

FUERZA TERRESTRE



**MEMORIAL**  
DEL  
**Ejército de Chile**



# LA EVOLUCIÓN DE LOS ENTORNOS OPERACIONALES: DE VUCA A BANI COMO DESAFÍO PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES MILITARES

FRANCISCO JAVIER URRÁ RIVEROS<sup>1</sup>

**Resumen:** *el artículo analiza la evolución de los marcos conceptuales utilizados para interpretar entornos estratégicos complejos, centrando su atención en la transición desde el modelo VUCA hacia el paradigma BANI. En primer término, se revisa el origen y la utilidad del enfoque VUCA, ampliamente empleado durante años para comprender escenarios caracterizados por la volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad.*

*Posteriormente, se aborda la aparición del paradigma BANI, surgido como respuesta a un contexto global marcado por la creciente fragilidad de los sistemas, la ansiedad social y el comportamiento no lineal de los fenómenos contemporáneos.*

*En el ámbito militar, el texto plantea que esta transición no implica el reemplazo del modelo VUCA, sino su complementación mediante una perspectiva que permite interpretar con mayor profundidad los desafíos actuales. Asimismo, se examinan las implicancias de este enfoque para la planificación estratégica, el desarrollo de capacidades militares y la generación de doctrina y docencia institucional. Finalmente, se destaca que la incorporación del paradigma BANI en estos procesos contribuirá a fortalecer la resiliencia organizacional y a mejorar la adaptabilidad operacional frente a escenarios cada vez más dinámicos e inciertos.*

**Palabras clave:** VUCA, BANI, capacidades militares, doctrina, adaptabilidad.

**Abstract:** *The article analyzes the evolution of conceptual frameworks used to interpret complex strategic environments, focusing on the transition from the VUCA model to the BANI paradigm. First, it reviews the origin and usefulness*

---

1 Psicólogo, Licenciado en Psicología y perito judicial; capitán de reserva en el Arma de Artillería (UBM Escuela Militar), Magíster en Ergonomía en la Universidad de Concepción (UdeC) y Magíster en Educación Superior Mención Docencia e Investigación Universitaria en la Universidad Central (UCEN); Certificate in Ergonomics and Human Factors en la Universidad de Harvard; Postítulo profesional en Administración de Recursos Humanos en la Universidad Católica del Norte (UCN) y Diplomado en Salud Ocupacional en la Universidad de Chile (UCHILE). Actualmente ejerce como Metodólogo en el Centro de Estudios Estratégicos de la Academia de Guerra (CEEAG).

*of the VUCA approach, which has been widely used for years to understand scenarios characterized by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity. It then examines the emergence of the BANI paradigm, which arose in response to a global context marked by increasing system fragility, social anxiety, and the non-linear behavior of contemporary phenomena.*

*In the military domain, the text argues that this transition does not imply the replacement of the VUCA model, but rather its complement through a perspective that allows for a deeper interpretation of current challenges. It also examines the implications of this approach for strategic planning, the development of military capabilities, and the generation of institutional doctrine and education. Finally, it highlights that incorporating the BANI paradigm into these processes will contribute to strengthening organizational resilience and improving operational adaptability in increasingly dynamic and uncertain environments.*

**Keywords:** VUCA, BANI, military capabilities, doctrine, adaptability.

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, los conflictos han estado marcados por la incertidumbre y la complejidad; ante esto, a la fecha se han desarrollado diferentes sistemas relativamente efectivos que permiten identificar y adaptarse a este constante cambio. Esto incluye elementos fundamentales como la estrategia militar y la disciplina, así como también tácticas y técnicas de combate arraigadas en la doctrina de las fuerzas armadas; al respecto, la doctrina no solo constituye un conjunto de principios orientadores para la acción, sino que también representa un proceso dinámico de aprendizaje institucional que nutre la docencia y la formación de la fuerza, permitiendo traducir las lecciones aprendidas en conocimiento sistematizado, asegurando que las nuevas realidades operacionales sean incorporadas tempranamente en la preparación y el entrenamiento de la fuerza.

Al respecto, gran parte de “la preparación para la guerra” consiste en implementar herramientas culturales que mitiguen el impacto del cambio, permitiendo así controlar mejor las implicancias de los entornos disruptivos.

Actualmente, las fuerzas armadas operan en un entorno caracterizado por la disrupción, la ambigüedad y la ausencia de reglas claras, lo que incrementa el riesgo de conflicto, desafiando los paradigmas tradicionales, configurando así una realidad compleja y resistente a ser comprendida. En este orden, los escenarios actuales, marcados por la inestabilidad y los cambios abruptos, exigen un enfoque renovado para comprender el campo de batalla, ya que los métodos tradicionales resultan insuficientes ante el colapso del orden establecido.

Una de las formas más destacadas que hemos encontrado para conceptualizar la dinámica del cambio y el estudio de los entornos en los cuales son empleadas las fuerzas armadas, es el concepto VUCA, un

acrónimo que integra la volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad; el cual se ha consolidado como una herramienta clave para comprender la dinámica del cambio y la toma de decisiones en entornos militares caracterizados por transformaciones constantes y desafiantes; en efecto, Díaz (2019) señala que el panorama estratégico mundial con sus dinámicas y aspectos relevantes está inserto en un ambiente de permanente volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad, características propias de los estudios del futuro.<sup>2</sup>

El concepto VUCA surgió a fines de los años 1980, en el U.S. Army War College,<sup>3</sup> y se expandió en la década de 1990; posteriormente, a inicios de los 2000, fue incorporado en textos doctrinarios y en la planificación operativa, reflejando el nuevo mundo interconectado, digital y posterior a la “Guerra Fría”. Este proceso fue acompañado por una intensa generación de doctrina y docencia, permitiendo institucionalizar el pensamiento VUCA dentro de los sistemas de educación profesional militar. De esta forma, las academias y escuelas adaptaron sus programas, simulaciones y ejercicios a la comprensión de entornos volátiles y ambiguos, transformando el aprendizaje en un instrumento de desarrollo de capacidades estratégicas.

Con el avance del nuevo siglo, los principios de volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad se incorporaron en la planificación militar, impulsando el desarrollo de herramientas tales como el pensamiento prospectivo, la creación de escenarios y simulaciones.

Aunque no predictivas, estas metodologías permitieron facilitar la comprensión de los posibles escenarios, ayudando a estructurar la acción en contextos inciertos; en este orden de ideas, la Política de Defensa Nacional de Chile confirma lo anterior, señalando que este tipo de entornos ... *“de alta volatilidad, incertidumbre y ambigüedad, donde las amenazas mutarán acelerada y constantemente configurando escenarios cuya visualización es compleja”*.<sup>4</sup>

Sin embargo, según lo declarado por MJV<sup>5</sup> la pandemia del COVID-19 creó un escenario que hizo que incluso el término VUCA pareciera un descriptor insuficiente,<sup>6</sup> volviéndose cada vez más limitado, ya que declarar que una situación o sistema es volátil o ambiguo, no necesariamente aporta nuevas perspectivas en esta nueva realidad.

2 DÍAZ, Hernán. Transformaciones estratégicas globales, retos y repercusiones. Academia de Guerra. Ejército de Chile. p.133 [En línea]. [Consulta 14-09-2025]. Disponible en: <https://www.biu.us/blog/articulos/resiliencia-y-transformacion-la-prospectiva-de-vuca-y-bani>

3 El Centro del Patrimonio y Educación del Ejército de EE. UU. (USAHEC) indica que el acrónimo VUCA apareció en documentos del War College desde 1987, impulsado por el MG Thompson. Herbert F. Barber lo relaciona con liderazgo estratégico en un “entorno global volátil, incierto, complejo y ambiguo”, mientras que un estudio de 1992 del Army War College atribuye el término al General Thurman. Disponible en: [https://usawc.libanswers.com/ahec/faq/84869?utm\\_source](https://usawc.libanswers.com/ahec/faq/84869?utm_source)

4 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política de Defensa Nacional 2020. Gobierno de Chile, 2020. P.83 [En línea]. [Consulta 08-08-2025]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2023/06/POL%C3%8DTICA-DE-DEFENSA-NACIONAL-DE-CHILE-2020.pdf>

5 MJV TEAMS Technology & Innovation es una consultora internacional especializada en transformación organizacional, innovación y diseño estratégico, con presencia en América, Europa y Asia.

6 MJV TEAMS. From a VUCA world to a BANI one: how uncertainty has changed and how your company can prepare. MJV Innovation, 2021. [En línea]. [Consulta 29-08-2025]. Disponible en: <https://www.mjvinnovation.com/blog/from-a-vuca-world-to-a-bani-one>

En esta línea de ideas, Víctor Fraile señaló lo siguiente: *"necesitamos de un lenguaje renovado, un marco que no solo interprete el mundo actual, sino que también aborde sus consecuencias en curso; dicho marco permitiría ilustrar la magnitud de las interrupciones, el caos en marcha, y facilitaría la consideración de qué tipos de respuestas podrían ser útiles; además, serviría como plataforma para explorar nuevas estrategias adaptativas"*.<sup>7</sup>

Si bien los escenarios, modelos y transparencia son herramientas útiles en un mundo VUCA, ¿cuáles podrían ser las herramientas que nos permitirían comprender este contexto?

En el ámbito militar, comprender el entorno será esencial para anticiparse y adaptarse a nuevos escenarios bélicos. No obstante, definirlo resulta complejo: la Real Academia Española lo describe como ambiente, lo que rodea, y también como el conjunto de características que definen el lugar y la forma de ejecutar una aplicación.<sup>8</sup>

Consecuentemente, para analizar a fondo las dinámicas estratégicas contemporáneas, se requiere superar las definiciones puramente semánticas y profundizar en las herramientas metodológicas que estructuran la toma de decisiones.

## DESARROLLO

Para comprender a cabalidad dicho entorno operacional, será necesario evaluar dos aspectos fundamentales: el grado de conocimiento que tenemos sobre una situación específica, considerando lo que implica la gestión de la información y el conocimiento transversal de dicha situación, así como el análisis de un sistema y la capacidad de predecir el resultado de nuestras acciones; lo cual estaría directamente relacionado con la capacidad de anticipación y análisis de sensibilidad.

Desde la perspectiva de la evolución de los marcos analíticos, autores contemporáneos como Fraile (2023) suelen trazar un quiebre metodológico entre el escenario previo y posterior a la pandemia de COVID-19. Bajo esta lectura posterior, la crisis sanitaria internacional marcó el agotamiento definitivo del modelo VUCA como herramienta de gestión exclusiva, forzando la adopción masiva del paradigma BANI para articular situaciones donde la predictibilidad se había disuelto por completo.

En el contexto militar, la volatilidad refleja la rapidez con que pueden surgir cambios significativos, por lo tanto, implica un alto grado de conocimiento y previsibilidad; en este sentido, los comandantes

---

7 FRAILE, Víctor. Sabemos dónde estamos: claves de la evolución del entorno VUCA hacia el BANI. Portal de Derecho Práctico, 2023. [En línea]. [Consulta 11-07-2025]. Disponible en: <https://derechopractico.es/sabemos-donde-estamos-claves-de-la-evolucion-del-entorno-vuca-hacia-el-bani/>

8 REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Concepto entorno. [En línea]. [Consulta 18-08-2025]. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/entorno>

deberían tener un impacto mínimo, mientras que otros podrían transformar por completo el panorama estratégico, afectando la ejecución de las operaciones militares.

De esta forma, y para contrarrestar los efectos de la volatilidad, será fundamental que los comandantes se pregunten sobre las posibles consecuencias para sus operaciones militares; así, en escenarios volátiles, la claridad de la visión estratégica será crucial, siendo esencial desarrollar una cultura organizacional sólida, que comparta una visión común y que esté preparada para identificar rápidamente nuevas oportunidades, comprendiendo a fondo el entorno operacional. En cuanto a la incertidumbre, esta se caracteriza por un alto conocimiento de los factores involucrados, pero con baja predictibilidad de los resultados.

En este contexto, aunque se comprendan las causas y efectos de los cambios, resulta difícil anticipar con precisión las consecuencias de las acciones planificadas. Por ello, gestionar la incertidumbre requerirá recopilar diversas perspectivas, escuchando a todos los integrantes del equipo de trabajo y a sus colaboradores, con el fin de obtener una visión más completa de la organización.

En línea con esto, la Política de Defensa Nacional de Chile señala que se asume que no existe una solución perfecta ante la incertidumbre respecto a escenarios futuros de empleo de los medios,<sup>9</sup> enfatizando que, aun con una planificación estratégica y con análisis detallados, siempre habrá margen de error o resultados inesperados. La Política, por tanto, reconoce la imposibilidad de eliminar completamente la incertidumbre, subrayando la necesidad de flexibilidad, adaptación y toma de decisiones basada en información amplia y actualizada.

Por otra parte, la complejidad se refiere a entornos con múltiples variables interconectadas, como en situaciones operacionales internacionales; a pesar de ello, es crucial tomar decisiones, lo que demanda la presencia de líderes valientes dispuestos a asumir riesgos calculados; al respecto, se requerirá el empleo de metodologías simples y herramientas efectivas para gestionar problemas complejos, así como priorizar los riesgos más relevantes en cada situación.

Finalmente, la ambigüedad se refiere a aquellas situaciones caracterizadas por el bajo conocimiento y la baja predictibilidad; la ausencia de precedentes claros podría generar confusión y desorientación, dificultando la toma de decisiones. En este contexto, los acontecimientos y tendencias emergentes pueden dar lugar a acontecimientos inesperados o contradictorios, mientras que ciertos sucesos podrían modificar la interpretación de dichas tendencias. Por ello, la adaptabilidad y capacidad de ajuste rápido resultan fundamentales para enfrentar la ambigüedad en un entorno VUCA, permitiendo a los líderes y equipos responder eficazmente a escenarios inciertos y cambiantes.

---

9 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política de Defensa Nacional 2020. Ministerio de Defensa Nacional, Gobierno de Chile. p.87 [En línea] [Consulta 08-08-2025]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2023/06/POL%C3%8DTICA-DE-DEFENSA-NACIONAL-DE-CHILE-2020.pdf>

La experiencia indica que, en el ámbito militar, la descomposición de la realidad VUCA es claramente aplicable en cualquier situación previa a la pandemia; los acontecimientos disruptivos de la presente década, cuyo exponente más evidente fue la pandemia de COVID-19, desafían la definición tradicional de VUCA. La crisis sanitaria no dio origen al entorno BANI, pero sí profundizó la interconexión global y aceleró los efectos en cadena, evidenciando empíricamente la fragilidad y la no linealidad que Cascio (2016) ya había anticipado.

En este contexto, Víctor Fraile señala que algunos sectores sugieren que su configuración puede mantenerse siempre y cuando se considere agregar una nueva variable: la hiperconectividad, es decir, la capacidad referida a tener todo interconectado.<sup>10</sup>

Al respecto, esta hiperconectividad refleja cómo el entorno post-COVID ha incrementado la velocidad y la intensidad con que las tendencias y los acontecimientos se propagan, haciendo que los efectos sean más impredecibles, desafiando la aplicabilidad tradicional del modelo VUCA.

La figura N°1 ilustra la evolución de los entornos operacionales, desde el VUCA clásico, hasta el VUCAH, el cual incorpora la hiperconectividad, destacando los elementos emergentes que anticipan la transición hacia el paradigma BANI.

Esta representación unificada permite observar de manera clara cómo los entornos se vuelven cada vez más complejos y acelerados, facilitando a los planificadores militares la identificación de áreas de vulnerabilidad, la anticipación de riesgos y el desarrollo de capacidades adaptativas. Asimismo, se evidencia la necesidad de ajustar la doctrina, la planificación y la formación de la fuerza generadora a los desafíos del escenario post-COVID.

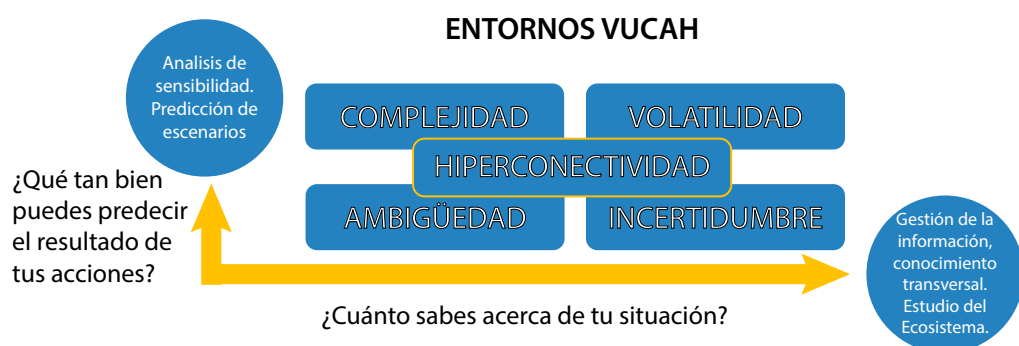


Figura N°1: Transición de entornos VUCAH.

Fuente: Adaptado de Víctor Fraile, Claves de la evolución del entorno VUCA hacia el BANI (2023).

10 FRAILE, *op. cit.*

Según Fraile, la hiperconectividad ayudará a comprender eventos inesperados, como por ejemplo el conflicto Rusia-Ucrania, que en lugar de ser breve, se ha prolongado en el tiempo<sup>11</sup>; sin embargo, advierte que por sí sola no explica el cambio de paradigma, dando paso a la transición del entorno VUCA a BANI.

Esta transición implicaría una revisión sustantiva de los procesos de generación de doctrina, dado que los marcos analíticos tradicionales requieren ser actualizados para preparar a los comandantes y planificadores a operar bajo condiciones caracterizadas por la fragilidad, la ansiedad y la no linealidad, propias del entorno BANI.

En este contexto, la incorporación del pensamiento BANI en los currículos, manuales y textos doctrinarios será clave para el desarrollo de capacidades adaptativas tanto en la fuerza generadora como en la fuerza de tarea.

Por otra parte, en entornos operacionales actuales, la volatilidad se traducirá en fragilidad, donde los cambios son rápidos y susceptibles a colapsos; la incertidumbre se convertirá en ansiedad, generando una preocupación constante sobre el futuro; la complejidad adoptará un carácter no lineal, dificultando la predicción de las interacciones entre los elementos del entorno; y la ambigüedad se transformará en incomprensión, complicando la interpretación de la información y la toma de decisiones.

Esta combinación plantea desafíos significativos para la planificación y ejecución de operaciones militares, requiriendo el desarrollo de capacidades adaptativas y estrategias flexibles.

Como se ilustra en la figura N° 2, si bien la literatura y la apropiación generalizada del modelo BANI se sitúan críticamente a partir del año 2020 a raíz de la crisis sanitaria, es fundamental precisar que el constructo teórico fue formulado originalmente por Cascio en 2016. La coincidencia temporal con el año 2020 responde a la publicación de su ensayo fundamental (*Facing the Age of Chaos*), donde el autor utiliza los impactos globales de la pandemia para ejemplificar las tendencias de no linealidad e interconectividad que ya venía rastreando.

---

11 FRAILE, *op. cit.*

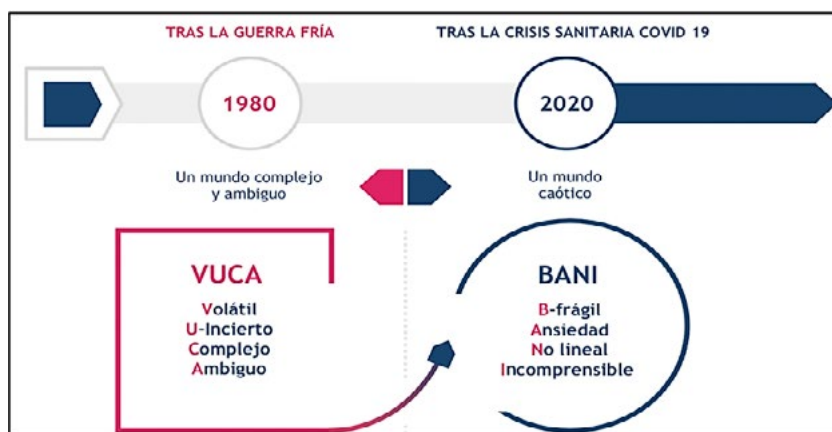


Figura N°2: Transición VUCA-BANI.

Fuente: Universidad Universidad Continental.<sup>12</sup>

Como contrapunto al estudio de los entornos VUCA, “en la actualidad han surgido diferentes modelos de análisis, tales como el RUPT,<sup>13</sup> o el modelo TUNA<sup>14</sup> los cuales intentan describir el estado del mundo moderno;<sup>15</sup> o como el modelo BANI, el cual permitirá proporcionar un marco para articular las situaciones cada vez más comunes, en las que la simple volatilidad o complejidad, resultarán ser lentes insuficientes para comprender los acontecimientos.

Estas situaciones combinan la inestabilidad y el caos, con resultados impredecibles e incomprensibles.

## El entorno BANI

El acrónimo BANI fue creado en el año 2016 por el antropólogo y futurista Jamais Cascio,<sup>16</sup> quien identificó de manera prospectiva que el modelo VUCA se estaba volviendo insuficiente para describir las dinámicas globales de inestabilidad. Si bien el concepto es previo a la crisis sanitaria, la pandemia del COVID-19 operó como el catalizador global que materializó y visibilizó las caracte-

12 UNIVERSIDAD CONTINENTAL. Disponible en: <https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-entorno-bani-y-como-adaptarse>

13 El Modelo RUPT enfatiza aspectos tales como la rapidez: el cambio ocurre a una velocidad vertiginosa, requiriendo respuestas igualmente rápidas; lo impredecible: los eventos futuros no se pueden prever con precisión, lo que exige una mayor capacidad para la improvisación y la adaptabilidad; lo paradójico: las situaciones a menudo contienen contradicciones inherentes que deben ser manejadas en lugar de resueltas; y lo enredado: los problemas y sus soluciones están profundamente interconectados con otros problemas, lo que complica su desenredo y comprensión.

14 El modelo de análisis TUNA hace referencia a entornos turbulentos, inciertos, novedosos y ambiguos.

15 PARRAO, Ignacio. Variables del ambiente operacional futuro (AOPF). Apuntes de clases III Curso Regular de Estado Mayor; Diplomado en tendencias del campo de batalla futuro. Academia de Guerra, Ejército de Chile, 2024.

16 Jamais Cascio es investigador sénior en ética y tecnologías emergentes, autor sobre tecnologías de información, y miembro de consejos consultivos. Fue reconocido como Top 100 Global Thinker por Foreign Policy (2009) y recibió un Doctorado Honoris Causa en 2017.

rísticas de fragilidad, ansiedad, no linealidad e incomprensibilidad que Cascio ya había teorizado. De este modo, la crisis del COVID-19 sirvió como un ejemplo histórico idóneo para contrastar la obsolescencia de la simple volatilidad frente al caos sistémico actual.

En este contexto, el modelo BANI constituye un marco conceptual orientado a contextualizar e interpretar con mayor precisión el estado contemporáneo del entorno estratégico, proporcionando criterios para comprender fenómenos cuya complejidad supera las categorías tradicionales de análisis. En este sentido, Cascio, Bob Johansen y Jeremy Williams (2025) sostienen que el desafío fundamental de la época actual no consiste únicamente en diagnosticar la inestabilidad, sino en desarrollar procesos dinámicos de construcción de sentido (*sense-making*) que permitan orientar la acción dentro de una realidad caracterizada por la incertidumbre, la complejidad y la ruptura de los esquemas causales tradicionales. Desde esta perspectiva, la capacidad de generar significado compartido se transforma en una competencia esencial del liderazgo estratégico, al contribuir a reducir la parálisis decisional y facilitar respuestas adaptativas frente a escenarios altamente disruptivos.

En el ámbito militar, algunos cambios en las políticas de Estado, el entorno, la sociedad y la tecnología, pueden ser previsibles, pero surgen de forma inesperada, aumentando el estrés, exponiendo a la organización a entornos inestables e impredecibles.

## Elementos constitutivos y características del entorno BANI

El entorno BANI comprende una serie de elementos constitutivos que definen la complejidad y el dinamismo del mundo actual, revelando desafíos específicos que requieren de estrategias de adaptación efectivas para que los comandantes y sus unidades puedan operar con eficacia en entornos altamente inciertos.

En primer lugar, la fragilidad (*Brittle*): El mundo actual en el que vivimos es frágil y puede romperse con facilidad; según el propio Cascio (2020), esta fragilidad se traduce en que sistemas que aparentan ser robustos y estables pueden, ante presiones externas imprevistas, colapsar de manera abrupta y catastrófica; desde esta perspectiva, se destaca la vulnerabilidad inherente de nuestra realidad, donde la constante interdependencia en un entorno hiperconectado, nos expone a riesgos permanentes; en lugar de buscar la estabilidad, se requerirá de una adaptación flexible y resiliente para enfrentar desafíos.

En segundo lugar, la ansiedad (*Anxious*): Surge como un estado emocional prevalente en la sociedad actual. Cascio (2020) señala que la ansiedad es la respuesta natural a un entorno donde nos sentimos abrumados por elecciones críticas cuyas consecuencias son potencialmente nefastas e irreversibles, diluyendo por completo nuestra ilusión de control. Esto exige a los comandantes, desarrollar capacidades, habilidades emocionales y estrategias para gestionar el estrés y la incertidumbre; siendo necesario reconocer que vivimos en una constante espera de que algo pueda ocurrir

a diario, lo que nos lleva a cambiar la planificación que teníamos prevista. Es por esta razón que los entornos ansiosos nos enseñan a transitar hacia entornos más ágiles que nos permitan adaptarnos rápidamente a esos cambios de planificación.

En tercer lugar, la no linealidad (*Non-linear*): Siendo esta una característica fundamental de nuestro mundo actual. Cascio (2020) define esta condición como una desconexión total de escala y velocidad entre las causas y los efectos, donde pequeños eventos generan consecuencias masivas o esfuerzos gigantescos no producen resultados perceptibles, por esta razón también los comandantes necesitarán estar abiertos a diferentes posibilidades, y ser ágiles para ajustar sus estrategias cuando sea necesario.

Finalmente, la incomprensibilidad (*Incomprehensible*): Al respecto, es importante señalar que la cantidad de información disponible. A juicio de su creador no garantiza una mejor comprensión de la realidad; la incomprensibilidad ocurre cuando los datos abundan, pero carecen de una estructura lógica que les otorgue sentido, provocando que las decisiones correctas parezcan imposibles de identificar (Cascio, 2020). Reconocer esta limitación y aprender a trabajar con lo disponible, se vuelve esencial en un entorno BANI.

Por otra parte, nos encontramos en una era donde los datos son claves para responder a interrogantes, aunque no siempre se cuenta con toda la información relevante. Reconocer esta limitación será fundamental para la toma de decisiones, aprendiendo a trabajar con los recursos.



Figura N°3: Transición de Entornos VUCA.

Fuente: Adaptado de Víctor Fraile. Claves de la evolución del entorno VUCA hacia el BANI (2023).

El marco BANI proporciona una perspectiva útil para analizar los conflictos contemporáneos y sus impactos más amplios, como lo evidencia el análisis de Fraile respecto al conflicto entre Rusia y Ucrania.

En este sentido, el autor sostiene que, una vez conocido el inicio del conflicto, los análisis basados en el entorno previo (VUCA) proyectaban una duración limitada, estimada entre tres y cuatro meses, anticipando que sus efectos (como la escasez de alimentos, la inflación de materias primas y el aumento de los costos energéticos) serían de carácter coyuntural, dado que ni Rusia ni la Unión Europea tendrían interés en prolongarlo,<sup>17</sup> agregando que:

*"El inicio del conflicto Rusia-Ucrania genera un shock que deriva en ansiedad, porque se conocen los datos (existe el conflicto) pero nadie sabe qué pasará después; cuando esos datos se analizan, nos damos cuenta de que hay tantos grupos de relación causa-efecto que la situación es no lineal, y que la velocidad de los acontecimientos nos lleva a comprender la realidad, nos damos cuenta de que es frágil porque no sabemos las imbricaciones de los acontecimientos que parecen paralelos (China, inflación, intereses, OPEP, UE, etc.) y que no controlamos, y todo ello hace que sea frágil".<sup>18</sup>*

Para enfrentar los desafíos contemporáneos, es clave comprender los conceptos del entorno. La tabla N°1 presenta un análisis FODA integrado que evalúa a la organización militar frente a la evolución de estos marcos analíticos. De este modo, se examinan las capacidades internas (Fortalezas y Debilidades) de la institución armada para adaptarse a la toma de decisiones, en cruce con las condiciones externas (Oportunidades y Amenazas) que imponen de forma sucesiva los entornos VUCA, VUCAH y BANI, ofreciendo una visión estratégica para la innovación doctrinaria y el desarrollo de capacidades futuras.

| Aspecto                                           | Contexto VUCA (Clásico)                                               | Contexto VUCAH (Hiperconectado)                                 | Contexto BANI (Caótico)                                                   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Fortalezas Internas<br>(Capacidades del Ejército) | Doctrina estructurada para mitigar la volatilidad.                    | Sistemas de mando y control tecnológico integrados.             | Foco institucional en la resiliencia física y mental.                     |
|                                                   | Capacidad de adaptación rápida en el campo de batalla táctico.        | Flexibilidad operativa basada en comunicaciones en tiempo real. | Liderazgo con alta conciencia del estrés y la incertidumbre.              |
| Debilidades Internas<br>(Brechas del Ejército)    | Estructuras jerárquicas rígidas ante entornos ambiguos.               | Alta dependencia de la infraestructura tecnológica.             | Vulnerabilidad estructural ante colapsos logísticos rápidos (fragilidad). |
|                                                   | Falta de claridad en procesos de toma de decisiones descentralizados. | Saturación del personal debido a la sobrecarga de información.  | Parálisis analítica frente a escenarios no lineales.                      |

17 FRAILE, Víctor. Sabemos dónde estamos: claves de la evolución del entorno VUCA hacia el BANI. Portal de Derecho Práctico, 2023. [En línea]. [Consulta 11-07-2025]. Disponible en: <https://www.derechopractico.es/sabemos-donde-estamos-claves-de-la-evolucion-del-entorno-vuca-hacia-el-bani/>

18 *Ibidem*.

| Aspecto                                       | Contexto VUCA (Clásico)                                                                                                 | Contexto VUCAH (Hiperconectado)                                                                                 | Contexto BANI (Caótico)                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oportunidades Externas (Factores del Entorno) | Impulso a la innovación estratégica en escuelas matrices. Fomento de la colaboración e interoperabilidad interagencial. | Acceso a redes globales de inteligencia en tiempo real. Optimización de recursos mediante conectividad digital. | Desarrollo de metodologías ágiles de planificación a corto plazo. Modernización de planes de estudio doctrinarios (docencia). |
| Amenazas Externas (Riesgos del Entorno)       | Disrupción del orden operativo por amenazas asimétricas. Desorientación de las fuerzas por objetivos políticos difusos. | Alta exposición a guerras cibernéticas y sabotajes de redes. Campañas masivas de desinformación del adversario. | Inestabilidad sociopolítica global prolongada. Incertidumbre estratégica extrema por dinámicas causa-efecto rotas.            |

Tabla N°1: Análisis FODA de los entornos VUCA – VUCAH – BANI.

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, es importante señalar que una de las principales fortalezas del enfoque VUCAH en el ámbito militar, es la hiperconectividad la cual permite integrar de manera eficiente distintos componentes en el campo de batalla, facilitando la obtención de información actualizada y confiable.

Esto contribuye al desarrollo de capacidades militares, al proporcionar a los comandantes elementos de juicio precisos para planificar y ejecutar operaciones con mayor eficacia, fortaleciendo la adaptabilidad, la coordinación y la toma de decisiones en entornos complejos e impredecibles.

## Desafíos para actuar en entornos BANI

En el contexto militar resulta fundamental no solo definir, sino comprender en profundidad cada elemento del modelo conceptual; el marco BANI proporciona una representación simplificada de la realidad, ofreciendo valiosas lecciones operativas que permitirán fortalecer la toma de decisiones y la planificación estratégica.

La traducción de estos elementos conceptuales en competencias tangibles requiere de sinergia entre la generación de doctrina, la docencia y el desarrollo de capacidades militares; solo a través de la formación sistemática y la actualización doctrinaria será posible consolidar habilidades que permitan anticipar riesgos, adaptándose con rapidez y manteniendo la eficacia operativa en entornos de alta incertidumbre. Para operacionalizar el modelo BANI será esencial identificar cómo cada componente se vincula con competencias específicas a desarrollar por parte de los integrantes de las fuerzas armadas. Esto asegurará que los comandantes y sus unidades puedan anticipar riesgos, adaptándose rápidamente y manteniendo la eficacia operativa bajo condiciones extremas.

La tabla N°2 resume las capacidades clave que deberán desarrollarse para enfrentar con éxito entornos BANI, subrayando la importancia en el desarrollo de capacidades que permitan tomar decisiones precisas y oportunas en entornos de alta complejidad.

| Elemento BANI      | Desafío militar                                                       | Capacidades militares a desarrollar                                                                                                    | Justificación estratégica                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fragilidad         | Entornos volátiles, daños inesperados o pérdidas de recursos críticos | Resiliencia operativa, recuperación rápida, continuidad de la misión, gestión de contingencias                                         | La fragilidad pone a prueba la capacidad de las unidades para mantener operaciones pese a pérdidas o daños. Desarrollar resiliencia asegura que la fuerza pueda recuperarse, adaptarse y continuar cumpliendo objetivos estratégicos sin comprometer la misión.                            |
| Ansiedad           | Presión elevada, incertidumbre, desinformación, estrés emocional      | Cohesión de unidad, empatía, manejo de estrés, concentración en objetivos críticos                                                     | La ansiedad afecta la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Capacitar a las tropas en inteligencia emocional, cohesión y liderazgo empático permite mantener la moral, reducir errores y optimizar la efectividad en situaciones críticas.                                         |
| No linealidad      | Escenarios imprevisibles. Relaciones causa-efecto complejas.          | Pensamiento estratégico flexible, análisis de múltiples escenarios, adaptabilidad táctica, anticipación de movimientos del adversario. | La no linealidad exige que los comandantes y unidades comprendan dinámicas complejas y actúen de manera proactiva. Desarrollar capacidad de análisis avanzado y planificación múltiple permite responder rápida y efectivamente a eventos imprevistos, manteniendo la ventaja operacional. |
| Incomprensibilidad | Información ambigua. Complejidad de datos y señales.                  | Visión analítica, intuición, comunicación clara, toma de decisiones fundamentada, liderazgo informado.                                 | La incomprensibilidad dificulta la interpretación correcta de la realidad del campo de batalla. Fortalecer la capacidad analítica y la comunicación asegura que las decisiones se basen en datos sólidos, reduciendo riesgos, y optimizando la asignación de recursos y esfuerzos.         |

Tabla N°2: Capacidades militares clave para operar en entornos BANI.

Fuente: Elaboración propia.

Este enfoque permite a las fuerzas armadas transformar los desafíos de un entorno BANI en oportunidades para fortalecer las capacidades operativas y estratégicas, garantizando la preparación, la adaptabilidad y el éxito en misiones altamente complejas y dinámicas.

En particular, resalta la necesidad de diseñar estrategias a corto plazo en contextos de incertidumbre e información incompleta, ya que los planes a largo plazo pueden perder su viabilidad frente a cambios abruptos. La adaptación rápida, la recuperación de unidades y la revisión continua de acciones, serán esenciales para asegurar decisiones fundamentadas en información actualizada y análisis constante del entorno operativo.

En los nuevos escenarios bélicos, caracterizados por el caos constante y los efectos post-COVID, resulta imperativo fomentar la innovación y la disrupción continua para mitigar los desafíos del entorno. Desde la perspectiva militar, esto implicará la necesidad de desarrollar capacidades operativas y estratégicas que fortalezcan la adaptabilidad, la resiliencia y la eficacia de las unidades.

Enfrentar un entorno BANI implicará abordar la fragilidad de manera estratégica. Aunque percibida como una amenaza, representa una oportunidad para fortalecer la resiliencia militar, que se construye en medio de la adversidad y guía a las unidades hacia la seguridad, eficacia operativa y éxito de sus misiones. La fuerza resiliente no solo resiste los embates del enemigo, sino que aprovecha estas situaciones para aprender, adaptarse y prevalecer.

Según RECLA, estas fuerzas se caracterizan por tener una visión a largo plazo, manteniendo el foco en sus objetivos y valores, pero a la vez son capaces de realizar ajustes rápidos y efectivos<sup>19</sup>.

Construir resiliencia implica desarrollar tácticas diversas, fortalecer alianzas e implementar una adecuada gestión de riesgos, aumentando con ello la adaptabilidad y la eficacia. Al respecto, Miguel Aburto señala que los factores que conforman la resiliencia y la forma en que esta puede integrarse adquieren hoy mayor relevancia debido a la compleja situación que enfrenta la sociedad,<sup>20</sup> lo cual se acentúa en el contexto militar.

Respecto a situaciones no lineales, resulta fundamental que el personal militar adapte su pensamiento y acción ante circunstancias límite, desarrollando flexibilidad cognitiva y operativa, consolidándose la habilidad para adaptar el pensamiento y el comportamiento, mientras que, ante la incomprensibilidad, será necesario el desarrollo de una visión analítica, la intuición, la confianza y comunicación transparente.

Frente a la incomprensibilidad del entorno, se requiere de una visión analítica, intuición, confianza y comunicación transparente para interceptar la información, para luego tomar decisiones

---

19 RECLA. Desentrañando el mundo BANI: sobreviviendo en la nueva normalidad. Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa, 2023. [En línea]. [Consulta 12-06-2025]. Disponible en: <https://recla.org/blog/mundo-bani/>

20 Miguel Aburto, citado en Ejército de Chile, "Vivimos momentos complejos y el apoyo de la psicología es absolutamente necesaria", 2021. [En línea], Disponible en: <https://www.ejercito.cl/prensa/visor/-vivimos-momentos-complejos-y-el-apoyo-de-la-psicologia-es-absolutamente-necesaria>

estratégicas acertadas. Bajo esta premisa, la navegación en entornos que no parecen tener sentido exige, de acuerdo con Cascio et al. (2025), reemplazar las herramientas tradicionales de control rígido por una vigilancia cognitiva constante y el fomento de una inteligencia colectiva dentro de la organización. Estas directrices serán pilares esenciales para desarrollar capacidades militares robustas, garantizando la adaptabilidad y eficiencia operativa en entornos BANI.

Ante entornos frágiles será imprescindible fomentar una cultura de resiliencia, que permita una recuperación rápida ante situaciones adversas.

Frente a la ansiedad se deberá incentivar la empatía y conciencia plena, fortaleciendo la cohesión y coordinación. Promover esta cultura resiliente permitirá a las fuerzas armadas valorar la perseverancia, la adaptabilidad y el aprendizaje continuo, elementos clave para el desarrollo de capacidades militares sostenibles y efectivas.

En un contexto militar BANI, la resiliencia se convierte en una capacidad estratégica clave. Las unidades deberán fortalecer la resistencia física, mental y emocional; mientras que los comandantes deberán fomentar la confianza y camaradería, asegurando la adaptación, la eficiencia y la preparación ante los nuevos desafíos contemporáneos.

## CONCLUSIONES

En el contexto militar, la transición de VUCA a BANI resalta la importancia del desarrollo de habilidades blandas para la adaptación, resiliencia y el liderazgo efectivo en entornos complejos.

Dado que los comandantes no siempre disponen de toda la información, será crucial fortalecer las capacidades de análisis y procesamiento de datos mediante herramientas tecnológicas, lo que permitirá anticipar riesgos, tomar decisiones fundamentadas y aumentar la eficacia y resiliencia de las unidades.

En un entorno BANI, operar eficazmente requiere de claridad estratégica y un enfoque en objetivos prioritarios, apoyados en OKRs<sup>21</sup>. La planificación ágil y el liderazgo adaptable permitirán a los comandantes responder rápidamente a cambios, optimizar recursos y mantener la cohesión, mientras la innovación en estrategias y tácticas asegurará ventajas frente a escenarios no lineales.

Gestionar efectivamente el cambio organizacional constituye otro pilar esencial. La reestructuración de unidades para incrementar su agilidad operativa, y la adopción de nuevas formas de trabajo que fomenten la coordinación y la colaboración interunidades, son fundamentales

---

21 Objectives and Key Results.

para garantizar que el Ejército pueda adaptarse a entornos complejos y dinámicos, sin perder la eficiencia.

De igual manera, establecer una sólida gobernanza de datos asegurará la integridad y seguridad de información clasificada, mientras que programas de coaching y desarrollo personalizado potenciarán el crecimiento y el desempeño de los líderes militares. La combinación de análisis de entornos, el liderazgo y la gestión de la información será determinante para la efectividad operativa en escenarios BANI.

La implementación de estos elementos clave impactará directamente en la eficacia y éxito de las operaciones militares. Mantener un enfoque claro en los objetivos estratégicos, utilizar OKRs y adoptar un enfoque ágil y flexible de planificación, permitirá a las unidades adaptarse rápidamente a cambios y contingencias, fortaleciendo tanto la capacidad de respuesta como la supervivencia en el campo de batalla.

Promover la innovación y creatividad en el desarrollo de estrategias y tácticas permitirá anticipar movimientos del adversario y optimizar los recursos.

Al mismo tiempo, la gestión efectiva del cambio asegurará que las unidades puedan adaptarse con flexibilidad a nuevos entornos operativos y desafíos emergentes.

La aplicación coordinada de estos elementos fortalecerá la capacidad militar de análisis de entornos, como una herramienta central para la toma de decisiones estratégicas. Conforme a lo anterior, los comandantes deberán recopilar y analizar la información del campo de batalla en tiempo real, asegurando decisiones fundamentadas y cambios estratégicos ágiles. En un entorno BANI se requerirá combinar habilidades blandas, prácticas ágiles y estrategias innovadoras, fortaleciendo la resiliencia operacional de las unidades y su capacidad operativa frente a la fragilidad, la ansiedad, la no linealidad y la incomprensibilidad.

Si bien este análisis proporciona una visión robusta del entorno BANI, será crucial explorar nuevas líneas de investigación sobre entornos contemporáneos como RUPT y TUNA, particularmente en lo que respecta al desarrollo de capacidades militares y análisis y evaluación de riesgos. Estas investigaciones permitirán anticipar escenarios futuros, fortaleciendo la resiliencia institucional y consolidando la eficacia operativa, equipando a las fuerzas armadas con herramientas estratégicas para enfrentar desafíos cada vez más complejos y dinámicos.

En definitiva, comprender la evolución de los entornos operacionales desde VUCA hacia BANI, no solo permitirá ampliar la mirada analítica sobre la guerra moderna, sino que impulsará a la generación de doctrina y docencia como pilares de desarrollo de capacidades militares. Entendidas estas como la integración de medios, personal, doctrina de la organización, infraestructura

y entrenamiento orientados al cumplimiento de una misión, constituyen el núcleo del poder militar efectivo.

Este enfoque permitirá a la fuerza generadora y a la fuerza de tarea diseñar, desarrollar, integrar y emplear con mayor eficacia las capacidades futuras, asegurando su coherencia en los desafíos emergentes del entorno. De esta manera se fortalecerá la alineación entre la reflexión, la planificación operacional y las acciones, garantizando una adaptación continua frente a la complejidad, fragilidad y no linealidad que caracterizan a los escenarios BANI.

Los contenidos y el análisis presentado aportarán al Ejército, al alinearse con sus objetivos estratégicos y planes operativos. Integrar enfoques BANI y metodologías ágiles permitirá actualizar doctrinas, incorporando innovaciones de bajo costo, como el desarrollo de modelos de liderazgo adaptable y análisis de entornos complejos, optimizando procesos, capacitación y resiliencia organizacional, fortaleciendo así su eficiencia y capacidad operativa.

## BIBLIOGRAFÍA

BROWARD INTERNATIONAL UNIVERSITY (BIU). Resiliencia y transformación, la prospectiva de VUCA y BANI. Publicado el 19 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.biu.us/blog/articulos/resiliencia-y-transformacion-la-prospectiva-de-vuca-y-bani>

CASCIO, Jamais. Enfrentando la era del caos. 2020. [En línea] [Consulta 04-07-2025]. Disponible en: <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>

CASCIO, Jamais; JOHANSEN, Bob; y WILLIAMS, Marina. Navigating the Age of Chaos: A Sense-Making Guide to a BANI World That Doesn't Make Sense. New York: Penguin Random House, 2025.

COSTA, Francesca. De VUCA a BANI: el nuevo entorno global que está desafiando a tu organización. The Change Lab., 2022. [En línea] [consulta 13-05-2025]. Disponible en: <https://thechangelab.cl/de-vuca-a-bani-el-nuevo-entorno-global-que-esta-desafiando-a-tu-organizacion/>

DÍAZ, Hernán. Transformaciones estratégicas globales, retos y repercusiones. Academia de Guerra. Ejército de Chile. p.133 [En línea]. [Consulta 14-09-2025]. Disponible en: <https://www.biu.us/blog/articulos/resiliencia-y-transformacion-la-prospectiva-de-vuca-y-bani>

EJÉRCITO DE CHILE. Vivimos momentos complejos y el apoyo de la psicología es absolutamente necesario. Portal institucional, 2021. [En línea]. [Consulta 01-07-2025]. Disponible en: <https://www.ejercito.cl/prensa/visor/-vivimos-momentos-complejos-y-el-apoyo-de-la-psicologia-es-absolutamente-necesaria>

- FRAILE, Víctor. Sabemos dónde estamos: claves de la evolución del entorno VUCA hacia el BANI. Portal de Derecho Práctico, 2023. [En línea]. [Consulta 11-07-2025]. Disponible en: <https://www.derechopractico.es/sabemos-donde-estamos-claves-de-la-evolucion-del-entorno-vuca-hacia-el-bani/>
- GONZÁLEZ, Aitana. Qué es un entorno BANI y diferencias con un entorno VUCA. Open Webinars, 2022. [En línea] [consulta 11-07-2025]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-entorno-bani-y-diferencias-con-un-entorno-vuca/>
- KAN, Paul; WHITT, Jaqueline; HILL, Andrews. Is “VUCA” a useful term or is it all “VUCA’ED” up? WarRoom Online Journal, 2018. [En línea]. [Consulta 22-07-2025]. Disponible en: <https://warroom.armywarcollege.edu/podcasts/is-vuca-useful/>
- MILLÁN, Laura. Gestión del talento en un entorno BANI: adaptación y crecimiento. Open Webinars, 2023. [En línea]. [Consulta 09-08-2025]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/gestion-del-talento-en-un-entorno-bani/>
- MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política de Defensa Nacional 2020. Gobierno de Chile, 2020. [En línea]. [Consulta 08-08-2025]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2023/06/POL%C3%8DTICA-DE-DEFENSA-NACIONAL-DE-CHILE-2020.pdf>
- MJV TEAMS. From a VUCA world to a BANI one: how uncertainty has changed and how your company can prepare. MJV Innovation, 2021. [En línea]. [Consulta 29-08-2025]. Disponible en: <https://www.mjvinnovation.com/blog/from-a-vuca-world-to-a-bani-one>
- ORTEU, Elena. BANI nos ayuda a leer el entorno actual. Search & Drive Management Consultants, 2022. [En línea] [Consulta 29-08-2025]. Disponible en: <https://search-drive.com/bani-nos-ayuda-a-leer-el-entorno-actual/>
- PARRAO, Ignacio. Variables del ambiente operacional futuro (AOPF). Apuntes de clases III Curso Regular de Estado Mayor; Diplomado en tendencias del campo de batalla futuro. Academia de Guerra, Ejército de Chile, 2024.
- RAFFO, Matías. La evolución de los enfoques para evaluar situaciones estratégicas: del FODA a los entornos VUCA y BANI. 2024. [En línea]. [Consulta 18-08-2025]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/la-evoluci%C3%B3n-de-los-enfoques-para-evaluar-situaciones-mat%C3%ADas-j-raffo-x47zf>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Concepto entorno. [En línea]. [Consulta 18-08-2025]. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/entorno>

RECLA. Desentrañando el mundo BANI: sobreviviendo en la nueva normalidad. Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa, 2023. [En línea]. [Consulta 12-06-2025]. Disponible en: <https://recla.org/blog/mundo-bani/>

UNIVERSIDAD CONTINENTAL. TOMÁS, David. Qué es un entorno BANI y cómo adaptarse. Cyberclick, 2022. [En línea]. [Consulta 29-08-2025]. Disponible en: <https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-entorno-bani-y-como-adaptarse>

USAHEC. ¿Quién originó por primera vez el término VUCA (Volatilidad, Incertidumbre, Complejidad y Ambigüedad) United States Army Heritage and Education Center, 2022. [En línea]. [Consulta 12-06-2025]. Disponible en: <https://usawc.libanswers.com/ahec/faq/84869>



# EMPLEO DE UAV EN UNIDADES FUNDAMENTALES DE EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES (UFEC) PARA OPERACIONES EN MACROZONAS

CAPITÁN CRISTIAN AGUILERA HERVIEUX<sup>1</sup>

**Resumen:** El presente artículo analiza la factibilidad de incorporar vehículos aéreos no tripulados (UAV) en las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe (UFEC) del Ejército de Chile, con énfasis en los despliegues en las Macrozonas Norte y Sur. Se examinan experiencias internacionales (Ucrania, Israel, Turquía y Estados Unidos) y se presentan capacidades concretas de drones comerciales en tres gamas representativas: entrada, intermedia y superior (con cámara térmica). Posteriormente, se analizan las necesidades específicas de cada macrozona y se propone un plan de integración progresivo que considera capacitación, protocolos estandarizados, interoperabilidad institucional y aspectos legales y éticos. Se concluye que la incorporación de UAV constituye una medida de rápida implementación, bajo costo relativo y alto impacto en la seguridad, el apoyo a la autoridad civil y la gestión de catástrofes.

**Palabras clave:** UAV, UFEC, Ejército de Chile, macrozonas, emergencias.

**Abstract:** This article analyzes the feasibility of incorporating Unmanned Aerial Vehicles (UAV) into the Fundamental Emergency and Disaster Units (UFEC) of the Chilean Army, focusing on operations in the northern and southern macro-zones. International experiences (Ukraine, Israel, Turkey, and the United States) are reviewed, and specific capabilities of commercial drones across three representative tiers: entry-level, mid-range, and thermal-enabled high-end. The paper then examines the particular needs of each macro-zone and proposes a progressive integration plan that includes training, standardized protocols, institutional interoperability, and legal and ethical considerations. It concludes that UAV integration represents a rapidly implementable, relatively low-cost, and high-impact measure that strengthens security, civil authority support, and disaster management.

**Keywords:** UAV, UFEC, Chilean Army, Macro-Zones, Disaster Response.

---

1 Oficial del Arma de Infantería. Licenciado en Ciencias Militares. Actualmente se desempeña como Comandante de Compañía en la Escuela de Infantería del Ejército de Chile. Sus áreas de interés se relacionan con la innovación tecnológica aplicada a las operaciones terrestres y el empleo de sistemas no tripulados en operaciones militares. Correo electrónico: Cristian.aguilera.h@ejercito.cl.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la participación del Ejército de Chile en operaciones de apoyo a la autoridad civil se ha intensificado de manera significativa. Las denominadas Macrozonas Norte y Sur han concentrado gran parte de estos esfuerzos, respondiendo a escenarios de creciente complejidad y con demandas sociales específicas. En el norte, la crisis migratoria, el narcotráfico, el contrabando y la trata de personas configuran un entorno de riesgo permanente que desafía las capacidades de las fuerzas desplegadas.<sup>2</sup> En el sur, los episodios de violencia rural, los ataques incendiarios contra infraestructura crítica y las catástrofes naturales recurrentes como incendios forestales y terremotos han exigido un despliegue constante de recursos humanos y materiales.<sup>3</sup>

En este contexto, las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe (UFEC) cumplen un rol esencial. Estas unidades, organizadas en secciones, escuadras y patrullas de Emergencia y Catástrofes, tienen entre sus capacidades ejecutar misiones de reconocimiento, catastro y enlace en zonas afectadas, además del despliegue de puntos de control, en apoyo a las autoridades y a la población civil ante desastres, emergencias o catástrofe.<sup>4</sup> Si bien en sus despliegues se consideran medios optrónicos como miras holográficas o telémetros de alta precisión como, por ejemplo, el VECTOR 21, estas herramientas están orientadas principalmente a la puntería y a la observación puntual de objetivos, sin resolver la necesidad de vigilancia amplia y sostenida del entorno.

Por otra parte, algunas unidades de inteligencia del Ejército cuentan con UAV propios, pero su empleo está restringido a misiones específicas y sus productos no son remitidos de forma directa a las UFEC ni integrados de manera permanente en los patrullajes de estas. Esta fragmentación genera una brecha operacional, mientras las amenazas evolucionan y el entorno se vuelve más dinámico, las UFEC continúan sin disponer de un medio orgánico que potencie su capacidad de percepción y reduzca la exposición de las patrullas.<sup>5</sup>

Frente a ello, surge la posibilidad de integrar vehículos aéreos no tripulados (UAV), comúnmente conocidos como drones. Su utilización no es nueva en el ámbito militar internacional, pero en el caso chileno aún se encuentra en fases incipientes y con experiencias puntuales.<sup>6</sup>

- 
- 2 MULTIGREMIAL DE LA ARAUCANÍA. Informe de hechos de violencia de mayor connotación en la Macrozona Sur. Temuco, Multigremial de La Araucanía, 2023. [En línea]. [Consulta: 13 de abril de 2026]. Disponible en: <https://multigremialaraucania.cl/barometro-de-conflictos/>
  - 3 UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ (UAI). Observatorio de datos. Informe de resultados de gestión operativa 2021 y metas 2022. Santiago, UAI, 2022. [En línea]. [Consulta: 13-04-2026]. Disponible en: <https://observatoriodedatos.uai.cl/wp-content/uploads/2025/05/Informe-de-Resultados-de-Gestion-Operativa-2021-y-metas-2022-1.pdf>
  - 4 EJÉRCITO DE CHILE, División Doctrina (DIVDOC). Empleo de la Unidad Fundamental de Emergencia y Catástrofes, MDIE-50001, Santiago, 2025, p. 15.
  - 5 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política de Defensa Nacional de Chile 2020. Santiago: Ministerio de Defensa Nacional, 2020, p. 74. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2023/06/POLÍTICA-DE-DEFENSA-NACIONAL-DE-CHILE-2020.pdf>
  - 6 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Ministra Delpiano anuncia nuevos drones y entrega balance del despliegue en la frontera norte. Santiago, 17 feb. 2026. [En línea] Disponible en: <https://g5noticias.cl/2026/02/17/ministra-delpiano-anuncia-nuevos-drones-y-entrega-balance-del-despliegue-en-la-frontera-norte-ingresos-irregulares-bajaron-54-entre-2021-y-2025/>

El presente artículo sostiene que la incorporación de UAV en las patrullas de las UFEC constituye una medida de rápida implementación, de costo relativamente bajo y de alto impacto operacional. En particular, se plantea que los drones pueden otorgar ventajas decisivas en vigilancia, control de áreas críticas y apoyo en emergencias, reforzando tanto la percepción de seguridad ciudadana como la capacidad de respuesta inmediata de las fuerzas. Para sustentar esta afirmación, se revisarán experiencias internacionales, se analizarán las necesidades particulares de las Macrozonas Norte y Sur, se presentará una propuesta de integración progresiva con análisis técnico de modelos de drones comerciales disponibles y se discutirán los aspectos legales, éticos y proyecciones futuras.

Los ejemplos de plataformas comerciales referidos en este artículo se seleccionaron por su disponibilidad y trazabilidad de precios en el mercado nacional al momento de la investigación, y son ilustrativos de rangos de capacidad (entrada, intermedia y superior), no constituyen una recomendación de adquisición de un fabricante en particular, en línea con el principio de neutralidad tecnológica.

Finalmente, y a objeto de no confundir al lector, independiente del propósito del presente artículo, es necesario precisar que los UAV, en sus diferentes categorías, constituyen una capacidad operacional de la Fuerza Terrestre, orientada principalmente al cumplimiento del área de misión Defensa de la soberanía e Integridad Territorial.

En consecuencia, a partir de lo señalado, al igual que otras, se trata de una capacidad de carácter polivalente que podría ser empleada en apoyo al interés del Estado, en misiones de apoyo en otras áreas, como es la vigilancia y control fronterizo de nuestro extenso territorio.

## DESARROLLO

### Experiencias internacionales sobre UAV

El empleo de UAV en operaciones militares y de seguridad ha evolucionado rápidamente durante las últimas dos décadas, pasando de ser un recurso exclusivo de fuerzas especiales o especialistas en inteligencia a convertirse en un componente estándar de pequeñas unidades.<sup>7</sup> Su valor radica en otorgar autonomía informativa, anticipar riesgos y reducir la exposición de las patrullas.

A continuación, se presenta información de los siguientes países:

---

7 SINGER, Peter Warren. *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*. New York, Penguin Press, 2009, p. 112. [En línea]. [Consulta: 12-04-2026]. Disponible en: <https://archive.org/details/wiredforwarrobot0000sing>

## Ucrania

El conflicto en Ucrania desde 2014, y especialmente tras la invasión rusa de 2022, ha demostrado el uso masivo y descentralizado de UAV. No solo se emplearon sistemas militares avanzados, sino también drones comerciales de uso civil, adaptados para vigilancia, reconocimiento y obtención de inteligencia en tiempo real. Asimismo, Ucrania ha impulsado el desarrollo y producción en serie de UAV de empleo táctico, integrándolos de forma sistemática en las unidades desplegadas.

Ejemplos recientes, como la denominada “Operación Telaraña”, evidencian el empleo coordinado de múltiples drones para atacar infraestructura estratégica, demostrando el potencial de estos sistemas para generar efectos operacionales de alta relevancia. El impacto ha sido significativo, evidenciándose que compañías y secciones pueden disponer de un “ojo en el cielo”, lo cual reduce la sorpresa táctica, permite detectar fuerzas enemigas y facilita la maniobra y la planificación.<sup>8</sup>

La lección para Chile es clara: no se requiere necesariamente tecnología altamente sofisticada o de elevado costo para potenciar las capacidades de vigilancia y reconocimiento de las patrullas de las UFEC. La experiencia internacional demuestra que drones comerciales robustos, operados por personal entrenado e integrados en los procedimientos de las patrullas, pueden proporcionar vigilancia aérea inmediata, reconocimiento de rutas, observación de áreas de interés y apoyo a la toma de decisiones en tiempo real. De esta forma, incluso pequeñas unidades pueden incrementar significativamente su capacidad de percepción del entorno y reducir la exposición directa del personal en terreno.



Imagen N°1: Uso de un dron con capacidad de vigilancia y reconocimiento del entorno inmediato.

Fuente: Elaboración propia.

8 BBC NEWS. Ukraine sent dozens of “dronations” to build army of drones. Londres, BBC News, 2022. [En línea]. [Consulta: 13-04-2026]. Disponible en: <https://www.bbc.com/news/technology-62048403>

## Israel

El Estado de Israel ha sido pionero en el uso de UAV desde la década de 1980, tanto a nivel estratégico como táctico, empleándolos inicialmente en misiones de reconocimiento durante los conflictos con Siria y posteriormente integrándolos de forma sistemática en sus fuerzas terrestres. En enfrentamientos recientes, como las operaciones en Gaza y Cisjordania, han sido utilizados para vigilancia aérea en entornos urbanos densos.

El uso de cámaras térmicas permite identificar posiciones adversarias hostiles antes del contacto. La experiencia demuestra la versatilidad de los UAV en áreas urbanas, donde las patrullas requieren información inmediata para reducir riesgos y bajas propias.<sup>9</sup>



Imagen N°2: UAV táctico IAI Scout, desarrollado por Israel Aircraft Industries y empleado para misiones de reconocimiento desde la década de 1980.

Fuente: Israeli Air Force Museum.

## Turquía

En la lucha contra el PKK (Partido de los Trabajadores de Kurdistan) en terreno montañoso, especialmente en el sureste de Turquía y en el norte de Irak, la geografía accidentada favoreció durante años la movilidad, ocultamiento y dispersión de las guerrillas, dificultando las operaciones terrestres convencionales. Frente a ese escenario, Turquía incorporó UAV y UCAV para vigilancia persistente, detección de campamentos, observación de movimientos en valles y crestas, y apoyo a operaciones de precisión contra refugios, cuevas e infraestructura logística del grupo.

9 BRITISH JOURNAL FOR MILITARY HISTORY. Defending the Sky: A Historical Analysis of Israeli Drone Use, 1971–2014. 2024. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://journals.gold.ac.uk/index.php/bjmh/article/view/1783>

De este modo, los drones pasaron a ser parte de una estrategia de control territorial más amplia, combinada con *checkpoints* y bases avanzadas, lo que permitió mantener presión constante sobre el PKK en zonas de difícil acceso,<sup>10</sup> Turquía integró UAV medianos y ligeros para reconocimiento y control de rutas<sup>11</sup>. Lo relevante es que estos sistemas pasaron de un empleo centralizado a una integración táctica e intermedia, otorgando a las patrullas mayor autonomía de reconocimiento y decisión en terreno.<sup>12</sup> Esto resulta especialmente aplicable al sur de Chile, con cordilleras y bosques extensos.



Imagen N°3: UAV Bayraktar TB2 desarrollado por Turquía y empleado para misiones de vigilancia, reconocimiento y apoyo a operaciones terrestres.

Fuente: Baykar Technologies.

## Estados Unidos

En Irak y Afganistán, el Ejército de Estados Unidos integró micro-UAV como el Raven y el Switchblade como medios orgánicos de pequeñas unidades, especialmente a nivel de escuadra y compañía, operados por personal propio tras instrucción breve. Estos sistemas permitieron obtener reconocimiento inmediato, anticipar emboscadas y planificar rutas de marcha con mayor seguridad.<sup>13</sup>

La lección es la viabilidad de capacitar rápidamente operadores UAV dentro de patrullas convencionales, algo directamente replicable en las UFEC.

10 SIBEL DÜZ, Muhammet. Remote Control: Aerial Elimination of the PKK's Terrorist Leaders and Operatives. SETA, 2023, p. 49 - 67. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://media.setav.org/en/file/2023/08/remote-control-aerial-elimination-of-the-pkks-terrorist-leaders-and-operatives.pdf>

11 EL PAÍS. Turquía acelera la guerra de drones contra la guerrilla kurda del PKK. Madrid, El País, 2017. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: [https://elpais.com/internacional/2017/11/10/actualidad/1510342445\\_555537.html](https://elpais.com/internacional/2017/11/10/actualidad/1510342445_555537.html)

12 SMALL WARS JOURNAL. Turkish Drone Doctrine and Theaters of War in the Greater Middle East. Washington D.C., Small Wars Journal, 2021. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://smallwarsjournal.com/2021/11/04/turkish-drone-doctrine-and-theaters-war-greater-middle-east>

13 ARMY UNIVERSITY PRESS. Drones estadounidenses. Fort Leavenworth, Army University Press, 2018. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Edicion-Hispanoamericana/Archivos/Cuarto-Trimestre-2018/Drones-estadounidenses/>



Imagen N°4: Mini UAV RQ-11 Raven en lanzamiento manual durante instrucción, realizada en 2020.

Fuente: U.S. Department of War.

## SÍNTESIS

En todos los casos el patrón es similar, el éxito depende menos de la sofisticación tecnológica que de la integración directa de UAV en las pequeñas unidades, entregando autonomía en la obtención de información.

### Capacidades de drones comerciales aplicables a las UFEC

La factibilidad de incorporar UAV en las patrullas de las UFEC depende en gran medida de su costo, facilidad de operación y autonomía. El mercado de drones comerciales ofrece actualmente plataformas que cumplen con estos criterios y que, sin modificaciones mayores, pueden responder a las necesidades de vigilancia, reconocimiento y apoyo en catástrofes. A continuación, se presentan tres modelos representativos en distintas gamas, que ilustran el potencial de aplicación en las UFEC:

#### UAV de gama de entrada (nivel básico)

Corresponde a un sistema liviano, de aproximadamente 249 gramos, de fácil operación, con una autonomía cercana a los 31 minutos y un alcance de transmisión de hasta 10 km. Incorpora cámara 4K con buena estabilidad, lo que lo hace útil para observación, reconocimiento de áreas reducidas y registro de evidencias. En el mercado nacional, este tipo de plataforma tiene un costo referencial en torno a los \$350.000 (pesos chilenos), lo que la sitúa como una alternativa de bajo costo relativo. Su portabilidad la convierte en una alternativa ideal para dotar a cada patrulla con un equipo mínimo, de bajo mantenimiento y con entrenamiento breve.<sup>14</sup>

---

14 Distribuidor autorizado de UAV comerciales. Ficha Técnica, gama de entrada e intermedia. Santiago, s. f. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: <https://djichile.cl/15-dji-mavic-mini>



Figura N°1: UAV de gama de entrada.

Fuente: Ficha técnica de fabricante (sitio oficial, consultado en 2025). Disponible en: <https://djichile.cl>

## UAV de gama intermedia (nivel intermedio)

Mejora la autonomía, con hasta 38 minutos de vuelo, y el alcance de transmisión, que puede llegar a 12 km según el fabricante. Incorpora una cámara optimizada para condiciones de baja luminosidad y mantiene un peso inferior a los 250 gramos, lo que facilita su transporte y reduce restricciones legales. Resulta especialmente útil para misiones nocturnas o con visibilidad reducida, permitiendo extender la capacidad de vigilancia desde el aire más allá de lo que ofrecen equipos básicos como binoculares o telémetros. Su costo referencial en el mercado nacional se ubica entre entre \$ 390.000 y \$ 500.000 (pesos chilenos).<sup>15</sup>



Figura N°2: UAV de gama intermedia.

Fuente: Ficha técnica de fabricante (sitio oficial, consultado en 2025). Disponible en: <https://djichile.cl>

---

15 DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC). Reglamento DAN 151: Operaciones de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) sobre áreas pobladas. Santiago, DGAC, 2024. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2024/05/DAN-151-ED3-27MAY2024.pdf>

UAV de gama superior con cámara térmica (nivel económico-profesional).

Pertenece a una categoría superior, diseñada para misiones de seguridad, búsqueda y respuesta en emergencias. Su integración de cámara térmica y zoom híbrido de hasta 56x lo hace especialmente apto para operaciones nocturnas, en áreas boscosas o durante incendios. Su autonomía alcanza los 45 minutos y su alcance los 15 km. Su costo referencial en el mercado nacional se ubica entre \$ 3.800.000 y \$ 5.100.000 (pesos chilenos), según configuración. Aunque su costo es mayor, su capacidad de operar en condiciones adversas lo convierte en un multiplicador clave para patrullas desplegadas en las Macrozonas Norte y Sur, donde la visibilidad es frecuentemente limitada<sup>16</sup>.



Figura N°3: UAV de gama superior con cámara térmica.

Fuente: Ficha técnica de fabricante (sitio oficial, consultado en 2025). Disponible en: <https://djichile.cl>

En la tabla siguiente se sintetizan las principales características de los UAV analizados, destacando su autonomía, alcance, sensores, aplicación potencial y rango de precio estimado en Chile según la tienda oficial o distribuidores oficiales asociados.<sup>17</sup>

| Modelo          | Autonomía | Alcance | Sensor principal | Capacidades adicionales  | Aplicación UFEC                 | Costo estimado en Chile               |
|-----------------|-----------|---------|------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Gama de entrada | 31 min    | 10 km   | Cámara 4K        | Portabilidad, Bajo costo | Patrullas observación inmediata | Bajo costo relativo (desde \$345.990) |

16 Distribuidor autorizado de UAV comerciales. Tiendas. Santiago, s. f. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: <https://djichile.cl/tiendas>

17 DJI CHILE. Tiendas. Santiago, DJI Chile Authorized Retail Store, s. f. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://djichile.cl/tiendas>

| Modelo                | Autonomía | Alcance | Sensor principal                  | Capacidades adicionales   | Aplicación UFEC                                                       | Costo estimado en Chile    |
|-----------------------|-----------|---------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Gama intermedia       | 38 min    | 12 km   | Cámara optimizada (baja luz)      | Mayor autonomía y alcance | Patrullas observación vigilancia prolongada con apoyo nocturno básico | \$ 387.990 a<br>\$ 499.990 |
| Gama superior térmica | 45 min    | 15 km   | Cámara térmica + Zoom híbrido 56x | Observación nocturna      | Patrullas con empleo nocturno efectivo.                               | \$ 5.070.900               |

En consecuencia, las características expuestas confirman que los UAV constituyen un apoyo relevante para las UFEC en distintos niveles de empleo. Sin embargo, su verdadero aporte se aprecia al proyectarlos sobre las exigencias operacionales de la Macrozona Norte, donde la vigilancia aérea orgánica se vuelve indispensable para ampliar la cobertura y reducir la exposición de las patrullas.

## Necesidades y oportunidades en la Macrozona Norte

La Macrozona Norte se ha convertido en una de las áreas más demandantes para el despliegue de las UFEC. Su geografía desértica, la existencia de pasos fronterizos no habilitados y la presión migratoria, combinada con la presencia de redes de narcotráfico y contrabando, configuran un escenario operacional de alta exigencia. El desafío principal no solo es el control territorial, sino también la capacidad de anticipar movimientos y reducir la exposición de las patrullas en un ambiente donde la sorpresa táctica puede comprometer tanto la misión como la seguridad del personal.<sup>18</sup>

En términos de medios materiales, las UFEC en esta macrozona suelen operar con vehículos 4x4 tipo camionetas, lo que facilita el desplazamiento por rutas no pavimentadas y sectores de difícil acceso, aunque no elimina la vulnerabilidad de las patrullas frente a vigilancia prolongada o emboscadas. La incorporación de UAV comerciales permitiría complementar esos medios, entregando observación en tiempo real, mejor cobertura del terreno y menor exposición del personal. Esto resulta especialmente útil en zonas de frontera como Colchane, donde la migración irregular y el control territorial han sido materias críticas desde 2021.

18 LA TERCERA. Frontera norte: la puerta al crimen organizado. Santiago, La Tercera, 2019. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.latercera.com/nacional/noticia/frontera-norte-la-puerta-al-crimen-organizado/833784/>

La integración de UAV comerciales directamente en las patrullas permitiría superar esta brecha de manera inmediata. Los UAV de gama de entrada, por su portabilidad y bajo costo, podrían ser transportados en cada vehículo, listos para ser desplegados en minutos. Su autonomía de 31 minutos y alcance de 10 km permitirían explorar rutas antes de que la patrulla se exponga físicamente, detectando caravanas de migrantes, grupos sospechosos o posibles emboscadas. Este sistema cubriría necesidades de seguridad para el personal inmediatas sin demandar una inversión excesiva.

El UAV de gama intermedia, con una cámara optimizada para condiciones de baja luz, se muestra particularmente útil en la Macrozona Norte, donde gran parte de las actividades ilegales ocurren durante la noche. El empleo de estos drones permitiría una mayor eficiencia en las tareas de vigilancia nocturnas, ampliando la cobertura operacional sin incrementar significativamente los riesgos de exposición. De este modo, cada patrulla podría realizar observaciones discretas en pasos no habilitados, transmitiendo imágenes directamente al puesto de mando.

Finalmente, el UAV de gama superior, con cámara térmica y autonomía de 45 minutos, ofrece un salto cualitativo. La detección de caravanas en movimiento durante la noche, en sectores de desierto abierto, se vería significativamente reforzada. La combinación de sensores ópticos y térmicos lo convierte en un recurso indispensable para operaciones críticas de interdicción, donde la reacción temprana es clave para coordinar con Carabineros, PDI, Aduanas y SENAPRED.<sup>19</sup>

Un ejemplo que refleja la necesidad de estos sistemas fue la crisis migratoria en Colchane en 2021, donde miles de personas ingresaron por pasos no habilitados. En esa ocasión, las patrullas de las UFEC debieron ampliar sus recorridos y aumentar su exposición para obtener información básica del flujo migratorio. Cabe señalar que en Colchane la crisis migratoria fue construida también como una crisis humanitaria y de frontera, en un contexto de presión sobre el Estado chileno, con tratamiento de la migración como amenaza a la seguridad y desplazamientos forzados. Con UAV dotados de cámaras térmicas y transmisión en tiempo real, habría sido posible anticipar los movimientos masivos y coordinar con mayor eficacia la respuesta del Estado.

En síntesis, la incorporación de UAV en la Macrozona Norte responde a tres necesidades críticas: ampliar la cobertura de vigilancia, reducir la exposición de las patrullas y mejorar la coordinación interagencial. En la práctica, este esfuerzo se materializa en el Sistema Integrado de Frontera (SIFRON), que ha incorporado drones de vigilancia para reforzar el control en la frontera norte, especialmente en zonas de difícil acceso de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Estas plataformas permiten vigilancia diurna y nocturna, transmisión en tiempo real y detección de movimientos en sectores donde la observación terrestre es limitada.<sup>20</sup>

---

19 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Cuenta Pública del Ministerio de Defensa Nacional. Santiago, Ministerio de Defensa Nacional, 2024. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2024/06/Cuenta-Publica-Ministerio-de-Defensa-Nacional.pdf>

20 *Ibidem*.

Entre los modelos incorporados figuran UAV DeltaQuad Evo, de largo alcance, con cámara térmica, seguimiento automático y capacidad de cobertura amplia, diseñados para operar en condiciones extremas del desierto norteño.<sup>21</sup>

## Necesidades y oportunidades en la Macrozona Sur

La Macrozona Sur presenta un escenario distinto al del norte, pero igualmente complejo. En esta área confluyen fenómenos de violencia rural, ataques incendiarios, robo organizado y amenazas a infraestructura crítica, lo que ha motivado la creación de una unidad coordinadora específica por parte de la Subsecretaría del Interior. A ello se suma un estado de emergencia prolongado desde 2022, en respuesta a una persistente situación de violencia, sabotajes, usurpaciones, ataques incendiarios y destrucción de infraestructura.<sup>22</sup> Estas condiciones exigen a las UFEC un nivel de preparación versátil, capaz de responder tanto a riesgos de seguridad como a emergencias y apoyo a la comunidad.

Las patrullas en esta macrozona suelen desplegarse en camiones militares y carros blindados MOWAG, lo que facilita la movilidad en rutas rurales y la protección en zonas de riesgo. Sin embargo, la vegetación boscosa, las plantaciones agrícolas y el relieve irregular limitan la observación desde el terreno, incluso cuando se dispone de medios optrónicos convencionales como telémetros o miras holográficas. En la práctica, la detección temprana de amenazas o riesgos queda restringida a lo que el personal puede identificar visualmente en los primeros minutos de un patrullaje o desembarco.

La experiencia reciente en la región ha demostrado que incluso UAV comerciales de gama de entrada, empleados de manera improvisada por algunas unidades en apoyo a la comunidad, generan una ventaja táctica significativa. Su lanzamiento desde el portalón superior de un MOWAG antes del desembarco de la escuadra permitió reconocer rutas y descartar riesgos inmediatos. Este ejemplo evidencia que, aun con equipos básicos, se puede reducir la incertidumbre operacional y proteger al personal desplegado.<sup>23</sup>

No obstante, la Macrozona Sur demanda un nivel de capacidad superior al que ofrecen los drones de entrada. Los UAV de gama intermedia, con autonomía ampliada y cámara optimizada para condiciones de baja luminosidad, permitirían extender la vigilancia en sectores rurales donde la actividad ilícita suele desarrollarse durante la noche o al amanecer. Este tipo de

21 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Chile incorpora tres nuevos UAV DeltaQuad Evo de largo alcance para el SIFRON. Defensa.com, 2026. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-incorpora-tres-nuevos-uav-deltaquad-evo-largo-alcance-para>

22 SUBSECRETARÍA DEL INTERIOR. Unidad Coordinadora Macrozona Sur. Santiago. Subsecretaría del Interior, 2022. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.subinterior.gob.cl/unidad-coordinadora-estrategica/unidad-coordinadora-macrozona-sur/>

23 URQUIZAR, Pablo; ABRIGO, Vicente. Tres años de Estado de Emergencia en la Macrozona Sur (2022–2025). Santiago. OCRIT UNAB, 2025. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://ipp.unab.cl/wp-content/uploads/2025/07/ocrit-julio-2025-3.pdf>

sistemas reforzaría la seguridad de las patrullas en el despliegue inicial y permitiría explorar áreas boscosas antes del ingreso de las tropas.<sup>24</sup>

En paralelo, el UAV de gama superior con cámara térmica se proyecta como un recurso clave para esta macrozona. Su integración de cámara térmica y zoom óptico lo convierten en una herramienta de gran valor en operaciones nocturnas y en escenarios de catástrofe. Durante incendios forestales, por ejemplo, facilitaría el reconocimiento aéreo de focos activos, la delimitación de perímetros de riesgo y la identificación de rutas seguras para evacuación.<sup>25</sup>

En casos de violencia rural, permitiría detectar desplazamientos en áreas boscosas donde la visibilidad terrestre es limitada. Y frente a erupciones, como las ocurridas en el volcán Villarrica, su capacidad de operar a distancia segura otorgaría información crítica para la toma de decisiones en tiempo real.

La incorporación de UAV en la Macrozona Sur, por lo tanto, no solo incrementa la eficacia militar en la detección y prevención de ataques, sino que también fortalece el rol del Ejército en el apoyo a la comunidad en emergencias. Esta doble función, seguridad y protección civil, proyecta a las UFEC como una herramienta de respuesta integral en un entorno de alta exigencia.

En síntesis, la Macrozona Sur ofrece un escenario donde los UAV pueden convertirse en un multiplicador de capacidades, entregando a las patrullas información temprana, reduciendo riesgos de emboscada y mejorando la gestión en catástrofes. La clave estará en combinar sistemas de gama de entrada e intermedia para el uso cotidiano, con equipos de gama superior con cámara térmica destinados a patrullas con mayores responsabilidades o a escenarios de crisis compleja.

## PROPUESTA DE INTEGRACIÓN EN LAS UFEC

La incorporación de UAV en las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe no debe limitarse a la adquisición de equipos, sino que requiere de un plan progresivo que combine capacitación, dotación mínima, protocolos estandarizados, entrenamiento escalonado e interoperabilidad institucional. Solo de esta manera es posible asegurar que la herramienta se convierta en un verdadero multiplicador de capacidades y no en un recurso aislado.

---

24 PALACIOS, Cristóbal. "DGAC y Carabineros salen a aclarar operatividad de drones en La Araucanía". *La Tercera*, 29 de abril de 2025. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.latercera.com/nacional/noticia/dgac-y-carabineros-salen-a-aclarar-operatividad-de-drones-adquiridos-por-casi-7-mil-millones-en-la-araucania/>

25 Fabricante de UAV comercial. Ficha técnica, gama superior. 2024. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise/specs>

## Operadores UAV en patrullas

Cada patrulla de UFEC debería contar con al menos un operador UAV designado, capacitado formalmente en un curso breve de entre una y dos semanas. Esta instrucción incluiría conocimientos básicos de pilotaje, procedimientos de seguridad, gestión de baterías y transmisión de datos.

El objetivo no es formar especialistas de inteligencia. Se trata de dotar a las patrullas de una autonomía táctica inmediata, capaz de anticipar riesgos en cada despliegue. En el caso de las patrullas de la Macrozona Norte (en vehículos 4x4), el operador podría desplegar el dron en terreno abierto para vigilancia perimetral. En la Macrozona Sur (camiones y MOWAG), sería responsable de lanzar el dron desde la plataforma del vehículo antes del desembarco de la tropa.

## Dotación mínima inicial

El esquema de dotación debiera iniciarse con un UAV por patrulla, acompañado de al menos dos baterías adicionales y un kit básico de repuestos. En una primera etapa, equipos de gama de entrada podrían asignarse a todas las patrullas, garantizando cobertura mínima a bajo costo. Posteriormente, patrullas con mayores responsabilidades recibirían UAV de mayor capacidad: gama intermedia para operaciones nocturnas, y gama superior térmica para misiones críticas en la Macrozona Sur (incendios, erupciones, violencia rural).

Este modelo escalonado permite distribuir los recursos de manera equitativa y progresiva, sin generar una dependencia exclusiva de escalones superiores de inteligencia.

## Protocolos de empleo estandarizados

Para que los UAV se integren realmente a las operaciones de las UFEC, es necesario contar con procedimientos estandarizados que regulen su uso. Estos protocolos deberían incluir:

- Procedimiento de despegue y recuperación en terreno.
- Normas de registro y transmisión de información hacia el puesto de mando.
- Procedimientos de coordinación con otras agencias (Carabineros, SENAPRED, Bomberos).
- Protocolos de confidencialidad y custodia de imágenes para resguardar datos sensibles de la población.

La existencia de estas normas asegurará que los UAV no sean empleados de manera improvisada, sino como parte integral de la planificación y conducción de las patrullas.

## Entrenamiento progresivo

El entrenamiento debe plantearse en etapas:

- Fase inicial: uso de UAV comerciales de gama de entrada para adquirir destrezas de pilotaje y transmisión de imágenes.
- Fase intermedia: integración de UAV con mayor autonomía y sensores en condiciones de baja luz (gama intermedia), aplicados en ejercicios de patrullaje nocturno.
- Fase avanzada: empleo de UAV con cámara térmica (gama superior) en escenarios complejos, incluyendo simulaciones de incendios forestales, emboscadas rurales y emergencias volcánicas.

Este enfoque gradual asegura que las patrullas adquieran competencias de manera ordenada y que las lecciones aprendidas retroalimenten los manuales de empleo.

## Interoperabilidad institucional

Una ventaja adicional de los UAV es su capacidad para compartir información en tiempo real con organismos externos. La propuesta contempla que las imágenes captadas por los UAV de las UFEC tengan la capacidad de ser retransmitidas dependiendo de la situación a:

- Carabineros de Chile: para apoyo en control de orden público.
- SENAPRED: en situaciones de catástrofe.
- Bomberos: en operaciones de combate de incendios forestales.
- Aduanas y Policía de Investigaciones: en patrullajes fronterizos.

De esta forma, los UAV no solo cumplen una función militar, sino que se integran al sistema nacional de respuesta ante emergencias, reforzando la legitimidad y aceptación social del Ejército.<sup>26</sup>

## Aspectos legales y éticos

La integración de UAV en las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe (UFEC) no puede entenderse de manera aislada de la legislación y la normativa nacional. El empleo de estas tecnologías debe enmarcarse en disposiciones legales claras que aseguren la legitimidad del uso militar y refuercen la percepción de seguridad en la ciudadanía.

---

26 SENAPRED. Estrategia para el Fortalecimiento de la Gestión de Incendios Forestales 2023-2024. Santiago, Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, agosto de 2023. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: [https://degreyd.minsal.cl/wp-content/uploads/2023/10/Estrategia-Incendios-Forestales\\_v5.pdf](https://degreyd.minsal.cl/wp-content/uploads/2023/10/Estrategia-Incendios-Forestales_v5.pdf)

## Uso en apoyo a la autoridad civil

El marco principal está dado por la Ley Orgánica Constitucional de las Fuerzas Armadas (Ley N.º 18.948, 1990),<sup>27</sup> que establece que el Ejército puede cumplir tareas de apoyo a la autoridad cuando esta lo requiera. En este contexto, la utilización de UAV por las UFEC debe orientarse siempre a la misión de apoyo, complementando la labor de Carabineros, SENAPRED y otras instituciones. La legitimidad del empleo dependerá de que quede claro que el uso de drones está destinado a proteger a la población y a reforzar el control del Estado sobre el territorio.

## Normativa aeronáutica

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) regula en Chile la operación de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). Actualmente, el Reglamento DAN 151 (2024) establece requisitos para su uso, incluyendo registro, seguros y condiciones de vuelo.<sup>28</sup> Si bien en contextos de apoyo a la autoridad estas restricciones pueden flexibilizarse, es fundamental que los operadores militares de UAV se ajusten a las normativas vigentes para garantizar la seguridad aérea y evitar incidentes con aviación civil.

## Protección de datos y derechos fundamentales

El registro de imágenes y videos por parte de UAV debe resguardar la privacidad de la población. Aunque las UFEC tienen fines operativos y de apoyo en emergencias, existe el riesgo de que la ciudadanía perciba la vigilancia aérea como una forma de control excesivo. Para prevenir esto, se recomienda establecer protocolos que limiten la difusión de material audiovisual únicamente a usos institucionales y con fines estrictamente operacionales.<sup>29</sup>

## Legitimidad pública y percepción ciudadana

En un escenario donde la confianza de la población en las instituciones es un recurso estratégico, el empleo de UAV debe proyectarse como una herramienta al servicio de la comunidad. Su uso en la detección de focos de incendios, búsqueda de personas aisladas o

27 LEY N.º 18.948. Ley Orgánica Constitucional de las Fuerzas Armadas. Santiago, República de Chile, 1990. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30318>

28 DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DGAC). Reglamento DAN 151: Operaciones de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) sobre áreas pobladas. Santiago, DGAC, 2024. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2024/05/DAN-151-ED3-27MAY2024.pdf>

29 TRIBUNAL CONSTITUCIONAL DE CHILE. Sentencia Rol 15.015-23 CPR, control de constitucionalidad del proyecto sobre seguridad privada. 31 de enero de 2024. [En línea]. [Consulta: 15-04-2026]. Disponible en: [https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursolegales%2F10221.3%2F74857%2F1%2FSTC\\_Rol\\_15\\_015-23-CPR\\_-\\_Seguridad\\_Privada.pdf](https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursolegales%2F10221.3%2F74857%2F1%2FSTC_Rol_15_015-23-CPR_-_Seguridad_Privada.pdf)

apoyo en catástrofes contribuye a que la ciudadanía los perciba como medios de protección y no de vigilancia arbitraria. La legitimidad pública es un componente tan importante como el rendimiento técnico de los equipos. Un UAV que ayuda a salvar vidas en un aluvión o un incendio legitima su uso más que cualquier marco doctrinario.

## **Consideraciones éticas en el uso militar**

La ética militar impone límites claros. Los UAV en manos de las UFEC deben emplearse exclusivamente para observación, prevención y auxilio, evitando cualquier uso ofensivo que pueda interpretarse como una militarización excesiva de la respuesta en emergencias. Además, la capacitación de los operadores debe incluir aspectos éticos, reforzando que la finalidad última del uso de estas tecnologías es proteger al personal y a la población civil con el propósito de aumentar la percepción de seguridad en la ciudadanía.

## **PROYECCIONES FUTURAS**

El empleo de UAV en las UFEC debe entenderse no solo como una solución inmediata de bajo costo y alta efectividad, sino también como una oportunidad estratégica para impulsar el desarrollo doctrinario y tecnológico de la Fuerza Terrestre a mediano y largo plazo.

## **Inteligencia Artificial aplicada a UAV**

La evolución de la Inteligencia Artificial (IA) permitirá que los drones no solo transmitan imágenes en tiempo real, sino que también las procesen y analicen automáticamente. Algoritmos de reconocimiento de patrones podrían identificar vehículos, agrupaciones humanas o focos de calor sin intervención constante del operador. En un escenario de catástrofe, la IA facilitaría la identificación inmediata de sobrevivientes; en un escenario de seguridad, ayudaría a detectar desplazamientos sospechosos en rutas críticas.

## **Enjambres de drones**

La investigación internacional apunta hacia el uso de enjambres de UAV, es decir, múltiples drones operando de manera coordinada, simultánea y autónoma en una misma misión. En el caso de las UFEC, un enjambre de drones comerciales podría cubrir un área extensa en minutos, transmitiendo datos en tiempo real a diferentes escalones de mando. Esto tendría un impacto directo en la toma de decisiones en escenarios como incendios forestales o vigilancia de pasos fronterizos.

## Industria nacional y autonomía tecnológica

Chile cuenta con capacidades industriales en materia de defensa a través de FAMA E y ENAER, que ya desarrollan proyectos vinculados a sistemas no tripulados.<sup>30</sup> Una integración temprana de UAV comerciales en las UFEC podría servir como plataforma experimental, permitiendo recopilar datos de empleo y retroalimentar futuros desarrollos nacionales. La meta sería contar con drones de fabricación chilena, adaptados a las condiciones geográficas y operacionales del país, lo que reforzaría la autonomía estratégica y reduciría la dependencia tecnológica externa.<sup>31</sup>

## Escalamiento doctrinario

Las lecciones aprendidas en las UFEC podrían escalar hacia otras unidades de la Fuerza Terrestre. La experiencia operativa con UAV comerciales sería un laboratorio doctrinario que permitiría actualizar manuales y procedimientos. Eventualmente, las compañías de fusileros motorizados y otras unidades tácticas podrían incorporar UAV orgánicos como parte estándar de sus patrullas, secciones y pelotones. Esto significaría un cambio estructural en la manera en que la Infantería Motorizada realiza su proceso de planificación y ejecución del empleo de sus medios.

## Proyección institucional y legitimidad

La consolidación del uso de UAV por las UFEC no solo proyecta al Ejército de Chile como una institución innovadora y adaptable, sino que también refuerza su imagen frente a la ciudadanía. Mostrar que los drones no se emplean únicamente en contextos militares, sino también en apoyo a la gestión de riesgos y catástrofes, legitima su uso y fortalece el vínculo entre la institución y la sociedad.

## CONCLUSIONES

El empleo de UAV en las Unidades Fundamentales de Emergencia y Catástrofe desplegadas en las Macrozonas Norte y Sur constituye una innovación necesaria, factible y de alto impacto, no solo por la brecha histórica de medios orgánicos de observación aérea, sino porque Chile ya ha comenzado a incorporar drones en control fronterizo, entrenamiento táctico y apoyo a emergencias. Los anuncios recientes del Ministerio de Defensa para la frontera norte, junto con la capacitación

30 LUCERO, Florencia. Drones para Chile: una apuesta por la soberanía tecnológica en vehículos no tripulados. Pucará Defensa, 28 de noviembre de 2025. [En línea]. [Consulta: 15-04-2026]. Disponible en: <https://www.pucara.org/post/drones-para-chile-una-apuesta-por-la-soberania-ADa-tecnol%C3%B3gica-en-veh%C3%ADculos-no-tripulados>

31 LAUTARO, Luis. Chile proyecta fabricar 112 drones en 18 meses. Defensa.com, 16 de febrero de 2026. [En línea]. [Consulta: 15-04-2026]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-proyecta-fabricar-112-drones-18-meses-triple-helice-avanza>

de reservistas y el uso de drones por unidades del Ejército, muestran que esta integración no es una hipótesis futura, sino una línea de desarrollo ya en curso.<sup>32</sup> Lo anterior deja en evidencia la polivalencia en el empleo de los UAV, sin olvidar que constituyen una capacidad operacional de la Fuerza Terrestre para su función principal que es la Defensa de la Soberanía e Integridad Territorial.

En la Macrozona Norte, el desafío principal radica en la extensión territorial, la presencia de pasos no habilitados y la actividad del crimen organizado transnacional. Allí, drones de gama de entrada e intermedia permitirían ampliar la vigilancia, reducir la exposición de patrullas en vehículos 4x4 y anticipar desplazamientos sospechosos en zonas fronterizas. El UAV de gama superior con cámara térmica, por su parte, ofrece la capacidad crítica de operar de noche y con cámara térmica, lo que marcaría la diferencia frente al contrabando y la migración irregular.

En la Macrozona Sur, el escenario combina violencia rural, ataques incendiarios y catástrofes naturales. Aquí, las patrullas en camiones y MOWAG se verían fortalecidas con UAV que permitan reconocer rutas antes del desembarco, vigilar áreas boscosas con cámaras térmicas y apoyar directamente la respuesta a incendios forestales o erupciones volcánicas. El UAV de gama superior con cámara térmica, en particular, constituye un multiplicador decisivo para la gestión de emergencias y para la protección de infraestructura crítica.

La experiencia internacional demuestra que no se requiere tecnología sofisticada ni inversiones millonarias para obtener resultados significativos. Lo esencial es la integración directa de UAV a nivel de patrulla, con operadores entrenados en procesos breves y protocolos claros de empleo. Esta medida no solo aumenta la seguridad y eficacia de las operaciones, sino que también proyecta al Ejército de Chile como una institución innovadora, adaptable y comprometida con la seguridad nacional y el bienestar de la población.

Además, la implementación progresiva de UAV en las UFEC genera la oportunidad de una evolución doctrinaria y tecnológica de largo plazo. Las lecciones aprendidas en su empleo inmediato podrían retroalimentar futuros desarrollos nacionales a través de FAMAE y ENAER, impulsar el diseño de manuales actualizados para las distintas armas y preparar el camino hacia tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial y los enjambres de drones.

En síntesis, la incorporación de UAV en las UFEC es una medida de rápida implementación, de bajo costo relativo y de alto impacto operacional y social. Su empleo no solo refuerza las capacidades del Ejército en escenarios de seguridad y catástrofe, sino que también fortalece la legitimidad institucional,

---

32 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. "Ministra Delpiano anuncia nuevos drones y entrega balance del despliegue en la frontera norte". Santiago. Ministerio de Defensa Nacional, 2026. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://g5noticias.cl/2026/02/17/ministra-delpiano-anuncia-nuevos-drones-y-entrega-balance-del-despliegue-en-la-frontera-norte-ingresos-irregulares-bajaron-54-entre-2021-y-2025/> ; ver EJÉRCITO DE CHILE. "Ejército de Chile entrena reservistas como operadores de drones". 2025. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=rFSfSYMEyJE>; DEFENSA.COM. "El dron DJI FlyCart 30 en operaciones tácticas del Ejército de Chile". 2025. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/ejercito-chile-entrena-drones-largo-alcance-para-operaciones>

mostrando a la ciudadanía una fuerza armada que evoluciona con los tiempos y que pone la tecnología al servicio del país y de su gente.

## BIBLIOGRAFÍA

ARMY UNIVERSITY PRESS. Drones estadounidenses. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Edicion-Hispanoamericana/Archivos/Cuarto-Trimestre-2018/Drones-estadounidenses/>

BBC NEWS. Ukraine sent dozens of "dronations" to build army of drones. 8 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbc.com/news/technology-62048403>

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (BCN). Ley N° 18.948, Ley Orgánica Constitucional de las Fuerzas Armadas. 8 de septiembre de 1990. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30318>

BRITISH JOURNAL FOR MILITARY HISTORY. Defending the Sky: A Historical Analysis of Israeli Drone Use, 1971–2014. 2024. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: <https://journals.gold.ac.uk/index.php/bjmh/article/view/1783>

DEFENSA.COM. Chile incorpora tres nuevos UAV DeltaQuad Evo de largo alcance para el SIFRON.2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-incorpora-tres-nuevos-uav-deltaquad-evo-largo-alcance-para>

DEFENSA.COM. Chile proyecta fabricar 112 drones en 18 meses. Defensa.com. 16 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-proyecta-fabricar-112-drones-18-meses-triple-helice-avanza>

DEFENSA.COM. El Ejército de Chile evalúa drones DJI FlyCart 30 y Matrice 4T. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/ejercito-chile-evalua-drones-dji-flycart-30-matrice-4t-mientras>

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL. Reglamento DAN 151: Operaciones de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) sobre áreas pobladas. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2024/05/DAN-151-ED3-27MAY2024.pdf>

Distribuidor autorizado de UAV comerciales. (s. f.). Ficha técnica, gama de entrada e intermedia. [En línea]. Disponible en: <https://djichile.cl/15-dji-mavic-mini>

Distribuidor de UAV comercial en Chile. Ficha técnica, gama superior térmica. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ventadronchile.cl/producto/drone-dji-mavic-3-thermal-enterprise/>

EJÉRCITO DE CHILE, División Doctrina (DIVDOC). MDIE-50001. Empleo de la Unidad Fundamental de Emergencia y Catástrofes. 2025. [Documento interno].

EJÉRCITO DE CHILE. Ejército de Chile entrena reservistas como operadores de drones [Video]. YouTube. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=rFSfSYMEyJE>

EL PAÍS. Turquía acelera la guerra de drones contra la guerrilla kurda del PKK. 10 de noviembre de 2017. [En línea]. Disponible en: [https://elpais.com/internacional/2017/11/10/actualidad/1510342445\\_555537.html](https://elpais.com/internacional/2017/11/10/actualidad/1510342445_555537.html)

Fabricante de UAV comercial. Ficha técnica, gama superior. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise/specs>

LA TERCERA. Frontera norte: La puerta al crimen organizado. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.latercera.com/nacional/noticia/frontera-norte-la-puerta-al-crimen-organizado/833784/>

LUCERO, Florencia. Drones para Chile: Una apuesta por la soberanía tecnológica en vehículos no tripulados. Pucará Defensa. 28 de noviembre de 2025. <https://www.pucara.org/post/drones-para-chile-una-apuesta-por-la-soberania-tecnologica-en-vehiculos-no-tripulados>

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Cuenta pública del Ministerio de Defensa Nacional. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2024/06/Cuenta-Publica-Ministerio-de-Defensa-Nacional.pdf>

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Ministra Delpiano anuncia nuevos drones y entrega balance del despliegue en la frontera norte. 17 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/index6bb9.html?p=6753>

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. Política de Defensa Nacional de Chile 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.cl/wp-content/uploads/2023/06/POL%C3%8DTICA-DE-DEFENSA-NACIONAL-DE-CHILE-2020.pdf>

MINISTERIO DEL INTERIOR. Subsecretaría del Interior. Unidad Coordinadora Macrozona Sur. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.subinterior.gob.cl/unidad-coordinadora-estrategica/unidad-coordinadora-macrozona-sur/>

MULTIGREMIAL DE LA ARAUCANÍA. Informe de hechos de violencia de mayor connotación en la Macrozona Sur. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://multigremialaraucaia.cl/barometro-de-conflictos/>

- PALACIOS, Cristóbal. DGAC y Carabineros salen a aclarar operatividad de drones en La Araucanía. *La Tercera*, 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.latercera.com/nacional/noticia/dgac-y-carabineros-salen-a-aclarar-operatividad-de-drones-adquiridos-por-casi-7-mil-millones-en-la-araucania/>
- SERVICIO NACIONAL DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE DESASTRES. Estrategia para el fortalecimiento de la gestión de incendios forestales 2023-2024. Agosto 2023. [En línea]. Disponible en: [https://degreyd.minsal.cl/wp-content/uploads/2023/10/Estrategia-Incendios-Forestales\\_v5.pdf](https://degreyd.minsal.cl/wp-content/uploads/2023/10/Estrategia-Incendios-Forestales_v5.pdf)
- SIBEL DÜZ, Muhammet. Remote Control: Aerial Elimination of the PKK's Terrorist Leaders and Operatives. *SETA*, 2023, p. 49 - 67. [En línea]. [Consulta: 14-04-2026]. Disponible en: <https://media.setav.org/en/file/2023/08/remote-control-aerial-elimination-of-the-pkks-terrorist-leaders-and-operatives.pdf>
- SINGER, Peter, Warren. *Wired for war: The robotics revolution and conflict in the 21st century*. Penguin Press. 2009.
- SMALL WARS JOURNAL. Turkish drone doctrine and theaters of war in the Greater Middle East. 04 de noviembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://smallwarsjournal.com/2021/11/04/turkish-drone-doctrine-and-theaters-war-greater-middle-east>
- STEFONI Carolina, JARAMILLO Matías, BRAVO Aline y MACAYA Gustavo. Colchane. La construcción de una crisis humanitaria en la zona fronteriza del norte de Chile. *Estudios Fronterizos*, 2023, vol. 24, e113. [En línea]. [Consulta: 14 - 04 - 2026]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-69612023000100102](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-69612023000100102)
- TRIBUNAL CONSTITUCIONAL DE CHILE. Sentencia Rol 15.015-23 CPR. Publicada el 31 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales%2F10221.3%2F74857%2F1%2FSTC\\_Rol\\_15\\_015-23-CPR\\_-\\_Seguridad\\_Privada.pdf](https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales%2F10221.3%2F74857%2F1%2FSTC_Rol_15_015-23-CPR_-_Seguridad_Privada.pdf)
- UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ, Observatorio de Datos. Informe de resultados de gestión operativa 2021 y metas 2022. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://observatoriodedatos.uai.cl/wp-content/uploads/2025/05/Informe-de-Resultados-de-Gestion-Operativa-2021-y-metas-2022-1.pdf>
- URQUÍZAR, Pablo & ABRIGO, Vicente. Tres años de Estado de Emergencia en la Macrozona Sur (2022-2025). *OCRIT UNAB*. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ipp.unab.cl/wp-content/uploads/2025/07/ocrit-julio-2025-3.pdf>

# LA REVISIÓN SISTEMÁTICA EN LA INVESTIGACIÓN MILITAR CHILENA: PRISMA 2020 COMO PROPUESTA COMPLEMENTARIA PARA LA ACADEMIA DE GUERRA Y ACADEMIA POLITÉCNICA MILITAR

CAPITÁN ADRIÁN KLAPP FRITZ<sup>1</sup> - JOSÉ LUIS VALÍN RIVERA<sup>2</sup> - CRISTÓBAL GALLEGUILLOS KETTERER<sup>3</sup> - RENÉ ALEJANDRO VENEGAS VELÁSQUEZ<sup>4</sup> - CONSTANZA CERDA CANALES<sup>5</sup>

**Resumen:** *La Academia de Guerra y la Academia Politécnica Militar ya disponen de metodologías de investigación consolidadas. Sin embargo, cuando una investigación depende de revisar literatura amplia y heterogénea, persisten diferencias en la forma de documentar búsqueda, selección y síntesis de evidencia. Este artículo examina comparativamente ambas metodologías, declara su compatibilidad de base y propone incorporar PRISMA 2020 como estándar complementario para revisiones sistemáticas. Se sostiene que esta integración fortalecería la trazabilidad, la comparabilidad, la legibilidad para el lector y la utilidad institucional del conocimiento, sin sustituir los marcos investigativos vigentes.*

**Palabras clave:** *revisión sistemática, PRISMA 2020, investigación militar, metodología, Ejército de Chile.*

**Abstract:** *The War Academy and the Military Polytechnic Academy already rely on solid research methodologies. Yet when a study depends on broad and*

- 
- 1 Oficial del Arma de Infantería, Licenciado en Ciencias Militares e Ingeniero Politécnico Militar en la mención Sistemas de Armas de la Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL). Ingeniero en Administración de Empresas por la Universidad Andrés Bello (UNAB) y alumno del Doctorado en Industria Inteligente de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). La presente colaboración corresponde a una propuesta académica orientada al fortalecimiento de la investigación militar mediante mejores estándares de síntesis de evidencia. E-mail: [adrian.klapp@ejercito.cl](mailto:adrian.klapp@ejercito.cl) — [adrian.klapp.f@mail.pucv.cl](mailto:adrian.klapp.f@mail.pucv.cl)
  - 2 Doctor en Ingeniería Mecánica por la Universidad de São Paulo (USP), Brasil. Profesor Titular y Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV.
  - 3 Candidato a Doctor en Industria Inteligente por la PUCV. Máster en Ingeniería de la Energía por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), España. Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). Profesor de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV.
  - 4 Doctor en Lingüística por la PUCV. Profesor Asociado del Instituto de Literatura y Ciencias del Lenguaje de la PUCV. Investigador en lingüística de corpus, discurso académico y procesamiento del lenguaje natural.
  - 5 Doctora en Lingüística por la PUCV e investigadora del Instituto de Literatura y Ciencias de la misma universidad. Especialista en escritura académica y desarrollo de la plataforma PEUMO con inteligencia artificial.

*heterogeneous literature review, differences remain in how search, selection, and evidence synthesis are documented. This article compares both institutional frameworks and proposes PRISMA 2020 as a complementary reporting standard for systematic reviews. It argues that such integration would improve traceability, comparability, reader clarity, and the institutional usefulness of knowledge without replacing current research methods. The proposal is framed as an institutional enhancement compatible with Memorial del Ejército editorial standards.*

**Keywords:** *Systematic review, PRISMA 2020, military research, methodology, Chilean Army.*

## INTRODUCCIÓN

La investigación militar contemporánea no se mide solo por la capacidad de producir conocimiento original. También se mide por la capacidad de ordenar lo ya publicado, discriminar evidencia útil, identificar vacíos, comparar enfoques y convertir ese material en una base suficientemente sólida para decidir, enseñar, actualizar doctrina, orientar innovación o corregir procesos institucionales. En un ecosistema donde conviven artículos indexados, documentos doctrinarios, memorias, tesis, informes técnicos, literatura gris, experiencias comparadas y publicaciones institucionales, la calidad del trabajo académico depende de manera creciente de cómo se identifica, selecciona, evalúa y sintetiza la evidencia disponible.<sup>6</sup>

En el Ejército de Chile esta discusión no parte desde una carencia metodológica. La Academia de Guerra del Ejército (ACAGUE) y la Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL) cuentan con procedimientos formales para el desarrollo de tesis, memorias y actividades académicas equivalentes. Ambas instituciones exigen problemas de investigación, objetivos, sustento conceptual, desarrollo metodológico, resultados y conclusiones; ambas también regulan la forma de presentar el trabajo, justificar procedimientos y sostener una defensa académica. Ese punto debe establecerse desde el inicio, porque el presente artículo no cuestiona la legitimidad de los marcos vigentes. Su propósito es más preciso: proponer una mejora complementaria para aquellos casos en que la investigación –sea tesis, memoria, artículo u otra publicación académica de ambas academias– exige una revisión sistemática y trazable de literatura.<sup>7</sup>

---

6 PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; *et al.* "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews". BMJ, vol. 372, 2021, N° 71. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

SNYDER, Hannah. "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines". Journal of Business Research, vol. 104, 2019, pp. 333-339. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

7 ACADEMIA DE GUERRA. C01-2012 Cartilla normativa de procedimientos y exigencias docentes para la elaboración, exposición y defensa de trabajos de tesis. Santiago, Academia de Guerra, 2012.  
EJÉRCITO DE CHILE. División Educación (DIVEDUC), Academia Politécnica Militar. Procedimiento de memorias y tesis o actividad académica equivalente, 2020. Santiago, ACAPOMIL, 2020.

La necesidad de ese complemento surge de un hecho práctico. En numerosos trabajos institucionales el estado del arte o la revisión bibliográfica cumple una función importante, pero no siempre deja suficientemente explicitado dónde se buscó, qué repositorios se revisaron, qué criterios de inclusión y exclusión se aplicaron, qué material se descartó y por qué, o de qué forma se integró la evidencia finalmente considerada. Cuando esa secuencia no queda visible, dos investigaciones sobre un mismo asunto pueden construir cuerpos de evidencia distintos sin que el lector disponga de elementos para reconstruir el itinerario metodológico seguido. El problema no es que existan conclusiones diferentes; el problema es que, sin trazabilidad suficiente, resulta más difícil auditar, actualizar, comparar o reutilizar institucionalmente el camino ya recorrido.<sup>8</sup>

Ese vacío es especialmente sensible en instituciones que aspiran a acumular conocimiento y no solo a producir piezas aisladas. La pregunta de fondo no es únicamente cómo mejorar un trabajo particular, sino cómo asegurar que la investigación de hoy pueda transformarse en un insumo verificable para la investigación de mañana. La revisión sistemática, cuando deja un trayecto documentado, cumple precisamente esa función de acumulación. Hace visible el proceso de búsqueda, permite evaluar la amplitud del corpus, ordena la selección de evidencia y deja una base más clara para futuras actualizaciones. En el ámbito militar, donde las fuentes suelen estar dispersas entre literatura académica, documentos institucionales y experiencias comparadas, ese beneficio adquiere un valor metodológico y organizacional particular.

## PROBLEMA, OBJETIVO Y MÉTODO DE ANÁLISIS

El problema específico puede formularse de manera directa: la ACAGUE y la ACAPOMIL ya poseen metodologías serias y compatibles, pero cuando un trabajo depende de una revisión sistemática de literatura no siempre cuentan con un estándar común y visible para documentar la búsqueda, la selección y la síntesis de evidencia. En consecuencia, la fortaleza general del diseño metodológico institucional puede convivir con una heterogeneidad procedimental en el estado del arte que afecta la comparabilidad de los trabajos y la experiencia de lectura de evaluadores, editores y futuros investigadores.

El objetivo es examinar comparativamente las metodologías de investigación de la ACAGUE y ACAPOMIL, precisar el alcance real de PRISMA 2020 y fundamentar su incorporación como estándar complementario para revisiones sistemáticas dentro de la investigación militar chilena y de las publicaciones académicas producidas por ambas academias. La pregunta guía que organiza el análisis es la siguiente: ¿de qué manera puede incorporarse PRISMA 2020, como estándar complementario y no sustitutivo, en las metodologías de investigación de la ACAGUE y la ACAPOMIL para fortalecer la trazabilidad, comparabilidad y utilidad institucional de las revisiones sistemáticas? Para responderla, el texto desarrolla tres preguntas complementarias:

---

8 RETHLEFSEN, Melissa L.; KIRTLEY, Shona; WAFFENSCHMIDT, Siw; *et al.* "PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews". *Systematic Reviews*, vol. 10, 2021, art. 39. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>

- ¿Qué convergencias y diferencias metodológicas existen entre ambas academias?
- ¿Qué aporta PRISMA 2020 cuando una investigación depende de una síntesis trazable de evidencia?
- ¿Qué muestran las fuentes públicas internacionales sobre el uso de enfoques sistemáticos de revisión en entornos militares o de defensa?

Metodológicamente, este trabajo adopta un análisis documental comparado. El corpus principal está formado por la cartilla normativa de tesis de la ACAGUE; el procedimiento de memorias y tesis o actividad académica equivalente de la ACAPOMIL; las normas vigentes del Memorial del Ejército; las fuentes oficiales PRISMA 2020 y un conjunto acotado de casos públicos internacionales sobre uso de revisiones sistemáticas o capacidades de análisis y síntesis de evidencia en entornos de defensa. No se trata, por tanto, de una validación empírica mediante trabajo de campo, sino de un examen argumentado de compatibilidad metodológica e institucional basado en documentación primaria y bibliografía especializada.<sup>9</sup>

La tesis central es la siguiente: la ACAGUE y la ACAPOMIL ya poseen bases metodológicas serias y compatibles, y precisamente por esa fortaleza se encuentran en condiciones de incorporar PRISMA 2020 como estándar complementario para revisiones sistemáticas y síntesis trazable de evidencia. Esta incorporación permitiría mejorar la transparencia del estado del arte, ordenar la consulta de publicaciones actuales y repositorios institucionales, hacer más comparables los estudios, aumentar su utilidad para la doctrina, la educación y la innovación, y ofrecer al lector un trayecto argumental más claro.

Como recurso pedagógico secundario, la propuesta se apoya además en una analogía con el Proceso de Planificación Militar (PPM), no para equiparar ambos procesos, sino para facilitar la comprensión de una herramienta metodológica nueva a partir de una estructura ya familiar para los oficiales e investigadores del Ejército.

## **LAS METODOLOGÍAS VIGENTES DE LA ACAGUE Y LA ACAPOMIL**

### **La Academia de Guerra: una cultura analítica ya consolidada**

La cartilla normativa de la ACAGUE organiza la tesis como un proceso secuencial y controlado: presentación y aprobación de la idea de investigación, proyecto, informe final, exposición y defensa, y cierre del proceso. Desde la fase inicial exige que la propuesta declare el problema de investigación, la pregunta, los objetivos y tema tentativo. No se trata, por tanto, de una cultura

---

9 PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 statement. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

académica improvisada o solo formal; se trata de un diseño que busca conducir al tesista desde la delimitación del problema hasta una defensa fundada del resultado.<sup>10</sup>

Esa estructura confiere a la ACAGUE varias fortalezas: énfasis analítico que exige formular un problema y sostener una respuesta razonada, disciplina metodológica con estaciones de control desde el proyecto hasta la defensa, y cuidado de la forma académica visible en anexos sobre *abstract*, citas y pautas de evaluación.

El punto crítico aparece cuando el estado del arte debe convertirse en revisión sistemática: la cartilla regula con claridad la tesis como proceso general, pero deja un margen razonable a la forma en que el tesista documenta su búsqueda. PRISMA 2020 puede aportar valor precisamente allí: no como metodología sustitutiva, sino como estándar complementario que haga visible cómo se construyó el estado del arte cuando este pretende ser sistemático.

### **La Academia Politécnica Militar: una lógica aplicada y compatible con PRISMA**

La ACAPOMIL, por su parte, expresa su cultura investigativa a través de un procedimiento que articula memoria o tesis con origen y evaluación de pertinencia del tema, metodología de la investigación científica, proyecto, avance, desarrollo, evaluación y defensa. El propio procedimiento subraya la necesidad de coherencia entre título, planteamiento del problema, objetivos, alcances, conceptualización teórica, metodología, resultados, conclusiones y bibliografía. Esta exigencia revela una cultura académica orientada a la resolución de problemas concretos, pero al mismo tiempo cuidadosamente estructurada.

En este marco, la revisión bibliográfica no cumple solo una función introductoria. Sirve para situar el problema, comparar soluciones existentes, justificar decisiones técnicas, identificar brechas y establecer el punto desde el cual una propuesta institucional puede resultar pertinente. Esa condición hace especialmente sensible la calidad de la búsqueda y selección de antecedentes, puesto que una solución técnica bien diseñada depende en gran medida de que su fundamentación comparativa sea amplia, actualizada y trazable. En investigaciones aplicadas, la revisión de literatura no es un mero preámbulo; es parte del soporte racional que hace defendible la propuesta.

La fortaleza metodológica de la ACAPOMIL radica en su capacidad para ordenar investigaciones orientadas a un producto o desarrollo concreto. PRISMA 2020 puede dialogar de manera natural con esta cultura académica, porque cuando una memoria necesita comparar alternativas tecnológicas o examinar evidencia sobre desempeño y capacidades emergentes, una revisión sistemática bien reportada fortalece la base sobre la cual se construye la propuesta aplicada.

---

10 ACADEMIA DE GUERRA (ACAGUE), *op. cit.*; PAGE *et al.*, *op. cit.*

En el ámbito técnico, donde las decisiones pueden implicar inversiones en sistemas o procesos, la calidad de la revisión bibliográfica es una protección metodológica para la recomendación. PRISMA 2020 no hace teórica a la ACAPOMIL: hace más verificable la evidencia que precede a una solución institucional.

**Convergencias, diferencias y punto exacto de integración**

La comparación entre ambas academias muestra más convergencias que contradicciones. Las dos parten de un problema, exigen objetivos, estructuran un cuerpo metodológico, demandan resultados y concluyen en una defensa o validación final. La diferencia aparece sobre todo en el tipo de producto privilegiado y en la cultura disciplinaria predominante. Mientras la ACAGUE acentúa con mayor fuerza la densidad analítica y argumentativa, la ACAPOMIL tiende a privilegiar la resolución de problemas concretos, la comparación de alternativas y la aplicabilidad técnica. Esta diferencia no expresa una fractura del sistema, sino una diversidad funcional dentro del mismo ecosistema de investigación militar.

Precisamente porque existe esa base común, la incorporación de PRISMA 2020 puede plantearse de manera complementaria: en la ACAGUE para tesis analíticas y publicaciones académicas que requieran revisar sistemáticamente literatura secundaria, y en la ACAPOMIL para memorias, artículos o informes vinculados con sistemas o procedimientos técnicos cuando la calidad de la propuesta dependa de una síntesis trazable de evidencia previa.

La siguiente tabla resume el punto exacto de integración:

| Dimensión                                | ACAGUE                                                           | ACAPOMIL                                                            | Integración complementaria de PRISMA 2020                                      |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Finalidad dominante                      | Análítica, interpretativa y argumentativa                        | Aplicada, técnica y orientada a solución                            | Incorporar un estándar común cuando el trabajo depende de revisión sistemática |
| Núcleo metodológico                      | Problema, pregunta, objetivos, proyecto, informe final y defensa | Problema, objetivos, proyecto, desarrollo, resultados y defensa     | Mantener intacto el diseño institucional y reforzar solo la fase de revisión   |
| Rol de la revisión bibliográfica         | Sostiene estado del arte, discusión y densidad argumentativa     | Fundamenta comparación de alternativas y justificación de propuesta | Hacer trazable la búsqueda, selección, exclusión y síntesis de evidencia       |
| Riesgo principal sin estándar específico | Estados del arte menos comparables entre tesis o artículos       | Fundamentaciones técnicas con trayecto bibliográfico poco visible   | Reducir heterogeneidad procedimental y facilitar auditoría                     |
| Beneficio institucional esperado         | Mayor claridad analítica y mejor publicabilidad                  | Mejor soporte comparativo para decisiones y desarrollos técnicos    | Lenguaje común para sintetizar evidencia en ambas academias                    |

Tabla N° 1. Convergencias metodológicas entre la ACAGUE, la ACAPOMIL y la integración complementaria de PRISMA 2020.

Fuente: elaboración propia a partir de la cartilla normativa de tesis de la ACAGUE (C01-2012) y del procedimiento de memorias y tesis de la ACAPOMIL (2020).

## PRISMA 2020: NATURALEZA, ALCANCE Y PERTINENCIA

PRISMA 2020 es una guía de reporte para revisiones sistemáticas. Su propósito no es sustituir la creatividad intelectual del investigador ni imponer una epistemología única a disciplinas diferentes, sino asegurar que el lector pueda comprender qué se buscó, cómo se seleccionó la evidencia, qué criterios se aplicaron, cómo se evaluó el material reunido y de qué forma se elaboró la síntesis final. El sitio oficial del estándar destaca precisamente ese ecosistema: el *statement paper*, el *checklist*, la versión ampliada, el *abstract checklist* y los *flow diagrams*. Esta arquitectura es importante porque muestra que PRISMA 2020 no se limita a una lista de control; ofrece una lógica completa de transparencia para el reporte de revisiones sistemáticas<sup>11</sup>

Esa naturaleza es decisiva para el caso militar chileno. Lo que aquí se propone no es convertir toda tesis, memoria, artículo u otra publicación académica en una revisión sistemática, sino que, cuando un trabajo declare o requiera una revisión sistemática de literatura, utilice un estándar reconocido para transparentar ese proceso. PRISMA 2020 no es una metodología universal para cualquier investigación; es un estándar de reporte y organización de revisiones sistemáticas. Y justamente por esa especificidad puede integrarse a marcos metodológicos ya existentes sin entrar en competencia con ellos.

También conviene precisar qué tipo de orden introduce. El *checklist* obliga a informar elementos que para el lector suelen ser decisivos y que a menudo quedan implícitos en revisiones tradicionales: si existió protocolo, cuáles fueron las fuentes consultadas, cómo se seleccionaron los registros, cómo se evaluó la elegibilidad, cómo se definió la síntesis y qué limitaciones afectaron el proceso. El *abstract checklist*, por su parte, evita que el resumen se reduzca a una frase general sobre la utilidad del tema y empuja a comunicar diseño, alcance y resultados de manera más informativa. Los diagramas de flujo finalmente cumplen una función de transparencia condensada: permiten que un lector vea, en pocos segundos, la relación entre universo documental, exclusiones y corpus final de análisis. En conjunto, estos recursos mejoran simultáneamente la calidad del reporte y la calidad de la lectura.

Si esta lógica se traduce al trabajo concreto de la ACAGUE o la ACAPOMIL, el procedimiento se organiza en cuatro fases: formulación de la pregunta de revisión con protocolo que delimite alcance, fuentes y criterios de inclusión y exclusión; ejecución de la búsqueda con cadenas replicables y depuración de duplicados; cribado por título, resumen y texto completo con justificación de exclusiones; y síntesis de hallazgos con declaración de limitaciones, reportada mediante *checklist*, *abstract* consistente y diagrama de flujo.

No obstante, PRISMA 2020 tampoco debe sobredimensionarse. No garantiza por sí solo una buena pregunta de investigación, no reemplaza el juicio disciplinario del autor y no convierte automáticamente en rigurosa una búsqueda pobre o sesgada. Su aporte es más concreto y, por ello mismo, más valioso:

---

11 PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 Checklist. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

vuelve visible lo que el investigador hizo y obliga a presentar la revisión de modo que otro pueda juzgarla críticamente.

El estándar tiene una genealogía relevante. El PRISMA de 2009 nació como respuesta a un problema reiterado: muchas revisiones sistemáticas publicadas no permitían al lector comprender cómo se había llegado a las conclusiones reportadas. La actualización de 2020 perfeccionó esa respuesta, adaptándola a nuevas formas de búsqueda y exigencias de transparencia.<sup>12</sup>

Su aplicabilidad fuera del ámbito biomédico está documentada en ingeniería de software, gestión y campos aplicados, donde la revisión de literatura se ha consolidado como metodología propia. La lección común: el valor de una revisión sistemática no depende de pertenecer a la medicina, sino de que exista una pregunta que requiera una síntesis rigurosa de evidencia dispersa.<sup>13</sup>

La figura siguiente resume la lógica general del flujo de revisión adaptado al tipo de fuentes que suelen importar en la investigación militar chilena.



Figura N°1. Diagrama de flujo simplificado para revisiones sistemáticas aplicadas a investigación militar chilena.

Fuente: elaboración propia a partir de PRISMA 2020, de la lógica de búsqueda académica e institucional descrita por el estándar y de las necesidades de documentación de fuentes militares chilenas.

- 12 MOHER, David; LIBERATI, Alessandro; TETZLAFF, Jennifer; ALTMAN, Douglas G.; THE PRISMA GROUP. "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement". PLoS Medicine, vol. 6, N° 7, 2009, e1000097. [En línea]. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>
- 13 KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University y Durham University, 2007. [En línea]. Disponible en: [https://legacyfileshare.elsevier.com/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)

## BENEFICIOS INSTITUCIONALES Y EXPERIENCIA DEL LECTOR

### Trazabilidad, auditabilidad y comparabilidad

El primer beneficio de incorporar PRISMA 2020 es la trazabilidad. En investigaciones donde importa saber qué literatura fue considerada y cuál quedó fuera, la visibilidad del proceso se convierte en condición de confianza, obligando a dejar esa secuencia a la vista: fuentes consultadas, filtros, exclusiones, textos revisados y forma de síntesis.

La auditabilidad permite que otro investigador, profesor guía o editor, comprenda con exactitud el alcance del trabajo. Si una tesis afirma haber revisado sistemáticamente un tema, el lector puede examinar el camino seguido, no solo confiar en la declaración del autor.

La comparabilidad entre investigaciones también mejora cuando distintos trabajos organizan su revisión conforme a una lógica semejante, se vuelve más fácil contrastar corpus, criterios y resultados. Para academias que aspiran a acumular conocimiento, esa comparabilidad es un activo institucional de largo plazo.

### Experiencia del lector, del evaluador y del editor

Un segundo beneficio tiene que ver con la experiencia del lector. Cuando el texto explicita problema, objetivo, método, criterios de selección y límites, el lector comprende más rápido qué contribución tiene delante. PRISMA 2020 contribuye directamente: el *checklist* ordena el proceso, el *abstract checklist* comunica con precisión la naturaleza del estudio y los diagramas de flujo ofrecen una síntesis visual del recorrido bibliográfico. Además, un manuscrito con trayecto visible exige menos esfuerzo reconstructivo al evaluador y al editor.

### Actualización, reutilización y publicabilidad

Un tercer beneficio es la facilidad de actualización y reutilización. Una revisión sistemática bien reportada deja un punto de partida nítido para trabajos posteriores: un investigador futuro puede ver qué bases se consultaron, qué periodo se cubrió y qué criterios se usaron. En instituciones con rotación de alumnos y líneas de investigación, esa posibilidad de retomar un trayecto documentado tiene un valor que excede al trabajo individual. Además, la interoperabilidad externa mejora: una investigación que explicita su proceso dialoga con mayor naturalidad con comunidades académicas más allá del propio Ejército.<sup>14</sup>

---

14 JOINT ANALYSIS AND LESSONS LEARNED CENTRE. The JALLC Brochure. Lisboa, NATO, 2022. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: [https://www.jallc.nato.int/application/files/8416/6065/6048/FINAL\\_JALLC\\_Brochure\\_16082022.pdf](https://www.jallc.nato.int/application/files/8416/6065/6048/FINAL_JALLC_Brochure_16082022.pdf)

## Ecosistema chileno acreditado y proyección editorial

Este punto no es ajeno al sistema chileno de Educación Superior. En universidades chilenas con actividad investigativa consolidada, la revisión sistemática aparece hoy en ciencias sociales, educación, ingeniería, gestión y tecnología, además de salud. *Psicoperspectivas*, revista de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), exige adherir a PRISMA para revisiones de literatura; la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) difunde revisiones sistemáticas en ámbitos como seguridad y privacidad del metaverso; en la Universidad de Concepción (UdeC), la *Revista Academia & Negocios* ha publicado revisiones sistemáticas de literatura en estudios organizacionales; y la Universidad Técnica Federico Santa María (USM) ha destacado publicaciones basadas en revisión sistemática en energía y combustión. En el ámbito de la salud, la *Revista Chilena de Enfermería* de la Universidad de Chile (UCH) solicita adherencia a directrices de reporte para revisiones, y la Universidad de Valparaíso (UV) dispone en su repositorio institucional de adaptaciones de la lista de verificación PRISMA-P para protocolos de revisión sistemática.

Consideradas en conjunto, estas señales evidencian que en Chile la revisión sistemática ya opera como formato transversal de investigación y publicación, no como una práctica restringida a un solo campo disciplinario.<sup>15</sup>

Para la ACAGUE y la ACAPOMIL, este ecosistema tiene un atractivo adicional: la revisión sistemática opera como artículo publicable en revistas indexadas y como recurso metodológico para ordenar el marco de antecedentes. Cuando el problema de investigación depende de sintetizar evidencia dispersa, este formato puede fortalecer simultáneamente la solidez del trabajo y la visibilidad externa de la producción académica institucional.

No toda revisión debe transformarse en *paper*, ni todo *paper* mejora por definirse como revisión sistemática. Pero para esta mayor solidez metodológica del trabajo y la visibilidad externa de la producción académica institucional que favorece este formato, debe ser parte de una dimensión que suele ser observada por los procesos de calidad y acreditación en Educación Superior.<sup>16</sup>

---

15 Véase: PUCV, *Psicoperspectivas*, normas de envío (exige PRISMA); PUC, Facultad de Ingeniería, publicación sobre revisión sistemática en seguridad del metaverso; Universidad de Concepción, RAN, vol. 8, N° 2, 2022; USM, publicación basada en revisión sistemática en energía y combustión; Universidad de Chile, *Revista Chilena de Enfermería*, normas de envío (exige directrices de reporte); Universidad de Valparaíso, adaptación PRISMA-P en repositorio institucional, 2024. Las referencias completas figuran en la bibliografía.

16 Véase, entre otros: Universidad de Chile, acreditación institucional en nivel de excelencia, 2025; PUC, Escuela de Medicina, concurso de apoyo a publicaciones, 2024; PUCV, programa de apoyo e incentivo a las publicaciones; Comisión Nacional de Acreditación, acuerdo de acreditación PUCV, 2022. Las referencias completas figuran en la bibliografía.

## COMPARACIÓN INTERNACIONAL Y OPORTUNIDAD PARA EL EJÉRCITO DE CHILE

La discusión sobre adopción internacional exige prudencia metodológica. No sería correcto afirmar que ningún ejército utiliza revisiones sistemáticas o enfoques afines, porque existen ejemplos visibles en áreas militares y de defensa. La cuestión relevante no es si existe alguna revisión sistemática sobre temas militares –eso está claramente acreditado–, sino si se observa en fuentes públicas una formalización institucional visible de PRISMA 2020 como estándar común para academias militares. Distinguir entre uso temático, capacidad institucional de síntesis y adopción formal del estándar es indispensable para evitar afirmaciones más fuertes de lo que la evidencia permite sostener.

En el primer nivel existe evidencia clara de revisiones sistemáticas aplicadas a asuntos militares concretos. La literatura sobre factores cardiometabólicos en población militar, cambios de rendimiento físico durante operaciones y uso de exoesqueletos en defensa muestra que el método ya circula en campos donde la pregunta depende de sintetizar evidencia amplia y heterogénea. Estos trabajos no prueban, por sí solos, una política docente institucional, pero sí muestran que la revisión sistemática es perfectamente compatible con problemas de interés militar y no un recurso confinado a la biomedicina clásica.<sup>17</sup>

En un segundo nivel aparecen ejemplos más cercanos a sistemas complejos de defensa y decisión. Un informe del Naval Postgraduate School sobre adquisiciones en ciberseguridad declara explícitamente una *systematic literature review process*, formula preguntas de investigación y utiliza la revisión como base para el desarrollo del marco propuesto. Este caso es relevante porque muestra el uso de una lógica sistemática de revisión en un entorno de defensa, ingeniería y gestión del riesgo, es decir, en un espacio más cercano a algunas preocupaciones de la ACAPOMIL y, en sentido amplio, a la investigación aplicada del sistema militar.<sup>18</sup>

En un tercer nivel se observan capacidades institucionales de análisis y síntesis estructurada de evidencia. En el *Military Health System* de Estados Unidos existen experiencias explícitas

---

17 BAYGI, Fereshteh; HERTTUA, Kimmo; JENSEN, Olaf Chresten; DJALALINIA, Shirin; *et al.* "Global prevalence of cardiometabolic risk factors in the military population: a systematic review and meta-analysis". *BMC Endocrine Disorders*, vol. 20, 2020, art. 8. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12902-020-0489-6>; PIHLAINEN, Kai; SANTTILA, Matti; NINDL, Bradley C.; *et al.* "Changes in physical performance, body composition and physical training during military operations: systematic review and meta-analysis". *Scientific Reports*, vol. 13, 2023, art. 21455. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48712-2>; FARRIS, Dominic J.; HARRIS, David J.; RICE, Hugh M.; CAMPBELL, Jonathan; WEARE, Adam; RISIUS, Deborah; ARMSTRONG, Nicola; RAYSON, Mark P. "A systematic literature review of evidence for the use of assistive exoskeletons in defence and security use cases". *Ergonomics*, vol. 66, N° 1, 2023, pp. 61-87. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2059106>

18 PINTO, C. Ariel; KESKIN, Omer Faruk; KUCUKKAYA, Goksel; POYRAZ, Omer Ilker; ALFAQIRI, Abdulrahman; TATAR, Unal; KUCUKOZYIGIT, Ali Can. *Cybersecurity Acquisition Framework Based on Risk Management: Economics Perspective*. Monterey, CA, Naval Postgraduate School, Acquisition Research Program, 2020. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://dair.nps.edu/handle/123456789/4504>

de *evidence synthesis* orientadas a identificar vacíos de investigación, priorizar necesidades y apoyar decisiones institucionales en temas de salud psicológica. En el ecosistema de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), el *Joint Analysis and Lessons Learned Centre* (JALLC) describe una estructura formal para capturar observaciones, analizarlas, transformarlas en lecciones y sostener procesos de análisis de distinta profundidad, mientras que el Joint Warfare Centre (JWC) ha impulsado comunidades de análisis con herramientas y aproximaciones comunes.

Del mismo modo, en el ámbito formativo del *U.S. Army* existen declaraciones institucionales sobre la necesidad de una cultura de toma de decisiones basada en datos y evidencia. Ninguno de estos casos equivale automáticamente a la adopción de PRISMA 2020 como estándar común de academias militares, pero todos muestran un entorno cultural y organizacional compatible con enfoques más sistemáticos de tratamiento del conocimiento.<sup>19</sup>

Sobre esta base, la tesis internacionalmente sostenible es prudente. Con las fuentes públicas revisadas, no se identificó una adopción institucional visible equivalente a la formalización explícita de PRISMA 2020 como estándar común para academias militares. Sí se identificó, en cambio, uso de revisiones sistemáticas en temas militares, presencia de procesos sistemáticos de análisis en entornos de defensa y capacidades institucionales de *evidence synthesis* en organizaciones militares complejas. Por ello, si el Ejército de Chile avanzara en esta integración metodológica, podría posicionarse entre los referentes públicos visibles en la materia, no porque no existan antecedentes comparables de análisis y revisión, sino porque haría explícita una formalización docente y editorial que en las fuentes públicas consultadas no aparece con la misma nitidez.

La oportunidad chilena no consiste en proclamarse el primer caso absoluto del mundo, sino en formular una integración coherente, enseñable y visible entre una herramienta metodológica reconocida y dos academias que ya poseen culturas de investigación compatibles.

La diferencia entre uso y formalización institucional merece, de hecho, una atención especial. Un trabajo aislado puede aplicar una lógica sistemática de revisión sin que ello altere la cultura investigativa de una organización. Distinto es el caso de una academia que enseña, evalúa y publica con referencia explícita a un estándar de reporte. Allí el estándar deja de ser una preferencia individual y se transforma en lenguaje común entre tesisistas, profesores guía, correctores y editores. Por eso, el valor estratégico de la propuesta chilena no reside solo en hacer buenas revisiones, sino en volver enseñable y acumulable una forma de hacerlas.

---

19 U.S. ARMY. Building a Data-/Evidence-Based Decision-Making Culture at Army Sustainment University. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://asu.army.mil/alog/ARCHIVE/PB7002403FULL.pdf>

## LA ANALOGÍA PEDAGÓGICA CON EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN MILITAR

La analogía con el Proceso de Planificación Militar (PPM) no aspira a demostrar la pertinencia de PRISMA 2020 –pertinencia que ya ha quedado fundamentada en la comparación metodológica con las academias y en los antecedentes internacionales revisados–, sino a facilitar la comprensión de una herramienta metodológica nueva a partir de una estructura profesional ya familiar para los lectores del Ejército. Desde la teoría del mapeo estructural, una analogía resulta útil cuando permite reconocer correspondencias de relación sin suprimir las diferencias de función entre los dos dominios que se comparan.<sup>20</sup>

En este caso, la comparación resulta pertinente porque tanto el PPM como la revisión sistemática comparten una lógica de secuencia, explicitación de decisiones y necesidad de dejar un proceso inteligible y transferible. El PPM parte de la recepción de la misión y el análisis de la situación para orientar la apreciación del comandante y conducir a una orden de operaciones fundamentada; PRISMA 2020 parte de la formulación de la pregunta de investigación y la delimitación del alcance para orientar la búsqueda y síntesis de evidencia y conducir a un estado del arte documentado y evaluable. En ambos hay criterios de selección explícitos, una integración del material disponible y un resultado final que debe quedar con suficiente precisión para ser evaluado y reutilizado. Ese paralelismo facilita la comprensión de PRISMA 2020 a lectores que ya piensan en términos de fases, criterios de decisión y control del proceso.

El límite de la analogía debe quedar declarado con claridad. El PPM orienta la preparación y conducción de operaciones militares y produce una orden fundamentada sobre la cual actúa la fuerza; PRISMA 2020 ordena el reporte de una revisión sistemática de literatura y produce un estado del arte transparente sobre el cual descansa el argumento investigativo. Sus dominios son distintos y sus propósitos no son intercambiables. La utilidad de la comparación no radica en suprimir esa diferencia, sino en mostrar que la disciplina intelectual que ambos exigen –secuenciar con criterio, decidir con evidencia explícita y documentar el proceso de modo que sea evaluable– no es ajena entre sí. Usada con esa cautela, la analogía reduce resistencia pedagógica y mejora la inteligibilidad del método sin deformar su naturaleza.<sup>21</sup>

La figura siguiente resume esa correspondencia pedagógica en su forma más sobria:

---

20 GENTNER, Dedre. "Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy". *Cognitive Science*, vol. 7, N° 2, 1983, pp. 155-170. [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702\\_3](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702_3)

21 EJÉRCITO DE CHILE. División Doctrina (DIVDOC), RDO-20001, Reglamento Operaciones. Santiago, 2025.



Figura N°2. Analogía estructural entre el Proceso de Planificación Militar y PRISMA 2020.

Fuente: elaboración propia a partir del Reglamento de Operaciones del Ejército de Chile y de los componentes centrales de PRISMA 2020.

## ALCANCES, LÍMITES Y CONDICIONES DE ADOPCIÓN

Esta propuesta tiene un alcance preciso. No sostiene que toda tesis, memoria o artículo del sistema de investigación militar deba transformarse en revisión sistemática, ni que PRISMA 2020 sea aplicable de manera uniforme a cualquier objeto de estudio. Su ámbito de pertinencia es más acotado: aquellos trabajos cuyo diseño depende en medida sustantiva de identificar, seleccionar y sintetizar literatura de manera sistemática, sea que adopten la forma de tesis, memoria, artículo, informe o publicación académica institucional. Allí PRISMA 2020 agrega valor. Fuera de allí, convertirlo en obligación universal podría ser improcedente e incluso contraproducente.<sup>22</sup>

Existe, además, un límite documental explícito. La revisión de fuentes públicas internacionales no demuestra ausencia absoluta de uso de PRISMA 2020 en otros ejércitos o academias militares; demuestra, más modestamente, que no se identificó una implementación institucional visible equivalente en el corpus consultado. Este límite no debilita la propuesta; la acota con mayor precisión. El argumento no depende de un reclamo maximalista de primacía mundial, sino de

<sup>22</sup> GRANT, Maria J.; BOOTH, Andrew. "A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies". *Health Information and Libraries Journal*, vol. 26, N° 2, 2009, pp. 91-108. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

la posibilidad real de formalizar una integración coherente y públicamente visible dentro del sistema chileno.

Un riesgo práctico que conviene anticipar es que PRISMA 2020 sea percibido como un formulario adicional y no como una mejora de la calidad del estado del arte. Para evitarlo, cualquier adopción debería ser gradual, focalizada y acompañada. La primera fase razonable sería de pilotaje, seleccionando tesis, memorias, artículos u otras publicaciones académicas cuyo objeto se preste naturalmente a revisión sistemática. La segunda consistiría en fijar orientaciones mínimas para trabajos que se autodefinan como revisión sistemática. La tercera podría articular esas orientaciones con criterios editoriales del Memorial y con materiales de apoyo para profesores guías y evaluadores. De ese modo, el estándar se volvería enseñable y evaluable sin convertirse en una carga indiscriminada.

La condición decisiva para el éxito no es solo normativa, sino pedagógica. Un estándar funciona cuando quienes deben aplicarlo entienden qué problema resuelve y por qué vale la pena usarlo. En este caso, la justificación es clara: PRISMA 2020 no promete neutralidad absoluta ni exhaustividad metafísica; promete una revisión más visible, más explicable y, por eso mismo, más útil para el lector y para la institución. Esa es la escala correcta de la propuesta. No una reforma total del sistema de investigación militar, sino una mejora concreta en la forma de revisar y presentar evidencia cuando la pregunta del trabajo así lo exige.

En términos operativos, una adopción responsable podría organizarse en cuatro apoyos mínimos: una guía breve para tesis y memorias que traduzca PRISMA a pasos aplicables en temas militares, una pauta de revisión para profesores guía, un modelo de figura o diagrama de flujo adaptable a las fuentes que usan las academias y un criterio editorial visible para artículos del Memorial y para otras publicaciones de las que se autodefinan como revisiones sistemáticas. Ninguno de estos apoyos exige reformar de inmediato toda la normativa de investigación; basta con instalarlos como complemento donde el tipo de pregunta lo justifique. Esta gradualidad es consistente con la forma en que las instituciones militares suelen incorporar innovaciones metodológicas: primero prueban, luego normalizan y finalmente integran.

## CONCLUSIONES

La comparación entre la Academia de Guerra y la Academia Politécnica Militar permite afirmar que el Ejército de Chile ya dispone de un sistema de investigación serio y metodológicamente articulado. Ambas academias comparten un núcleo común de problemas, objetivos, revisión de antecedentes, metodología, resultados y conclusiones; ambas también expresan diferencias funcionales legítimas, asociadas al predominio analítico de la ACAGUE y a la orientación aplicada de la ACAPOMIL. Esa diversidad favorece la integración de PRISMA 2020, porque el estándar puede dialogar con ambas culturas académicas sin exigirles renunciar a su identidad.

PRISMA 2020 debe ser entendido aquí como lo que efectivamente es: un estándar de reporte y organización para revisiones sistemáticas. Su adopción no implica convertir toda investigación militar en revisión sistemática ni sustituir los procedimientos vigentes de tesis, memorias y publicaciones académicas. Implica, más bien, que cuando un trabajo dependa de la revisión amplia y ordenada de literatura, el proceso quede transparentado con mayor rigor. Allí radica su aporte real: trazabilidad, auditabilidad, comparabilidad, actualización y reutilización institucional del conocimiento.

Esta propuesta tiene, por último, una consecuencia de largo plazo que conviene dejar declarada. Una revisión sistemática bien reportada no solo fortalece la tesis o memoria que la contiene; también puede madurar, con el trabajo adicional que corresponda, hacia un manuscrito publicable como revisión sistemática en revistas especializadas o indexadas, tal como ya ocurre en distintas universidades chilenas. Para academias que aspiran a fortalecer su visibilidad investigativa, esa proyección es coherente con los criterios de calidad que hoy observan las instituciones acreditadas del sistema nacional. No toda revisión recorre ese camino ni debe recorrerlo, pero la posibilidad de que lo haga depende, en parte, de que el trabajo haya sido documentado desde el principio con estándar suficiente.

La comparación internacional, por su parte, aconseja una formulación equilibrada. Existen usos visibles de revisiones sistemáticas y capacidades de síntesis de evidencia en ámbitos militares y de defensa, sobre todo en salud, rendimiento humano, ciberseguridad y análisis organizacional. No obstante, en fuentes públicas no aparece con la misma claridad una institucionalización explícita de PRISMA 2020 como estándar común para academias militares. Por eso, si el Ejército de Chile avanzara en esta integración metodológica, podría situarse entre los referentes públicos visibles en este campo, no por negar experiencias ajenas, sino por formalizar una adopción coherente, pública y compatible con su propio sistema educativo.

En síntesis, la propuesta consiste en incorporar PRISMA 2020 como estándar complementario para revisiones sistemáticas en la ACAGUE y la ACAPOMIL, fortalecer con ello la calidad de la síntesis de evidencia y elevar la utilidad institucional de tesis, memorias, artículos y otras publicaciones académicas. Lejos de contradecir las metodologías existentes, esta medida las perfeccionaría en un punto donde hoy la calidad del trabajo académico depende cada vez más de la capacidad de revisar con rigor lo ya conocido. Para una institución que necesita aprender de su propia producción y dialogar con conocimiento externo sin perder identidad, esa mejora no es menor; es una inversión directa en solidez académica, legibilidad editorial y memoria institucional.

## BIBLIOGRAFÍA

ACADEMIA DE GUERRA. C01-2012, Cartilla normativa de procedimientos y exigencias docentes para la elaboración, exposición y defensa de trabajos de tesis. Santiago, Academia de Guerra, 2012.

BAYGI, Fereshteh; HERTTUA, Kimmo; JENSEN, Olaf Chresten; DJALALINIA, Shirin; *et al.* "Global prevalence of cardiometabolic risk factors in the military population: a systematic review and meta-analysis".

BMC Endocrine Disorders, vol. 20, 2020, art. 8. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12902-020-0489-6>

BELSHER, Bradley E.; BEECH, Erin H.; KELBER, Marija S.; *et al.* "Establishing an Evidence Synthesis Capability for Psychological Health Topics in the Military Health System". Medical Care, vol. 57, supl. 10, supl. 3, 2019, pp. S265-S271. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MLR.0000000000001172>

CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES MILITARES (CESIM) DEL EJÉRCITO. Mini Sitio Memorial - Publique. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.cesim.cl/mini-sitio-memorial-publique/>

COMISIÓN NACIONAL DE ACREDITACIÓN. Acuerdo de acreditación institucional de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://dgac.pucv.cl/wp-content/uploads/2023/10/Acuerdo-de-la-CNA.-Acreditacion-Institucional-2022.pdf>

EJÉRCITO DE CHILE, División Educación (DIVEDUC), Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL). Procedimiento de memorias y tesis o actividad académica equivalente 2020. Santiago, ACAPOMIL, 2020.

EJÉRCITO DE CHILE. División Doctrina (DIVDOC). RDO-20001 Reglamento de Operaciones. Santiago, Comando de Educación y Doctrina, 2025.

FARRIS, Dominic J.; HARRIS, David J.; RICE, Hugh M.; CAMPBELL, Jonathan; WEARE, Adam; RISIUS, Deborah; ARMSTRONG, Nicola; RAYSON, Mark P. "A systematic literature review of evidence for the use of assistive exoskeletons in defence and security use cases". Ergonomics, vol. 66, N° 1, 2023, pp. 61-87. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2059106>

GENTNER, Dedre. "Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy". Cognitive Science, vol. 7, N° 2, 1983, pp. 155-170. [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702\\_3](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0702_3)

GRANT, Maria J.; BOOTH, Andrew. "A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies". Health Information and Libraries Journal, vol. 26, N° 2, 2009, pp. 91-108. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>

JOINT ANALYSIS AND LESSONS LEARNED CENTRE. The JALLC Brochure. Lisboa, NATO, 2022. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: [https://www.jallc.nato.int/application/files/8416/6065/6048/FINAL\\_JALLC\\_Brochure\\_16082022.pdf](https://www.jallc.nato.int/application/files/8416/6065/6048/FINAL_JALLC_Brochure_16082022.pdf)

- KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University y Durham University, 2007. [En línea]. Disponible en: [https://legacyfileshare.elsevier.com/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](https://legacyfileshare.elsevier.com/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)
- MOHER, David; LIBERATI, Alessandro; TETZLAFF, Jennifer; ALTMAN, Douglas G.; THE PRISMA GROUP. "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement". PLoS Medicine, vol. 6, N° 7, 2009, e1000097. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- ORTEGA PRADO, Rodolfo. "Historia militar: sugerencias metodológicas para su investigación". Memorial del Ejército de Chile, N° 516, julio 2025, pp. 151-170. [En línea]. Disponible en: <https://www.cesim.cl/wp-content/uploads/2025/09/Memorial-516-ART-N9-153-171.pdf>
- PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; *et al.* "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews". BMJ, vol. 372, 2021, N° 71. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- PAUL, Justin; LIM, Weng Marc; O'CASS, Aron; HAO, Alexander W.; BRESCIANI, Stefano. "Scientific procedures and rationales for systematic literature reviews (SPAR-4-SLR)". International Journal of Consumer Studies, vol. 45, N° 4, pp. 01-016. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ijcs.12695>
- PEREIRA, Guillermo David. "Perceived Organizational Support: Latin America analyzed in five years". RAN - Revista Academia & Negocios, vol. 8, N° 2, 2022, pp. 183-196. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.29393/RAN8-15AODH20015>. [En línea]. [Consulta: 04-04-2026]. Disponible en: <https://revistas.udec.cl/index.php/ran/article/view/7598>
- PIHLAINEN, Kai; SANTTILA, Matti; NINDL, Bradley C.; *et al.* "Changes in physical performance, body composition and physical training during military operations: systematic review and meta-analysis". Scientific Reports, vol. 13, art. 21455. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48712-2>
- PINTO, C. Ariel; KESKIN, Omer Faruk; KUCUKKAYA, Goksel; POYRAZ, Omer Ilker; ALFAQIRI, Abdulrahman; TATAR, Unal; KUCUKOZYIGIT, Ali Can. Cybersecurity Acquisition Framework Based on Risk Management: Economics Perspective. Monterey, CA, Naval Postgraduate School, Acquisition Research Program, 2020. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://dair.nps.edu/handle/123456789/4504>
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA (PUC) DE CHILE, ESCUELA DE MEDICINA, DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN. Bases del concurso de apoyo a publicaciones. Septiembre 2024. [En línea].

[Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2024/09/Bases-Concurso-Apoyo-a-Publicaciones.pdf>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA (PUC) DE CHILE, FACULTAD DE INGENIERÍA. Metaverse security and privacy research: A systematic review. [En línea]. [Consulta: 04-04-2026]. Disponible en: <https://www.ing.uc.cl/publicaciones/metaverse-security-and-privacy-research-a-systematic-review/>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA (PUC) DE CHILE. Presentación institucional. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.uc.cl/universidad/>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO (PUCV), PSICOPERSPECTIVAS. Envíos. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/about/submissions>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO. Programa de Apoyo e Incentivo a las Publicaciones. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.pucv.cl/uuaa/vicerrectoria-de-investigacion-creacion-e-innovacion/programa-de-apoyo-e-incentivo-a-las-publicaciones>

PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 Abstract Checklist. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 Checklist. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 Flow Diagrams. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

PRISMA STATEMENT. PRISMA 2020 statement. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020>

RETHLEFSEN, Melissa L.; KIRTLEY, Shona; WAFFENSCHMIDT, Siw; *et al.* "PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews". *Systematic Reviews*, vol. 10, 2021, art. 39. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>

SNYDER, Hannah. "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines". *Journal of Business Research*, vol. 104, 2019, pp. 333-339. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

U.S. ARMY. Building a Data-/Evidence-Based Decision-Making Culture at Army Sustainment University. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://asu.army.mil/alog/ARCHIVE/PB7002403FULL.pdf>

UNIVERSIDAD DE CHILE (UCH). Revista Chilena de Enfermería. Envíos. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://revistachilenaenfermeria.uchile.cl/index.php/RCHE/about/submissions>

UNIVERSIDAD DE CHILE. Universidad de Chile obtiene acreditación institucional en nivel de excelencia por 7 años. 18-12-2025. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://uchile.cl/u235942>

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO (UV). Adaptación a lista de verificación PRISMA-P (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols) 2015: para abordar un protocolo de revisión sistemática, enmienda 1. Repositorio de Bibliotecas UV, colección "Protocolos revisiones sistemáticas", 2024. [En línea]. [Consulta: 03-04-2026]. Disponible en: <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/items/722c59bc-b961-4ae0-83af-2b24ffa3bfcc>

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA (UTFSM). Investigadores publican artículo sobre formación de material particulado en llamas en revista científica líder. 06-10-2025. [En línea]. [Consulta: 04-04-2026]. Disponible en: <https://usm.cl/noticias/investigadores-publican-articulo-sobre-formacion-de-material-particulado-en-llamas-en-revista-cientifica-lider/>

# HISTORIA Y EVOLUCIÓN ESTRATÉGICA DEL COMANDO DE TRANSFORMACIÓN DEL EJÉRCITO DEL FUTURO (COTEF): UN MODELO DE INNOVACIÓN MILITAR EN COLOMBIA

CORONEL HÉCTOR JULIO RÍOS ROLÓN<sup>1</sup>

**Resumen:** la transformación militar constituye un proceso permanente mediante el cual las Fuerzas Armadas se adaptan a entornos estratégicos complejos, marcados por la aceleración tecnológica, la globalización de los conflictos y la emergencia de amenazas híbridas. En Colombia, este escenario propició la creación del Comando de Transformación del Ejército del Futuro (COTEF) del Ejército Nacional de Colombia, concebido como instancia estratégica para liderar la modernización doctrinal y el desarrollo de capacidades orientadas a consolidar una fuerza multimisión y multidominio. Su institucionalización en 2016 se inscribe en el ciclo de transformación 2012-2018 y en el contexto del posacuerdo con las FARC-EP, aunque proyectada con una visión estructural de largo plazo.

El artículo analiza el origen, evolución, estructura y funciones del COTEF, evaluando su impacto en los ámbitos doctrinal, organizacional, tecnológico, educativo y de innovación institucional. Asimismo, examina su papel en la implementación de la Doctrina Damasco, en la construcción del modelo de fuerza proyectado y en la consolidación de capacidades diferenciadas con horizonte al año 2042. Se concluye que el COTEF se configura como eje articulador de la perspectiva estratégica y de la transformación integral del Ejército colombiano.

**Palabras clave:** COTEF, Ejército Nacional de Colombia, fuerza multidominio, innovación doctrinal.

**Abstract:** Military transformation constitutes a continuous process through which armed forces adapt to increasingly complex strategic environments shaped by technological acceleration, the globalization of conflicts, and the emergence of hybrid threats. In Colombia, this context led to the establishment of the

---

1 Oficial del Ejército Nacional de Colombia; pertenece al Arma de Caballería. Graduado de Estado Mayor en la Escuela Superior de Guerra (ESDEGUE) y profesional en Ciencias Militares. Administrador de Empresas y especialista en Seguridad y Defensa Nacional, Conducción de Unidades Militares y Gestión del Talento Humano. Ha ejercido cargos de comando y Estado Mayor, y durante el año 2025 se desempeñó como asesor en el Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM) del Ejército de Chile.

*Future Army Transformation Command (COTEF) within the Colombian National Army, conceived as a strategic body responsible for leading doctrinal modernization and capability development aimed at consolidating a multimission and multidomain force. Its institutionalization in 2016 occurred within the broader 2012–2018 transformation cycle and the post–FARC peace agreement scenario, yet it was projected under a long-term structural vision.*

*This article examines the origin, evolution, structure, and functions of COTEF, assessing its impact on doctrinal, organizational, technological, educational, and innovation processes. It further analyzes its role in implementing the Damasco Doctrine, designing the projected force model, and consolidating differentiated capabilities toward the 2042 horizon. The study concludes that COTEF serves as the central strategic axis of institutional foresight and comprehensive transformation within the Colombian Army.*

**Keywords:** COTEF; Colombian National Army; multi-domain force; doctrinal innovation.

## INTRODUCCIÓN

El presente artículo analiza la naturaleza estratégica y el rol institucional del Comando de Transformación del Ejército del Futuro (COTEF), órgano creado para liderar la modernización estructural del Ejército Nacional de Colombia en el marco de su proyección al horizonte 2042. Se examina su función como mecanismo articulador del desarrollo doctrinal, organizacional y tecnológico, orientado a consolidar una fuerza multimisión con capacidad de operar en entornos multidominio.<sup>2</sup>

En el contexto estratégico contemporáneo, la transformación militar constituye un imperativo estructural derivado de la aceleración tecnológica, la digitalización de los conflictos y la expansión de amenazas híbridas. Las fuerzas terrestres enfrentan escenarios caracterizados por la convergencia de actores estatales y no estatales, la disputa simultánea en espacios físicos y virtuales y la integración de capacidades convencionales y no convencionales. En respuesta, el enfoque de operaciones multidominio promueve la sincronización de efectos en los dominios terrestre, aéreo, marítimo, espacial y cibernético, con el fin de generar ventajas estratégicas sostenibles.

En Colombia, la transición hacia una fuerza multimisión comenzó a consolidarse a partir de 2011 mediante un proceso sistemático de revisión estratégica que buscó superar el modelo centrado predominantemente en el conflicto interno. La adopción del planeamiento por capacidades, el fortalecimiento doctrinal y la redefinición del modelo de fuerza respondieron a la necesidad de enfrentar amenazas complejas, redes criminales transnacionales y dinámicas híbridas. Este proceso

---

2 FARRELL, Theo; TERRIFF, Terry. The sources of military change: Culture, politics, and Technology. Lynne Rienner. 2002.

se estructuró a través de instancias como el CREI, el CETI y el CEDEF,<sup>3</sup> cuyos análisis permitieron identificar brechas y proyectar capacidades futuras.<sup>4</sup>

La creación del COTEF en 2016 consolidó estos esfuerzos al establecer un órgano estratégico encargado de coordinar y proyectar la transformación institucional de manera integral, mientras la fuerza mantenía su empleo operacional frente a amenazas persistentes. La transformación, en este sentido, no se limita a ajustes estructurales, sino que implica una evolución cultural y profesional del talento humano como eje central de la adaptación institucional.<sup>5</sup>

Ante la limitada producción académica sobre la arquitectura que sustenta este proceso, el artículo examina al COTEF como instrumento estratégico de desarrollo de capacidades y adaptación estructural. Su análisis permite comprender cómo el Ejército redefine su modelo de fuerza frente a escenarios de competencia estratégica y conflictividad híbrida en el siglo XXI.<sup>6</sup>

## MARCO LEGAL, ORIGEN Y ESTRUCTURA DEL COTEF

### Fundamento jurídico y origen institucional

La creación del Comando de Transformación del Ejército del Futuro (COTEF) se sustenta en el mandato constitucional que asigna a las Fuerzas Militares la garantía de la soberanía, la independencia y la integridad territorial del Estado, conforme a los artículos N° 217 y 218 de la Constitución Política de Colombia. Asimismo, las leyes N° 48 de 1993 y N° 1405 de 2010 facultan al comandante del Ejército para adelantar procesos de reorganización y modernización institucional. En el Plan de Transformación Institucional 2012-2018 se estableció la necesidad de un órgano permanente encargado de liderar la planificación estratégica y el desarrollo de capacidades.<sup>7</sup>

### Dependencia jerárquica y posición institucional

El COTEF se encuentra adscrito directamente al comandante del Ejército, lo que le confiere un nivel estratégico superior y garantiza acceso a los procesos de decisión más relevantes de la Fuerza, facilitando la integración de las iniciativas de transformación en las líneas de acción del

3 CREI: Comité de Revisión Estratégica e Innovación, CETI: Comité Estratégico de Transformación Institucional – CEDEF: Comité Estratégico de Diseño del Ejército del Futuro.

4 U.S. DEPARTMENT OF THE ARMY. Doctrine publication 3-0: Operations. 2019. [En línea]. Disponible en: [https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/ARN43323-ADP\\_3-0-000-WEB-1.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN43323-ADP_3-0-000-WEB-1.pdf)

5 GÓMEZ Ciro, ROLANDO Andrés. "Transformación estructural del Ejército colombiano: construcción de escenarios futuros", Revista Científica General José María Córdova, vol. 12, N° 13, 2014, pp. 19-88. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.21830/19006586.155>

6 MURRAY, Williamson. Military adaptation in war: With fear of change. Cambridge University Press.1999. [En línea]. Disponible en: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA509781.pdf>

7 REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia. Artículos N° 216-217. Bogotá: Asamblea Nacional Constituyente.1991. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

alto mando. En este marco, su papel institucional trasciende la mera coordinación administrativa, al constituirse como el organismo orientador de la evolución estructural del Ejército, responsable de definir prioridades de innovación, proyectar capacidades y articular esfuerzos con entidades nacionales e internacionales.

## Origen y contexto de creación

El COTEF fue creado para centralizar en una instancia estratégica los procesos de modernización institucional y preparar al Ejército para escenarios de mediano y largo plazo. Su conformación respondió tanto a dinámicas externas como internas, que incrementaron la complejidad del entorno estratégico. En el ámbito internacional, la aceleración tecnológica particularmente en inteligencia artificial, automatización, robótica militar y sistemas autónomos, la expansión del ciberespacio como dominio operacional y la consolidación de amenazas híbridas que combinan componentes convencionales, irregulares, cibernéticos e informacionales exigieron una fuerza con mayor capacidad de anticipación, adaptación e interoperabilidad con socios y aliados.<sup>8</sup>

En el plano interno, el contexto nacional posterior al Acuerdo Final de 2016,<sup>9</sup> la expansión del crimen organizado transnacional, la persistencia de actores armados residuales y el surgimiento de amenazas urbanas complejizaron el ambiente operacional. Desde 2011, el Ejército adelantaba un proceso de transformación orientado a fortalecer su sostenibilidad y enfoque multimisión, el cual debió desarrollarse simultáneamente con operaciones militares en curso, generando tensiones organizacionales y demandando ajustes en la gestión del talento humano y en el respaldo institucional. En este marco, la articulación del COTEF con centros de pensamiento especializados permitió evaluar avances, identificar brechas y proyectar ajustes estratégicos para consolidar una transformación integral y sostenible.

## ORGANIZACIÓN INTERNA Y FUNCIONES MISIONALES

### Estructura general del COTEF

El COTEF dispone de una estructura organizacional concebida para integrar de manera sistémica los procesos de transformación institucional, modernización y desarrollo de capacidades de la fuerza, facilitando la articulación de esfuerzos doctrinales, tecnológicos, operacionales y administrativos, garantizando que las iniciativas estratégicas se gestionen de forma coordinada y alineada con los objetivos institucionales de largo plazo.

8 EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA. (s. f.). Plan Estratégico de Transformación del Ejército del Futuro (PETEF) 2042. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/colombia/plan-transformacion-ejercito-colombia>

9 El Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, firmado en 2016 entre el Gobierno de Colombia y la entonces organización guerrillera Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, estableció medidas para poner fin al conflicto armado interno, incluyendo el cese definitivo de hostilidades, la dejación de armas y la reincorporación de excombatientes a la vida civil.

Desde una perspectiva funcional, su arquitectura se sustenta en tres direcciones misionales:

**Dirección de Transformación (DITRI):** responsable de la prospectiva estratégica, los estudios de futuro y la orientación del cambio institucional, contribuyendo a la anticipación de escenarios y a la definición de líneas de evolución estructural.

**Dirección de Modernización (DIMOD):** orientada a la actualización de procesos, modelos organizacionales y sistemas de gestión, con el propósito de incrementar la eficiencia, la adaptabilidad y el desempeño institucional.

**Dirección de Desarrollo de Capacidades (DIDEC):** encargada del ciclo de vida de las capacidades (generación, fortalecimiento y evaluación) del Ejército Nacional. Su gestión estratégica se articula en tres ejes: Adaptación (ajuste estructural), Modernización (optimización tecnológica/operacional) y Transformación (proyección de capacidades disruptivas para escenarios futuros).

### **Articulación funcional y líneas de esfuerzo estratégicas**

Las direcciones que integran el COTEF operan bajo un enfoque sistémico que garantiza la convergencia entre transformación, modernización y desarrollo de capacidades. Esta articulación asegura unidad de propósito, continuidad estratégica y proyección prospectiva, evitando la fragmentación institucional, optimizando recursos y fortaleciendo la alineación de los proyectos estratégicos de la Fuerza.

En este marco, el Comando orienta su gestión a través de cuatro líneas de esfuerzo transversales que sustentan la consolidación de un Ejército Multimisión con resiliencia y superioridad operacional: (1) transformación doctrinal y conceptual; (2) innovación tecnológica y desarrollo de capacidades; (3) reestructuración organizacional y (4) fortalecimiento del talento humano y la educación militar.

## **PROYECCIÓN ESTRATÉGICA Y TRANSFORMACIÓN DEL EJÉRCITO HACIA 2042**

### **Enfoque prospectivo y visión de largo plazo**

La proyección estratégica del Ejército hacia 2042 se fundamenta en un enfoque prospectivo orientado al análisis de tendencias globales, riesgos emergentes, amenazas híbridas y dinámicas de competencia geopolítica. Este enfoque permite anticipar escenarios y orientar la planificación hacia la preparación de una Fuerza capaz de operar en entornos complejos y volátiles, identificando de manera temprana las capacidades críticas requeridas.

En este marco, la transformación institucional prioriza la apropiación progresiva de tecnologías y el cierre de brechas en conocimiento técnico. Más que una incorporación inmediata de sistemas

autónomos, el esfuerzo se concentra en consolidar bases para la innovación mediante el desarrollo gradual de capacidades en sensores IRS,<sup>10</sup> robótica táctica y simulación avanzada, con el propósito de fortalecer la superioridad informacional y las operaciones multidominio.

El proceso se complementa con el fortalecimiento del talento humano y la cooperación internacional, orientados a desarrollar liderazgo estratégico, competencias técnicas y actualización en estándares globales. Esta dinámica de aprendizaje continuo consolida una Fuerza resiliente, adaptable y sostenible en el largo plazo.<sup>11</sup>

## Escenarios estratégicos emergentes

La evolución del entorno de seguridad hacia 2042 exige analizar escenarios emergentes caracterizados por la convergencia de factores globales, regionales y nacionales que reconfiguran la respuesta institucional bajo un enfoque sistémico y prospectivo.<sup>12</sup>

Se proyecta un escenario dominado por amenazas híbridas y zonas grises, donde estructuras transnacionales combinan tácticas irregulares, desinformación y acciones en el ciberespacio para afectar la legitimidad estatal y vulnerar infraestructura crítica. Este contexto demanda fortalecer la superioridad informacional y las capacidades de ciberdefensa como ejes de protección institucional.

Asimismo, la competencia por activos estratégicos y los efectos de factores ambientales incrementarán la relevancia del control territorial especializado y de la asistencia militar ante emergencias de gran escala. Ello requerirá movilidad estratégica, versatilidad operativa y coordinación interinstitucional bajo el marco jurídico vigente.

Finalmente, la competencia geopolítica y la necesidad de interoperabilidad posicionan al Ejército en escenarios de cooperación y operaciones combinadas. En conjunto, estos desafíos orientan la consolidación de un Ejército Multimisión con mayores niveles de adaptabilidad y sostenibilidad operativa para la defensa de los intereses estratégicos del Estado.<sup>13</sup>

10 IRS: Indian Remote Sensing. Sensores ópticos infrarrojos de alta velocidad. Son fundamentales para la detección de contraste/velocidad y la observación terrestre.

11 SCOBLIC, J. Peter. Prospectiva estratégica: diseñar escenarios múltiples para visualizar futuro incierto. Centro de Información y Documentación Internacionales de Barcelona. Barcelona Centre for International Affairs, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.cidob.org/publicaciones/prospectiva-estrategica-disenar-escenarios-multiples-para-visualizar-futuro-incierto>

12 SCHARRE, Paul. Army of none: Autonomous weapons and the future of war. New York: W. W. Norton & Company, 2028. [En línea]. [Consulta 11-03-2026]. Disponible en: <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/MILITARY%20PLATFORM%20DESIGN/Army%20of%20None%20Autonomous%20Weapons%20and%20the%20Future%20of%20War.pdf>

13 BARRETO, Mancilla, Alberto. La transformación militar. 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/370671407\\_La\\_transformacion\\_militar\\_el\\_futuro\\_de\\_las\\_fuerzas\\_militares\\_colombianas](https://www.researchgate.net/publication/370671407_La_transformacion_militar_el_futuro_de_las_fuerzas_militares_colombianas)

## Capacidades estratégicas del Ejército Nacional de Colombia proyectadas hacia 2042

En su visión de largo plazo, el Ejército Nacional orienta su transformación hacia la consolidación de capacidades críticas derivadas de las lecciones del conflicto interno, la evolución de amenazas híbridas y la complejidad de los entornos geográficos nacionales. En coherencia con el Plan Estratégico de Transformación Ejército del Futuro (PETEF 2042), se prioriza el fortalecimiento del despliegue, la maniobra y el sostenimiento, garantizando permanencia operativa mediante plataformas modernizadas y cadenas logísticas adaptadas.

La convergencia de actores irregulares y la proliferación de sistemas aéreos no tripulados en economías ilícitas han elevado la complejidad operacional. En respuesta, se proyecta el desarrollo progresivo de capacidades en defensa contra sistemas no tripulados (C-UAS), guerra electrónica y superioridad informacional. Esta proyección se articula sobre funciones esenciales: despliegue oportuno de la fuerza, inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), y un sistema de mando y control basado en el mando tipo misión.<sup>14</sup>

De manera transversal, la maniobra terrestre se complementa con la protección de infraestructura estratégica y el fortalecimiento de la ciberdefensa. Esta arquitectura configura una Fuerza Multimisión, polivalente y resiliente, preparada para escenarios volátiles, inciertos, complejos y ambiguos (VICA) hacia el 2042.<sup>15</sup>

## Innovación tecnológica y digitalización institucional

La modernización del Ejército incorpora de manera progresiva tecnologías emergentes orientadas a fortalecer tanto las capacidades operacionales como los procesos de gestión institucional. En este marco, la innovación se articula alrededor de la exploración y adopción gradual de herramientas digitales avanzadas, incluyendo soluciones basadas en analítica de datos e inteligencia artificial en fase de desarrollo, plataformas de simulación para entrenamiento y experimentación doctrinal, así como sistemas tecnológicos, orientados a mejorar la protección, la precisión y la eficiencia operativa.<sup>16</sup>

Más que la simple adquisición de equipamiento, este proceso refleja una transición paulatina hacia un modelo de fuerza sustentado en la gestión del conocimiento, la mejora de la conciencia

14 NATO. Joint intelligence, Surveillance and reconnaissance (ISR). (s. f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/joint-intelligence-surveillance-and-reconnaissance>.

15 BARGUÉS Pedreny, Pol, & BOUREKBA, Moussa. La guerra por todos los medios. CIDOB. 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-06/CIDOB%20REPORT\\_08.pdf](https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-06/CIDOB%20REPORT_08.pdf)

16 RASHID Bin, Adib, & Kausik, Karim, & Sunny, Hassan, & Hassa, Bappy, Mehedy. Artificial intelligence in the military: An overview of the capabilities, applications and challenges. International Journal of Intelligent Systems. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2023/8676366>

situacional y el apoyo tecnológico a la toma de decisiones, en coherencia con las tendencias contemporáneas de transformación militar.

## Doctrina y operaciones en el horizonte 2042

Frente a los escenarios estratégicos emergentes, el desarrollo doctrinal del Ejército Nacional evoluciona hacia un modelo operacional integrado que prioriza operaciones multidominio, interoperabilidad combinada y fuerzas flexibles y modulares. Este enfoque articula capacidades como inteligencia, ciberdefensa, maniobra terrestre y operaciones de información, promoviendo la sincronización conjunta con entidades nacionales y aliados para generar efectos convergentes en distintos dominios.<sup>17</sup>

Asimismo, la doctrina incorpora la dimensión cognitiva del conflicto, reconociendo la información y la legitimidad como factores decisivos. La integración de efectos cinéticos y no cinéticos fortalece la superioridad informacional en entornos complejos y disputados.

En coherencia con ello, se impulsa el fortalecimiento de unidades con alta capacidad de despliegue y sostenimiento en ambientes degradados, asegurando resiliencia y adaptabilidad operativa frente a escenarios de creciente complejidad hacia 2042.<sup>18</sup>

## Transformación del talento humano

Constituye un componente estructural de la modernización institucional y un habilitador crítico de la proyección estratégica del Ejército Nacional. En el marco de los procesos de transformación liderados por el COTEF, la preparación del personal se orienta al desarrollo de competencias profesionales que integran capacidades técnicas, tecnológicas y cognitivas necesarias para operar en entornos multidominio y de alta complejidad. Esta orientación reconoce que la superioridad militar futura depende crecientemente del conocimiento especializado, la capacidad de adaptación y la comprensión integral del entorno operacional.<sup>19</sup>

En consecuencia, se fortalecen los sistemas de educación y entrenamiento militar mediante esquemas de formación continua, la incorporación de tecnologías de vanguardia y la actualización en áreas críticas como la ciberdefensa y la analítica de datos. Este proceso incluye una adopción

17 ALANIZ Miranda, Osvaldo. Operaciones multidominio: Soluciones tácticas para desafíos estratégicos y operacionales. Academia de Guerra, Revista Ensayos Militares. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224>

18 U.S. ARMY TRAINING AND DOCTRINE COMMAND. (TRADOC). The U.S. Army in multi-domain operations 2028 (TRADOC Pamphlet 525-3-1), Department of the Army. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://api.army.mil/e2/c/downloads/2021/02/26/b45372c1/20181206-tp525-3-1-the-us-army-in-mdo-2028-final.pdf>

19 ALBORNOZ Rodríguez, Luz., Fernández Osorio, Andres. E., & Betancur Paniagua, Carlos. A. Práctica pedagógica en el Ejército Nacional de Colombia. ESACE. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/download/22/39/839?inline=1>

gradual de herramientas de inteligencia artificial, orientada a potenciar el conocimiento técnico y la efectividad de la Fuerza. Asimismo, se prioriza la formación de líderes con pensamiento estratégico y capacidad de anticipación, desarrollando competencias para la toma de decisiones en entornos de alta incertidumbre; un enfoque coherente con la filosofía del Mando tipo Misión y el liderazgo adaptativo, que garantiza una conducción de operaciones ágil y alineada con los desafíos del horizonte 2042.

Bajo esta perspectiva, el talento humano se consolida como el eje transversal del modelo integral de transformación institucional. Al constituirse en el principal multiplicador estratégico de las capacidades operacionales y organizacionales, el personal militar se define como el componente esencial que da sentido y sostenibilidad a la proyección del Ejército Nacional hacia las próximas décadas.<sup>20</sup>

### **Articulación internacional y cooperación estratégica**

La articulación internacional y la cooperación estratégica constituyen ejes estructurales en la proyección del COTEF, en la medida en que permiten alinear los procesos de modernización institucional con las tendencias globales en seguridad y defensa. La participación en ejercicios combinados, programas de interoperabilidad, investigación en tecnologías emergentes y esquemas de educación militar internacional favorece la convergencia doctrinal, la adopción de estándares operacionales avanzados y la incorporación de conceptos vinculados a operaciones multidominio y superioridad de la información.

De manera complementaria, la cooperación estratégica actúa como mecanismo de aprendizaje organizacional y multiplicador de capacidades, al contribuir a la reducción de brechas tecnológicas y a la actualización doctrinal frente a la dinámica del conflicto contemporáneo. La interacción sostenida con Estados aliados y fuerzas armadas amigas fortalece la resiliencia institucional, impulsa la innovación adaptativa y consolida una cultura de transformación permanente, reforzando el posicionamiento del Ejército Nacional de Colombia como actor confiable dentro de arquitecturas de seguridad y defensa cooperativa.

## **IMPACTOS INSTITUCIONALES Y RESULTADOS ESPERADOS DE LA TRANSFORMACIÓN**

La transformación institucional en el marco del COTEF 2042 constituye un proceso sistémico de adaptación destinado a preservar la relevancia estratégica del Ejército frente a entornos caracterizados por incertidumbre, convergencia de dominios y amenazas en evolución. Sus efectos integran

---

20 EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA. Centro de Doctrina del Ejército (CEDOE). Manual Fundamental del Ejército MFE 6-0: Mando Tipo Misión. 2016.

dimensiones doctrinales, organizacionales, humanas, operacionales y de legitimidad, configurando una efectividad militar sostenible en el largo plazo.

**Fortalecimiento doctrinal:** La doctrina evoluciona hacia un sistema dinámico y actualizado que incorpora operaciones multidominio, ciberdefensa y convergencia de efectos. Actúa como eje articulador del aprendizaje institucional, orientando la innovación y el empleo coherente de la fuerza.<sup>21</sup>

**Estructura y gobernanza:** La transición hacia estructuras modulares y orientadas por capacidades, con descentralización del mando e integración funcional, fortalece la adaptabilidad y reduce los ciclos de decisión en entornos complejos.<sup>22</sup>

**Talento humano:** La profesionalización basada en liderazgo adaptativo y competencias analíticas consolida la resiliencia organizacional y asegura continuidad al proceso de transformación.<sup>23</sup>

**Capacidades y legitimidad:** La optimización del conocimiento situacional y la sincronización operacional mejora la respuesta frente a amenazas híbridas, mientras la transparencia y el respeto jurídico fortalecen la legitimidad como multiplicador estratégico.<sup>24</sup>

## IMPLEMENTACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN COTEF 2042

La viabilidad estratégica del COTEF 2042 depende no solo de su solidez conceptual, sino de su ejecución efectiva y sostenida. La experiencia comparada demuestra que los mayores desafíos surgen en la fase de implementación; por ello, los mecanismos de ejecución, sostenibilidad y gestión del riesgo son determinantes para su éxito.

### Implementación progresiva

La transformación militar es un proceso evolutivo que se materializa mediante fases sucesivas de ajuste y consolidación. Una ejecución gradual reduce incertidumbre, facilita la alineación entre objetivos estratégicos y recursos disponibles, e incorpora retroalimentación operacional.

21 FUNDACIÓN IDEAS PARA LA PAZ. La transformación del Ejército Nacional. 2014. [En línea]. Disponible en: [https://storage.ideaspaz.org/documents/fip\\_transformacion\\_ejercito.pdf](https://storage.ideaspaz.org/documents/fip_transformacion_ejercito.pdf)

22 JORDÁN, Javier. Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares: la respuesta de Estados Unidos después del 11-S como caso de estudio. *Revista de Ciencia Política*, 37(1), 2017, pp. 203–226. [En línea]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/revcipol/v37n1/art09.pdf>

23 GUÍA DE PLANEAMIENTO ESDEGUE 2022-2024. Fuente institucional interna. [En línea]. Disponible en: [https://esdegue.edu.co/sites/default/files/2022-01/Planeacion-y-gestion/GUIA%20PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO%20ESDEG%202022-2024%20V1%20\(09-DIC-21\).pdf](https://esdegue.edu.co/sites/default/files/2022-01/Planeacion-y-gestion/GUIA%20PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO%20ESDEG%202022-2024%20V1%20(09-DIC-21).pdf)

24 VALLEJOS Gastón, Daniel. Las generaciones de la guerra y la modificación de la doctrina de base: Reversión del “Arte de la Guerra” [PDF]. CIIA – INISEG. (sf). [En línea]. [Consulta 13-02-2026], Disponible en: <https://ciia-historia-militar.iniseg.es/administracion/public/uploads/adjuntos/las-generaciones-de-la-guerra-y-la-modificacion-de-la-doctrina-de-base-reversion-del-arte-de-la-guerra.pdf>

Su implementación se sustenta en cuatro ejes: secuenciación de objetivos en distintos horizontes; priorización de capacidades críticas según riesgos; sincronización doctrinal, organizacional y tecnológica, y evaluación continua con ajustes adaptativos. Esta convergencia fortalece la sostenibilidad y legitimidad institucional.<sup>25</sup>

### **Sostenibilidad y gobernanza estratégica**

La sostenibilidad trasciende lo presupuestario y se configura como un modelo integral de gestión orientado a mantener y proyectar capacidades en el tiempo. Se articula mediante programación plurianual, gestión del ciclo de vida de capacidades y cooperación internacional para asegurar interoperabilidad y cierre de brechas tecnológicas.

Así, se consolida una gobernanza estratégica que preserva la relevancia operacional frente a amenazas híbridas y dinámicas transnacionales.<sup>26</sup>

### **Cultura organizacional y gestión del cambio**

La transformación requiere una evolución cultural que complemente las reformas estructurales. El entorno actual exige una institución más flexible, orientada al aprendizaje, la innovación y el liderazgo basado en el mando tipo misión.

La gestión del cambio fortalece la comprensión del proceso, promueve el liderazgo adaptativo e institucionaliza sistemas de lecciones aprendidas y evaluación permanente, garantizando una modernización sostenible.<sup>27</sup>

### **Riesgos y evaluación**

El proceso enfrenta riesgos asociados a brechas entre planeamiento y ejecución, dependencia tecnológica, restricciones presupuestales y rápida evolución del entorno estratégico. Para mitigarlos se requieren mecanismos de evaluación continua, indicadores de desempeño y gestión anticipada del riesgo, asegurando coherencia y adaptabilidad en el tiempo.<sup>28</sup>

---

25 NATO. Allied Command Transformation. Framework for future alliance operations. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.act.nato.int/wp-content/uploads/2023/06/ffao-2015.pdf>

26 DAVIS, Paul. K. Analysis to inform defense planning despite deep uncertainty. RAND Corporation. 2014. [En línea]. Disponible en: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR482.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR482.html)

27 KOTTER, John. Paul. Liderar el cambio: por qué fracasan los intentos de transformación. Harvard Business School Press. 1996. [En línea]. Disponible en: <https://garzco.com/wp-content/uploads/2025/01/kotter-john-el-lider-del-cambio-libro-completo-1.pdf>

28 FARRELL, Theo. TERRIFF, Terry. & RYNNING Sten. Transforming military power since the Cold War: Britain, France, and the United States, 1991-2012. Cambridge University Press. 2013. [En línea]. Disponible en: [https://assets.cambridge.org/97811070/44326/frontmatter/9781107044326\\_frontmatter.pdf](https://assets.cambridge.org/97811070/44326/frontmatter/9781107044326_frontmatter.pdf)

## CONCLUSIONES

El COTEF se configura como un instrumento estratégico de transformación estructural que articula doctrina, organización, tecnología y talento humano en un esfuerzo coherente, orientado a preservar la relevancia operacional y estratégica del Ejército Nacional frente a desafíos contemporáneos y emergentes. Su arquitectura misional, sustentada en los pilares de Transformación, Modernización y Desarrollo de Capacidades, proporciona un marco sistémico que favorece la anticipación estratégica, la planificación de largo plazo y la adaptación institucional continua.

El análisis evidencia que la transformación militar trasciende la modernización material; se define como un proceso integral de adaptación ante la convergencia de amenazas híbridas, la aceleración tecnológica y la competencia geopolítica. Estas dinámicas redefinen el carácter del conflicto moderno y demandan fuerzas flexibles, interoperables y con una marcada superioridad informacional. En este contexto, la sinergia entre la modernización digital, la innovación doctrinal y el fortalecimiento del talento humano consolida una cultura organizacional orientada al aprendizaje y la mejora continua, proyectando la resiliencia y la adaptabilidad estratégica como ejes evolutivos de la Fuerza.

Hacia el horizonte 2042, el modelo adoptado garantiza la consolidación de un Ejército ágil y multidominio, capaz de integrarse con eficacia en marcos conjuntos, combinados e interagenciales. Esta proyección no solo asegura la sostenibilidad estratégica de la Fuerza y su contribución a la seguridad del Estado, sino que posiciona a Colombia como un referente en la transición de fuerzas con amplia experiencia en combate irregular hacia estándares de interoperabilidad global. Finalmente, la experiencia del ejército de Colombia aporta elementos de alto valor al debate internacional sobre la transformación militar en el siglo XXI, demostrando cómo la prospectiva, la coherencia doctrinal y el desarrollo humano constituyen los pilares esenciales de la adaptación institucional en entornos de seguridad altamente volátiles.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALANIZ Miranda, Osvaldo. Operaciones multidominio: soluciones tácticas para desafíos estratégicos y operacionales. Academia de Guerra, Revista Ensayos Militares. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224>
- ALBORNOZ Rodríguez, Luz; FERNÁNDEZ Osorio, Andrés E. & BETANCUR Paniagua, C. A. Práctica pedagógica en el Ejército Nacional de Colombia. ESACE. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/download/22/39/839?inline=1>
- ARQUILLA, John; RONFELDT, David. Networks and netwars: The future of terror, crime, and militancy. RAND Corporation. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1382.html](https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1382.html).

- BARGUÉS Pedreny, Pol & BOUREKBA, Moussa. La guerra por todos los medios. CIDOB. 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-06/CIDOB%20REPORT\\_08.pdf](https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-06/CIDOB%20REPORT_08.pdf)
- BARRETO Mancilla, Alberto. La transformación militar: 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/370671407\\_La\\_transformacion\\_militar\\_el\\_futuro\\_de\\_las\\_fuerzas\\_militares\\_colombianas](https://www.researchgate.net/publication/370671407_La_transformacion_militar_el_futuro_de_las_fuerzas_militares_colombianas)
- DAVIS, Paul K. Analysis to inform defense planning despite deep uncertainty. 2014. RAND Corporation. [En línea]. Disponible en: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR482.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR482.html)
- EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA. (s. f.). Plan Estratégico de Transformación del Ejército del Futuro (PETEF) 2042. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/colombia/plan-transformacion-ejercito-colombia>
- EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA. Centro de Doctrina del Ejército (CEDOE). Manual Fundamental del Ejército MFE 6-0: Mando Tipo Misión. 2016.
- FARRELL, Theo; TERRIFF, Terry & RYNNING Sten. Transforming military power since the Cold War: Britain, France, and the United States, 1991-2012. 2013. Cambridge University Press. [En línea]. Disponible en: [https://assets.cambridge.org/97811070/44326/frontmatter/9781107044326\\_frontmatter.pdf](https://assets.cambridge.org/97811070/44326/frontmatter/9781107044326_frontmatter.pdf)
- FARRELL, Theo; TERRIFF, Terry. (Eds.). The sources of military change: Culture, politics, and Technology. Lynne Rienner. 2002.
- FUNDACIÓN IDEAS PARA LA PAZ. La transformación del Ejército Nacional de Colombia: avances, retos y proyecciones. 2014. [En línea]. Disponible en: [https://storage.ideaspaz.org/documents/fip\\_transformacion\\_ejercito.pdf](https://storage.ideaspaz.org/documents/fip_transformacion_ejercito.pdf)
- GUÍA DE PLANEAMIENTO ESDEGUE 2022-2024. Fuente institucional interna. [En línea]. Disponible en: [https://esdegue.edu.co/sites/default/files/2022-01/Planeacion-y-gestion/GUIA%20PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO%20ESDEG%202022-2024%20V1%20\(09-DIC-21\).pdf](https://esdegue.edu.co/sites/default/files/2022-01/Planeacion-y-gestion/GUIA%20PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO%20ESDEG%202022-2024%20V1%20(09-DIC-21).pdf)
- GÓMEZ, Rolando Andrés. Transformación estructural del Ejército colombiano. Construcción de escenarios futuros. Revista Científica General José María Córdova: 19-88. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.21830/19006586.155>
- JORDÁN, Javier. Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares: la respuesta de Estados Unidos después del 11-S como caso de estudio. Revista de Ciencia Política, 37(1), 2017. pp. 203-226. [En línea]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/revcpol/v37n1/art09.pdf>

- KOTTER, John Paul. Liderar el cambio: por qué fracasan los intentos de transformación. Harvard Business School Press. 1996. [En línea]. Disponible en: <https://garzco.com/wp-content/uploads/2025/01/kotter-john-el-lider-del-cambio-libro-completo-1.pdf>
- MURRAY, Williamson. Military adaptation in war: With fear of change. Cambridge University Press. 1999. [En línea]. Disponible en: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA509781.pdf>
- NATO. Joint intelligence, surveillance and reconnaissance (ISR). (s.f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/joint-intelligence-surveillance-and-reconnaissance>
- NATO Allied Command Transformation. Framework for future alliance operations. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.act.nato.int/wp-content/uploads/2023/06/ffao-2015.pdf>
- RASHID Bin, Adib; KAUSIK, Karim; SUNNY, Hassan & HASSAN Bappy, Mehedy. Artificial intelligence in the military: An overview of the capabilities, applications and challenges. 2023. International Journal of Intelligent Systems. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2023/8676366>
- REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia. Artículos 216-217. 1991. Bogotá: Asamblea Nacional Constituyente. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>
- SCHARRE, Paul. Army of none: Autonomous weapons and the future of war. New York: W. W. Norton & Company. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/tdg/MILITARY%20PLATFORM%20DESIGN/Army%20of%20None%20Autonomous%20Weapons%20and%20the%20Future%20of%20War.pdf> (Consultado el 11 de marzo de 2026).
- U.S. ARMY TRAINING AND DOCTRINE COMMAND (TRADOC). The U.S. Army in Multi-domain operations 2028 (TRADOC Pamphlet 525-3-1) Department of the Army. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://api.army.mil/e2/c/downloads/2021/02/26/b45372c1/20181206-tp525-3-1-the-us-army-in-mdo-2028-final.pdf>
- U.S. DEPARTMENT OF THE ARMY. Army doctrine publication 3-0: Operations. 2019. [En línea]. Disponible en: [https://armypubs.army.mil/epubs/DR\\_pubs/DR\\_a/ARN43323-ADP\\_3-0-000-WEB-1.pdf](https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/ARN43323-ADP_3-0-000-WEB-1.pdf)
- VALLEJOS Gastón, Daniel (s.f.). Las generaciones de la guerra y la modificación de la doctrina de base: Reversión del “Arte de la Guerra” [PDF]. CIIA – INISEG. [En línea]. [Consulta 13-02-2026]. Disponible en: <https://ciia-historia-militar.iniseg.es/administracion/public/uploads/adjuntos/las-generaciones-de-la-guerra-y-la-modificacion-de-la-doctrina-de-base-reversion-del-arte-de-la-guerra.pdf>

# CAPACIDADES FUTURAS, FORMACIÓN PRESENTE: NUEVAS TENDENCIAS EN EL ÁMBITO MILITAR COMO DESAFÍO ACADÉMICO PARA EL SUBOFICIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE

TENIENTE CORONEL VERÓNICA POLI PARRA<sup>1</sup> – MAYOR JORGE DELGADO GOLUSDA<sup>2</sup>

**Resumen:** *la necesidad de contar con una fuerza militar preparada para los nuevos desafíos que impone la sociedad va en incremento, asociada con las diversas labores que actualmente cumple el Ejército. En el área educativa se han instaurado procesos con metodologías que aportan a lo anterior, sin embargo, no se ha realizado una exploración más extensa de otros tipos de herramientas de enseñanza aprendizaje y de sus beneficios, ya que producto de los constantes cambios y cortos horizontes de planificación e implementación, estas metodologías no han sido tan efectivas como se buscaba. Las implicancias expuestas en este artículo y la declaración de los desafíos por asumir podrían contribuir a optimizar la operativización de la programación docente institucional, actualmente constreñida por la ya conocida dinámica entre cantidad de contenidos y los esperados tiempos de impartición.*

**Palabras clave:** *educación, metodología, desafíos, táctico, técnico, suboficiales.*

**Abstract:** *The need for a prepared military force is increasing with the current duties of the Army. In the educational area, processes with contributing methodologies have been established; however, more extensive research of other tools and their benefits has not been carried out. As a result of constant changes and short planning and implementation horizons, these processes have*

- 
- 1 Oficial del Servicio de Personal. Posee la especialidad de Estado Mayor y es Magíster en Ciencias Militares mención Gestión Estratégica de la Defensa, ambos otorgados por la Academia de Guerra del Ejército. Magíster en Administración de Recursos Humanos otorgado por la Universidad Gabriela Mistral (UGM); diplomado en Políticas Públicas, Administración Pública y Ciencias Sociales en la Pontificia Universidad Católica (PUC). Actualmente se desempeña como Jefe de Estudios en la Escuela de Suboficiales del Ejército de Chile. Correo electrónico: veronica.poli@escsof.cl
  - 2 Oficial del Arma de Infantería, licenciado en Ciencias Militares por la Academia de Guerra del Ejército (ACAGUE). Es Bachiller en Ciencias Sociales por la Universidad Diego Portales (UDP). Máster en International Development Policy por Duke University. Diplomado en Estudios Árabes e Islámicos; diplomado en Estudios Internacionales y diplomado en Métodos y Técnicas para análisis en Seguridad y Relaciones Internacionales por la Universidad de Chile (UCHILE). Es, además, diplomado en Estudios de Paz y Conflicto por la University of North Carolina en Chapel Hill y diplomado en Estudios Latinoamericanos y del Caribe por Duke University. Actualmente se desempeña como Jefe del Departamento de Gestión Académica de la Escuela de Suboficiales. Correo Electrónico: jorge.delgado.go@escsof.cl ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8653-033X>

*not been effective. The implications presented in this article and the challenges to be undertaken could contribute to optimizing curricular programs, which are currently constrained by the dynamic of content quantity and time of delivery.*

**Keywords:** Education - Methodology - Challenges - Tactical-Technical - Non-Commissioned Officers.

## INTRODUCCIÓN

La educación a nivel global y nacional está en permanente transformación y adaptación. Las Fuerzas Armadas en Chile, y en particular el Ejército a través de la División Educación (DIVEDUC), no son ajenas a esto, siendo susceptibles a cambios producto de la constante demanda derivada del campo de batalla moderno y de las necesidades impuestas a nivel estatal.

Como base del Sistema Educacional Institucional, la Escuela de Suboficiales juega un rol fundamental en la formación de los futuros suboficiales del Ejército. Sin embargo, no se ve exenta de los problemas y necesidades emergentes, que obligan, en corto plazo, a su actualización con respecto a contenidos de los programas de estudio para dar respuesta a lo anterior. Esto tiene como efecto sobrecargar las mallas curriculares, para dar cumplimiento a lo impuesto, así como también a las propias necesidades establecidas dentro del instituto en búsqueda de una educación de calidad y la mejor preparación del futuro suboficial.

Frente a este problema, se analizarán las tendencias tanto nacionales como internacionales con repercusiones para las Fuerzas Armadas, en cuanto a los cambios del campo de batalla, el impacto tecnológico, los nuevos roles y las amenazas no tradicionales que han surgido de las nuevas tareas que desarrolla la institución. Conforme a lo señalado, se hará una descripción de cómo el Ejército y, en particular, la Escuela de Suboficiales se han adaptado a esta nueva dinámica, buscando otros enfoques educativos para la formación táctico-técnica de los alumnos del instituto.

En consecuencia, se trata de metodologías pedagógicas acordes al tipo de formación técnica que se imparte en la escuela matriz, que permitan sacar el mayor rendimiento y optimización de recursos de las materias impartidas, lo que implica analizar los desafíos que involucra a futuro la potencial implementación de dichas propuestas.

Finalmente, el objetivo de este artículo es describir posibles métodos de enseñanza-aprendizaje bajo un punto de vista andragógico,<sup>3</sup> que permitan converger contenidos de diversas materias en forma transversal, que aporten al producto declarado en el Perfil de Egreso del instituto, y que satisfagan la necesidad institucional.

---

3 El enfoque andragógico es un conjunto de técnicas de enseñanza orientadas a educar a personas adultas. También se le considera a la ciencia que ayuda a organizar los conocimientos de los adultos.

## NUEVAS TENDENCIAS: DESAFÍOS PARA LAS FUERZAS ARMADAS

En un mundo en constante transformación, el Ejército de Chile se enfrenta a un conjunto de nuevas tendencias y desafíos que redefinen su rol y le exigen adaptarse a los requerimientos que impone la contingencia nacional e internacional. Estas presiones provienen tanto del ámbito geopolítico global como de la evolución tecnológica y de las crecientes amenazas no tradicionales.

### Desafíos en el campo operacional

El principal cambio conceptual para el Ejército es la transición hacia las Operaciones Multidominio (MDO). El campo de batalla del futuro ya no se limita al ámbito terrestre, sino que es inherentemente conjunto, combinado y de alta intensidad, abarcando simultáneamente los dominios terrestre, aéreo, marítimo, ciberespacial y de la información.<sup>4</sup> Dicho cambio conceptual supone lograr la convergencia y sincronización de capacidades en múltiples dominios para obtener una ventaja temporal, con una mirada holística donde *“se centra en todas las dimensiones del campo de batalla y no en una amenaza determinada”*.<sup>5</sup> Esto exige una gran interoperabilidad con las otras ramas de las Fuerzas Armadas chilenas, donde el soldado en el nivel táctico debe desempeñarse en un ambiente operacional ambiguo, que le exige estar preparado para actuar en entornos llenos de incertidumbre, donde es difícil reconocer amenazas y objetivos claros.

### Impacto de las tendencias tecnológicas

La Cuarta Revolución Industrial y, en consecuencia, el avance acelerado de la tecnología son catalizadores de la transformación en el Ejército, que afectan desde el nivel estratégico hasta el táctico. Es por ello que el Ejército ha iniciado un proceso de transformación digital enfocado en la capacitación del personal para optimizar el uso de la tecnología, incluyendo diversas plataformas como Teams, Zoom y otras, en el ámbito de la educación, donde además la simulación se ha posicionado como un motor clave para este cambio, permitiendo planificar operaciones, entrenar soldados y simular el impacto de nuevos sistemas de armas en ambientes virtuales, optimizando recursos y reduciendo costos logísticos con proyectos como el de realidad extendida, tiro virtual, etc, que fueron levantados por el área de desarrollo tecnológico del Ejército.

4 ALANIZ Miranda, Osvaldo. “Operaciones multidominio: soluciones tácticas para desafíos estratégicos y operacionales”. Revista Ensayos Militares. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224/&ved=2ahUKewj7gi8mauQAxUXNrKGHUi4Bb0QFnoECBoQAQ&usq=AOvVaw3d\\_XzqvsGrdH5gR3\\_h\\_k5M](https://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224/&ved=2ahUKewj7gi8mauQAxUXNrKGHUi4Bb0QFnoECBoQAQ&usq=AOvVaw3d_XzqvsGrdH5gR3_h_k5M)

5 JOHNSON, David E. “Shared Problems. The Lessons of Air Land Battle and the 31 Initiatives for Multi-Domain Battle”. RAND Corporation. 2018 [En línea]. Disponible en: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE301.html>

Junto con los procesos nombrados anteriormente, la Inteligencia Artificial (IA) generativa y la ciberseguridad, ya impulsan transformaciones en las Operaciones de Información (INFOOPS) y generan la necesidad de políticas claras en educación, mejorando la planificación estratégica, la toma de decisiones y la gestión de amenazas en entornos multidominio. En particular, la ciberseguridad es un desafío estratégico fundamental. A través de la Política de Ciberdefensa<sup>6</sup> se designó a las instituciones de las Fuerzas Armadas como responsables del desarrollo estratégico de la ciberdefensa, como *“una respuesta a los nuevos riesgos y amenazas que el ciberespacio genera para las capacidades de la Defensa Nacional, las cuales incluyen, entre otros elementos, la información, la infraestructura y las operaciones de defensa”*.

El objetivo es desarrollar capacidades propias de protección, monitoreo, vigilancia, detección y respuesta frente a las ciberamenazas. A su vez, estas imponen el desafío de capacitar y educar a los miembros de la institución en el uso y empleo de diversos medios donde dichos ámbitos pueden ejercer una influencia significativa. La generación de esas capacidades en la institución supone también el desarrollo de estas mismas por parte de potenciales amenazas, por lo que medidas de detección y prevención se hacen vitales para el normal funcionamiento del Estado.

Otra área de interés, que ha adquirido protagonismo desde el comienzo de la guerra ruso-ucraniana y últimamente entre Israel y actores no estatales y vecinos de carácter regional, es el creciente uso de drones. El espacio aéreo se ha transformado con la proliferación de estos sistemas de armas no tripulados, obligando a los entes en conflicto a adaptar su planificación desde el nivel operacional hasta las técnicas y tácticas empleadas en los niveles más básicos de las unidades desplegadas en zonas activas de combate. Dicha tendencia exige de igual forma capacitar a la Fuerza Terrestre en el uso y aplicación de estos nuevos elementos, para incorporar el aprendizaje en la práctica de la profesión militar.

### Nuevos roles y amenazas no tradicionales

El rol del Ejército se ha expandido más allá de la Defensa tradicional para abordar nuevas amenazas a la seguridad nacional. Históricamente las Fuerzas Armadas y en particular el Ejército han sido elementos esenciales para responder ante las necesidades que han surgido con el cambio climático, desastres naturales, incendios y emergencias sanitarias, entre otros. Estos factores son catalizadores de conflicto que exacerban fracturas socioeconómicas en términos de *“diferencias de ingreso y la desigualdad”*,<sup>7</sup> que se manifiestan en un incremento de desastres siconaturales como

6 MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. “Diario Oficial de la República de Chile”. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2018/03/09/42003/01/1363153.pdf>

7 SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. “Cambio climático y desastres socio-naturales: Desafío para Chile y sus Fuerzas Armadas”. Revista “Política y Estrategia” N.º 133. Academia Nacional de Estudios Políticos y Estratégicos (ANEPE). 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.politicayestrategia.cl/index.php/rpye/article/view/762/430>

inundaciones, sequías e incendios forestales, lo que genera una mayor demanda de misiones de asistencia humanitaria y respuestas.

La contingencia actual también ha exigido una demanda mayor en temas de seguridad pública. El actual despliegue de capacidades en la Macrozona Sur y en la frontera norte para colaborar en el control de áreas críticas, apoyo a las policías y control migratorio, se encuentran reguladas bajo la Ley N° 18.415 de Estado de Excepción Constitucional y el Decreto Supremo N° 78.<sup>8</sup> Dichos empleos han obligado a realizar capacitaciones limitadas en tiempo para dar respuesta a estos eventos, obligando a efectuar rotaciones de personal dentro de la institución para evitar el desgaste excesivo de los mismos.

Lo anterior ha expuesto a la institución de forma indirecta a una amenaza: la del crimen organizado de carácter nacional y transnacional. El apoyo y/o la colaboración en la detección y monitoreo del narcotráfico y las amenazas transnacionales son desafíos complementarios a la seguridad que, considerando la mirada actual, requieren de la participación de las ramas de la Defensa Nacional.

Si bien el Ejército ha mantenido un rol activo en las áreas señaladas, las que imponen importantes desafíos, debe seguir aunando esfuerzos en adaptar capacidades, en términos de medios materiales y recurso humano, enfocándose en la educación y el entrenamiento, para crear las condiciones de despliegue adecuadas en roles ante amenazas no tradicionales cada vez más complejas por el propio carácter multidimensional de estas, creando así las condiciones que protejan el desempeño de la fuerza, a la vez que entrega una fuerte formación de carácter valórico donde la ética y el liderazgo juegan un rol central.

La institución está en un camino de adaptación profunda, donde la integración tecnológica, el desarrollo de diversas y nuevas capacidades y la preparación para misiones de seguridad y asistencia derivadas de nuevas amenazas, son los pilares fundamentales para asegurar su relevancia y eficacia en el complejo escenario de seguridad del siglo XXI, donde la contingencia social así lo demanda, ampliando la mirada de los roles tradicionales que ha cumplido históricamente.

## **BUSCANDO UN ENFOQUE TÁCTICO-TÉCNICO: LA BASE FUNDAMENTAL PARA EDUCAR A NUESTROS SUBOFICIALES**

El Ejército ha modificado la formación de los suboficiales para mejorar sus condiciones físicas, valóricas e intelectuales, y sobre todo sus capacidades para desenvolverse ante las demandas actuales. Un sistema educativo robusto y enfocado en escenarios futuros es esencial para disponer

---

8 MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. Decreto N° 78 “Delimita áreas de zonas fronterizas a resguardar por parte de las Fuerzas Armadas y de Orden y Seguridad Pública, designa a Oficiales Generales que señala e instruye lo que indica”. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1189669>

de soldados con capacidades táctico-técnicas superiores para enfrentar desafíos cada vez más complejos. Es así, como la Escuela de Suboficiales puso en marcha a partir del año 2021 el “Plan Rebolledo”,<sup>9</sup> que busca formar un comandante de pequeña unidad que tenga las competencias para poder especializarse en cualquier Arma o Servicio de la institución, bajo un período de formación inicial de dos años, donde se entregan las competencias bases en las áreas de desarrollo profesional de comandante, instructor y administrador.

Esta formación tiene un continuo curricular en el tercer año de estudio, que se lleva a cabo en las respectivas escuelas de Armas y Servicios. Además, y entendiendo su importancia, se creó el sistema de Desarrollo Profesional Continuo para el Suboficial de Ejército (DPCSE), que busca cerrar las brechas que existían entre los cursos bases dentro de la carrera del suboficial de Ejército, entregándole, en espacios de tiempo acordes a los ascensos por grado, competencias y conocimientos referidos a las necesidades actuales.

Ante las nuevas tendencias de la guerra moderna y aquellas Operaciones Militares Distintas a la Guerra (MOOTOW), la formación del suboficial de Ejército no puede ser estática. Al contrario, debe ser proactiva, dinámica, y con un enfoque constructivista,<sup>10</sup> para así otorgar la preponderancia que amerita a una formación de carácter técnico-profesional. Actualmente, la Escuela de Suboficiales se encuentra en un proceso de revisión curricular para garantizar que esta pieza clave esté equipada para los desafíos presentes, centrándose en un aumento de las acciones de combate en terreno, un incremento en las actividades prácticas, una transversalidad de lo valórico y una postura realista ante el desarrollo del año académico para perseguir objetivos alcanzables y que cumplan con el estándar establecido.

Para lo anterior, el currículum de la Escuela de Suboficiales se centra primordialmente en el desarrollo de habilidades táctico-técnicas acordes a las competencias profesionales declaradas. El principal desafío es transformar al suboficial en un soldado táctico-técnico altamente competente. Esto implica ir más allá de la instrucción básica y enfocar la malla curricular en la aplicación práctica de los contenidos aprendidos en el aula. Para ello, la metodología busca centrar el esfuerzo en un trabajo que complemente lo indispensable de la teoría en aula, poniendo en práctica mediante el uso de distintas técnicas que permitan al alumno vincular la materia con su futura área de desempeño.

Lo señalado también se puede profundizar en los diversos períodos de instrucción y entrenamiento que realizan los alumnos, donde simulan condiciones reales de combate, con el factor de incertidumbre, toma de decisiones bajo presión e integrando o comandando una escuadra con

---

9 Planificación de la Escuela de Suboficiales orientada a replantear la forma de educar al futuro Suboficial de Ejército, aumentando los sistemas de formación de los alumnos de 1 a 2 años, así como las competencias a obtener conforme al actual perfil de egreso.

10 Corriente pedagógica que se basa en entregar a los alumnos las herramientas y metodologías necesarias para construir su propio proceso de aprendizaje, siendo el profesor un guía en el aula.

equipamiento acorde. Esta instrucción, en el mediano plazo, sirve como base y entrega una primera aproximación a las capacidades táctico-técnicas en terreno. Lo anterior es “aprender haciendo”, elemento vital en el desarrollo de competencias profesionales de un suboficial del Ejército.

Un segundo punto involucra una integración tecnológica profunda, donde la formación debe tener como prioridad la familiarización y el dominio de medios tecnológicos, con el objeto de que luego los alumnos en sus cursos de especialización de Armas y Servicios manejen eficientemente los nuevos sistemas de armas, de mando y control, y de comunicaciones, según sea el caso. Esto debe incluir también la capacitación en el uso eficiente de la tecnología para la seguridad y la eficacia operacional, elementos trascendentales en las tareas ante amenazas no convencionales.

El tercer y último punto habla del liderazgo adaptativo. La ambigüedad del ambiente operacional moderno demanda que el suboficial ejerza un liderazgo proactivo y sea capaz de tomar la iniciativa en situaciones de crisis. La misión de la Escuela de Suboficiales es poner un fuerte énfasis en la doctrina valórica y el liderazgo como ejes del proyecto educativo. Se busca formar profesionales que puedan guiar y motivar a la tropa, demostrando templanza emocional y comunicación efectiva en escenarios de alta exigencia.

La educación del suboficial en el Ejército, por lo tanto, se proyecta como un proceso dinámico, intensivo y de largo aliento, donde la solidez valórica debe ir acompañada de una destreza tecnológica y táctico-técnica que le permita cumplir con éxito las misiones del futuro.

## **PRACTICANDO EN EL AULA: METODOLOGÍAS ACTIVAS**

El suboficial moderno requiere de una formación que supere el modelo tradicional pedagógico de instrucción frontal a uno de un enfoque andragógico. La complejidad del entorno operacional exige líderes que no solo memoricen procedimientos, sino que sean capaces de aplicar eficientemente conocimientos, tomar decisiones rápidas bajo presión y reflexionar sobre su desempeño. Lo anterior busca que los procesos de aprendizaje estén basados en estrategias activas pueda relacionar el interés del alumno, para que así el futuro suboficial pueda relacionar los principios de la teoría y la práctica.

Los beneficios de este enfoque permiten resultados que van más allá de la sala de clases. Genera, entre otras, ventajas táctico-técnicas para una mayor interdependencia positiva entre los alumnos, al desarrollar habilidades blandas que facilitan su interacción mediante el trabajo cooperativo, logrando generar destrezas para el manejo de conflictos, empatía e incluso la escucha activa; todos, elementos claves en el liderazgo y en el rol de comandante que los futuros suboficiales deben asumir. Así es como se cumple el objetivo de hacer converger las unidades de aprendizaje en los diversos períodos centrados en el hacer. El rol del profesor se transforma en el de un facilitador, quien puede guiar y mediar, si es el caso, una discusión en el aula.

Las metodologías activas buscan transformar al estudiante en el sujeto activo de su propio proceso de aprendizaje. En la formación militar, esto es crucial para también internalizar la doctrina valórica y desarrollar el liderazgo. Entre estas, se pueden nombrar:

**Metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):** *“persigue lograr aprendizajes en que los alumnos abordan problemas reales, en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor”*.<sup>11</sup> Al aplicar estos métodos a situaciones cotidianas o dilemas tácticos, los futuros suboficiales se ven obligados a debatir, cuestionar y establecer relaciones entre conceptos abstractos y la realidad del servicio, logrando generar conciencia y entendimiento del problema de fondo.

**Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** es *“una metodología docente basada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje y donde el aprendizaje de conocimientos tiene la misma importancia que la adquisición de habilidades y actitudes”*.<sup>12</sup> Esta metodología incentiva el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y autonomía en la planificación, desarrollo y ejecución de proyectos dentro de límites de tiempo definidos.

**Metodología de Clases Invertidas:** *“los estudiantes se aproximan al contenido del curso fuera de la clase, generalmente a partir de la visualización de videos, usando el tiempo de aula para trabajar y discutir el contenido revisado. Esto último puede ser a través del trabajo de discusión entre pares, trabajo en proyectos, revisión de casos, entre otros”*.<sup>13</sup> En la práctica, el alumno aprende adentro y afuera (en sus tiempos de estudio) de la sala de clases. Esta metodología le entrega autonomía y toda la responsabilidad del proceso de aprendizaje al estudiante, permitiendo que pueda llevar el ritmo de estudio. Aquí la figura del profesor es la de quien resuelve dudas.

**Metodología de Aprendizaje basado en juegos (gamificación):** *“es el uso de técnicas y elementos de juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje”*.<sup>14</sup> Estos juegos, conocidos como Wargaming en el ámbito militar, permiten estimular en ambientes dinámicos dentro del aula aspectos de la guerra en diversos niveles. Se usan para examinar conceptos, entrenar y educar a comandantes, estimulando procesos metacognitivos. Es una herramienta ideal para el estudio y aplicación del nivel táctico del suboficial.

---

11 UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO (UDD). “Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Centro de Innovación Docente. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/aprendizaje-basado-en-problemas\\_abp.pdf](https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/aprendizaje-basado-en-problemas_abp.pdf)

12 BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (BCN). “Aprendizaje Basado en Proyectos. Torneo Delibera”. Programa de Formación Cívica. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/55744/1/Aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf>

13 UNIVERSIDAD DE CHILE. Aula invertida: [En línea]. Disponible en: <https://avirtual.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/07/Guia-aula-invertida.pdf>

14 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA (PUC). “Gamificación”. Dirección de Enseñanza e Innovación Docente. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cddoc.uc.cl/gamificacion/>

**Aprendizaje Experiencial (MAEX):** Tiene un enfoque andragógico *“basado en la idea de que el aprendizaje es más efectivo cuando los estudiantes participan activamente en experiencias prácticas, reflexionan sobre ellas y extraen conclusiones significativas de esas experiencias”*,<sup>15</sup> de tal manera que el alumno es el protagonista y artífice de su propio aprendizaje.

Al adoptar estas metodologías, la educación del suboficial se convierte en una preparación integral que desarrolla tanto la inteligencia táctico-técnica como la fortaleza de carácter, asegurando que el personal esté preparado para liderar eficazmente en cualquier escenario que el Ejército del futuro deba enfrentar.

## DESAFÍOS FUTUROS

El Ejército, considerando la ambigüedad del ambiente operacional y las nuevas tendencias tecnológicas y geopolíticas, se ve obligado, a través de la Escuela de Suboficiales, a optimizar el cumplimiento de su perfil de egreso. El desafío educativo futuro no es solo enseñar más, sino diseñar e implementar procedimientos metodológicos que conviertan la doctrina en habilidades aplicadas que aseguren la convergencia hacia un combatiente-líder altamente adaptable, técnico y con una sólida formación valórica.

La clave reside en un cambio de paradigma, que, si bien se desarrolla generalmente en las actividades de instrucción y entrenamiento, a lo largo del país, presenta algo de resistencia en su implementación en aquellas unidades de aprendizaje que son esencialmente académicas: priorizar la experiencia de que el alumno esté “haciendo” y que absorba conocimientos de esta forma por sobre el mero tiempo en el aula.

Esta modernización busca asegurar que la formación sea directamente relevante y que prepare eficazmente al suboficial para los retos del futuro, integrando la práctica intensiva y la toma de decisiones en escenarios simulados como eje central del proceso educativo.

El cambio de la mirada educativa en la formación de los suboficiales exige, además, una profunda capacitación docente que rompa con el esquema de la pedagogía tradicional. Los profesores de aula deben transitar del modelo de “exponer para enseñar” a un enfoque andragógico, donde su rol se transforma en el de un guía y facilitador para que el estudiante construya conocimientos.

Este nuevo enfoque se centra en la experiencia del “haciendo”, promoviendo la aplicación de habilidades y la toma de decisiones. Los docentes deben dominar metodologías que integren

---

15 EJÉRCITO DE CHILE. División Doctrina (DIVDOC). MDIE- 80002 “Reglamento Manual de Formación de Combate”. 2024.

la práctica intensiva en escenarios simulados o la integración y aplicación de contenidos con ejercicios prácticos del futuro empleo profesional del suboficial, asegurando que el alumno construya su conocimiento activamente, potenciando las habilidades prácticas/aplicadas que empleará a lo largo de su carrera.

Para alcanzar estos objetivos, se debe preparar a los docentes a través de diversos seminarios, talleres y jornadas de coordinación con los encargados de cada unidad de aprendizaje, buscando un cambio gradual que asegure la internalización de las nuevas metodologías, así como también una supervisión progresiva de los cambios realizados dentro de cada programa y el seguimiento eficiente a través de los procesos de evaluación docente, que aseguren el estándar de la calidad educativa del instituto. Para lo anterior, es indispensable la entrega de recursos y medios que sirvan para dar soporte a los cambios intencionados y aquellos ya realizados.

Las unidades de aprendizaje buscan la convergencia del perfil de egreso del suboficial. El enfoque andragógico, que prioriza la experiencia del hacer, es clave para desarrollar las habilidades táctico-técnicas y la tríada fundamental: liderazgo, dominio en operaciones y planificación. Al integrar la práctica intensiva y la toma de decisiones en escenarios simulados y mediante actividades prácticas que fomenten el desarrollo de dichas habilidades, se garantiza que el suboficial no solo posea conocimientos, sino que los aplique eficazmente. Esta sinergia de competencias aplicadas es lo que, en última instancia, equivale a entregar los conocimientos que se traducen en el saber comandar con solidez valórica y preparación para la ambigüedad del campo de batalla del futuro en el nivel táctico.

El rediseño educativo propuesto se centra en la aplicación práctica de habilidades. Para lograrlo, la modernización integra metodologías como el Aprendizaje Activo y el Método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como ejes del proceso. La capacitación docente debe incorporar el uso del MAEX para transformar las vivencias diarias y lo aprendido en aula en conocimiento aplicado. Además, se debe utilizar la gamificación para simular escenarios operacionales de forma inmersiva y motivadora. Esta combinación de ABP, MAEX y gamificación, junto al rol del profesor como guía, asegura que el alumno desarrolle activamente las habilidades táctico-técnicas, de liderazgo y planificación esenciales para saber comandar.

A lo anterior, y para complementar el uso de esas metodologías, el empleo del Procedimiento de Conducción de Tropas (PCT) como parte del diseño metodológico para el trabajo de las UAs en clases, aporta a la estructura metacognitiva de los alumnos, junto con desarrollar su capacidad de pensamiento crítico y, a su vez, genera la internalización de la secuencia del PCT como la acción lógica para la entrega de un resultado determinado para resolver un problema militar del nivel táctico.

El resultado de lo anterior debe ser la integración de un plan académico que sea un valor agregado a la experiencia de combate/terreno del alumno. Lo que este aprende en el aula, lo debe ejecutar en combate. Esto generará la capacidad del alumno para vincular los contenidos en base a la capacidad de resolución y análisis de problemas y toma de decisiones en el nivel táctico. Esto se traduce en el uso eficiente de las técnicas de combate, las cuales son el conocimiento esencial y vital para su desempeño como comandante de una pequeña unidad.

## CONCLUSIONES

Las demandas de la sociedad en torno a las diversas tareas en seguridad interior y apoyo a la comunidad y aquellas más globales obligan al Ejército de Chile a estar en la vanguardia en temas de defensa y seguridad a nivel regional. Lo anterior compromete un continuo proceso de actualización y modernización que trae como resultado que los programas de estudio de la Escuela de Suboficiales que se encuentran en desarrollo pueden verse sobrecargados de contenidos. A su vez, esto obliga a optimizar los procesos formativos de los alumnos del instituto, utilizando diversas herramientas metodológicas y recursos que permiten dar cumplimiento a la demanda y, a su vez, al programa curricular de forma eficiente, sin abultar la malla curricular, en beneficio de un eficiente proceso de enseñanza y aprendizaje con foco en los alumnos como protagonistas y en los docentes como guías, mediadores y facilitadores.

El desafío en el área educacional del Ejército reside en lograr balancear la continua demanda interna como externa en cuanto a los temas que deben saber los futuros suboficiales para su desempeño en las unidades de la institución.

Las metodologías y herramientas expuestas en el presente escrito podrían servir a través de un trabajo gradual y con un horizonte de planificación al mediano plazo, para dar respuesta y cumplir con los requerimientos, pero convergiendo el conocimiento a través de actividades totalmente prácticas que deriven en las competencias que tributan al perfil de egreso: comandante, instructor y administrador. No obstante, se reconoce en el análisis de las fortalezas y debilidades del paisaje actual, que la amplia demanda de contenidos tiene un ritmo de corto plazo, siendo actualmente anual o incluso semestral, resaltando lo anterior como una potencial área de investigación.

Una mirada holística en cuanto al desarrollo curricular siempre es necesaria para la mejora constante y la previsión de una educación de calidad, teniendo como foco optimizar la formación del alumno del instituto y dar una continuidad seria y eficiente al desarrollo educativo que se requiere en la institución, satisfaciendo sus necesidades de acuerdo a la realidad nacional.

La urgencia de contar con políticas de educación que permitan tal continuidad y flexibilidad se hace vital, en pos de velar por la adecuada preparación de los futuros suboficiales que determinarán el futuro y el devenir de la institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALANIZ Miranda, Osvaldo. "Operaciones multidominio: soluciones tácticas para desafíos estratégicos y operacionales". Revista Ensayos Militares. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224/&ved=2ahUKEwj7g-i8mauQAxUXN-rkGHUi4Bb0QFnoECBoQAQ&usq=A0vVaw3d\\_XzgvsGRdH5gR3\\_h\\_k5M](https://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/download/255/224/&ved=2ahUKEwj7g-i8mauQAxUXN-rkGHUi4Bb0QFnoECBoQAQ&usq=A0vVaw3d_XzgvsGRdH5gR3_h_k5M)
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (BCN). "Aprendizaje basado en proyectos. Torneo Delibera". Programa de Formación Cívica. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/55744/1/Aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf>
- EJÉRCITO DE CHILE. División Doctrina (DIVDOC). MDIE- 80002 "Reglamento Manual de Formación de Combate". 2024.
- JOHNSON, David E. "Shared Problems. The Lessons of AirLand Battle and the 31 Initiatives for Multi-Domain Battle". RAND Corporation. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE301.html>
- MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. Decreto N° 78 "Delimita áreas de zonas fronterizas a resguardar por parte de las Fuerzas Armadas y de Orden y Seguridad Pública, designa a Oficiales Generales que señala e instruye lo que indica". 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1189669>
- MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. "Diario Oficial de la República de Chile". 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2018/03/09/42003/01/1363153.pdf>
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. "Gamificación". Dirección de Enseñanza e Innovación Docente. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cddoc.uc.cl/gamificacion/>
- SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. "Cambio climático y desastres socio-naturales: Desafío para Chile y sus Fuerzas Armadas". Revista "Política y Estrategia" N° 133. Academia Nacional de Estudios Políticos y Estratégicos. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.politicayestrategia.cl/index.php/rpye/article/view/762/430>
- UNIVERSIDAD DE CHILE. Aula invertida: [En línea]. Disponible en: <https://avirtual.uchile.cl/wp-content/uploads/2020/07/Guia-aula-invertida.pdf>
- UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO (UDD). "Aprendizaje Basado en Problemas" (ABP). Centro de Innovación Docente. 2021. [En línea]. Disponible en: [https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/aprendizaje-basado-en-problemas\\_abp.pdf](https://innovaciondocente.udd.cl/files/2021/06/aprendizaje-basado-en-problemas_abp.pdf)

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA



**MEMORIAL**  
DEL  
**Ejército de Chile**



# SSPECTRA: PROPOSICIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DETECCIÓN DE CAMBIOS Y OBJETOS EN IMÁGENES SATELITALES PARA LA VIGILANCIA FRONTERIZA<sup>1</sup>

JONATHAN ENRIQUE RUIZ APABLAZA<sup>2</sup>

**Resumen:** *la vigilancia de fronteras enfrenta crecientes desafíos que requieren innovación tecnológica. Este estudio presenta SSPECTRA, un sistema prototipo basado en inteligencia artificial que combina detección de cambios bitemporales mediante redes siamesas y detección de objetos con modelos YOLO aplicados a imágenes satelitales. El desarrollo, aún experimental, fue validado con conjuntos de datos públicos (LEVIR-CD, xView), demostrando factibilidad técnica para identificar modificaciones en el terreno y vehículos en zonas extensas. Como proyecto institucional del Instituto Geográfico Militar (IGM) del Ejército de Chile, SSPECTRA podría integrarse en el Sistema Integrado de Frontera (SIFRON), generando alertas tempranas de alto valor para la seguridad fronteriza y constituyendo un aporte tecnológico de desarrollo nacional.*

**Palabras clave:** *vigilancia fronteriza, imágenes satelitales, detección de cambios, detección de objetos, inteligencia artificial.*

**Abstract:** *Border surveillance faces growing challenges that demand technological innovation. This study presents SSPECTRA, a prototype system based on artificial intelligence that integrates bi-temporal change detection using Siamese networks and object detection with YOLO models applied to satellite imagery. The development, still experimental, was validated with public datasets (LEVIR-CD, xView), showing technical feasibility to identify terrain modifications and vehicles across extensive areas. As an institutional project of the Instituto Geográfico Militar (IGM) of the Chilean Army, SSPECTRA could be integrated into the Integrated Border System (SIFRON), generating early*

- 
- 1 SSPECTRA: Strategic System for Protection, Evaluation and Control of Transboundary Risk with Automation. Sistema desarrollado en el marco institucional del Instituto Geográfico Militar (IGM), organismo dependiente del Ejército de Chile.
  - 2 Analista de Investigación y Desarrollo del Instituto Geográfico Militar (IGM); Docente e Investigador Asociado al Centro de Investigación de Desastres y Gestión Sostenible de Recursos de la Universidad Bernardo O'Higgins (UBO); especialista en proyectos, geomática y sistemas de información geográfica. Ingeniero en Geomensura y Cartografía de la Universidad Bernardo O'Higgins, Magister en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Universidad Autónoma de Chile, Master in Business and Administration (MBA) y Master in Project Management (MPM) de la Universidad Isabel I de Castilla de España. Correo electrónico: jrui@igm.cl

*alerts of high value for border security and constituting a nationally developed technological contribution.*

**Keywords:** *Border surveillance; satellite imagery; change detection; object detection; artificial intelligence.*

## INTRODUCCIÓN

El monitoreo eficaz de zonas fronterizas extensas es fundamental para la seguridad nacional y militar. Tradicionalmente, la vigilancia fronteriza ha requerido el despliegue de personal y recursos significativos; sin embargo, los avances tecnológicos recientes están transformando este ámbito. Gobiernos de distintos países han implementado herramientas de vigilancia aérea y satelital para reforzar el control de sus fronteras.<sup>3</sup> Actualmente existen miles de satélites en órbita y muchos de ellos se utilizan con fines de seguridad: monitorear campamentos, detectar construcciones ilegales o identificar rutas irregulares utilizadas en el tránsito transfronterizo.

Estas capacidades han dado lugar al concepto de “frontera inteligente”, en el cual sistemas automatizados de sensores, drones y observación satelital actúan como un muro virtual de alta tecnología en apoyo a las fuerzas de seguridad. En el ámbito militar, dichas tecnologías prometen mejorar la comprensión del entorno al proporcionar información oportuna sobre actividades en zonas remotas o de difícil acceso.

No obstante, la explotación manual de la gran cantidad de datos generados por sensores y satélites presenta serias limitaciones. En escenarios recientes, por ejemplo, analistas de inteligencia han descubierto la presencia de vehículos camuflados en zonas boscosas cercanas a fronteras únicamente tras examinar meticulosamente imágenes satelitales de alta resolución. Este escenario resalta la limitación del factor humano ante el volumen de datos, donde la capacidad del analista para integrar y procesar la información, aunque irremplazable, se ve desbordada por la magnitud de los datos.<sup>4</sup>

La detección de cambios (*Change Detection*, CD) en imágenes de teledetección ha sido identificada como una capacidad clave en múltiples escenarios prácticos, tanto civiles como militares.<sup>5</sup> Consiste en reconocer las diferencias significativas que ocurren en una misma región

---

3 PRIVACY INTERNATIONAL. Satellite and Aerial Surveillance for Migration: A Tech Primer. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://privacyinternational.org/explainer/4595/satellite-and-aerial-surveillance-migration-tech-primer>

4 GAETE Moreno, Andrea. Uso del Big Data para el análisis de problemas y la toma de decisiones. Revista Ensayos Militares, vol. 5, N° 2, 2019, pp. 115-126. [En línea]. Disponible en: <https://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/view/38>

5 SHI Wenzhong, ZHANG Min, ZHANG Rui, CHEN Shanxiong y ZHAN, Zhao. Change detection based on artificial intelligence: State-of-the-art and challenges. Remote Sensing, vol. 12, N° 10, 2020, p. 1688. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12101688>; YANG Li, CHEN Yining, SONG Shiji, LI, Fan y HUANG Gao. Deep siamese networks based change detection with remote sensing images. Remote Sensing, vol. 13, N° 17, 2021, p. 3394. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs13173394>

entre dos o más imágenes tomadas en distintos momentos. En el ámbito civil, esta técnica se ha aplicado exitosamente para evaluar desastres naturales, monitorear la deforestación y actualizar cartografía. En el ámbito militar, juega un papel importante en el reconocimiento estratégico de instalaciones, la detección de construcciones clandestinas y la verificación de cumplimiento de tratados de armamento.

Los métodos clásicos de detección de cambios se basaban en comparativas píxel a píxel entre imágenes –restando una imagen de otra o calculando índices de cambio– seguidas de umbralización para distinguir las zonas modificadas.<sup>6</sup> Sin embargo, estos enfoques tradicionales enfrentan dificultades ante diferencias sutiles o ruidos, y requieren imágenes bitemporales de alta calidad alineadas casi perfectamente.

El advenimiento del aprendizaje profundo revolucionó el campo de la detección de cambios, permitiendo extraer características más robustas y de alto nivel semántico de las imágenes. Los modelos modernos tratan la detección de cambios como un problema de segmentación semántica binaria: la red recibe un par de imágenes (antes y después) y aprende a resaltar las áreas donde ocurrió un cambio. En particular, las arquitecturas siamesas (*Siamese*) han demostrado gran eficacia: dos ramas de red neuronal convolucional procesan en paralelo las dos imágenes, compartiendo pesos para extraer características comparables, cuyas diferencias se analizan para decidir dónde hay cambios.

Investigaciones recientes han explorado también la incorporación de módulos de *Transformer* de Visión (ViT), arquitecturas que dividen la imagen en parches y analizan sus interacciones para capturar relaciones de larga distancia, mejorando la detección de cambios sutiles en contextos complejos. Tang *et al.* (2024), por ejemplo, propusieron un modelo siamés basado en Swin-Unet que alcanzó resultados prometedores en conjuntos de datos públicos, demostrando el alto potencial de estas técnicas.<sup>7</sup>

Por otro lado, la detección de objetos en imágenes satelitales de alta resolución consiste en identificar y localizar entidades discretas –vehículos, aeronaves, infraestructuras– mediante recuadros delimitadores (*bounding boxes*). Se trata de un campo ampliamente estudiado en visión por computador; no obstante, el contexto aeroespacial presenta desafíos particulares: tamaño pequeño de los objetos, variabilidad de escalas y congestión visual en escenas urbanas o de terreno.

---

6 *Ibidem*, YANG *et al.*, 2021.

7 TANG, Yizhuo, CAO, Zhengtao, GUO, Ningbo y JIANG Mingyong. A Siamese Swin-Unet for image change detection. Scientific Reports, vol. 14, art. N° 4577. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54096-8>

Entre los enfoques de detección de objetos, la familia de algoritmos YOLO (*You Only Look Once*) se ha destacado por su eficiencia en tiempo real y alta exactitud.<sup>8</sup> Introducido originalmente por Redmon *et al.* en 2015, YOLO consolida la detección de objetos en una sola pasada de red neuronal, a diferencia de métodos anteriores basados en propuestas regionales múltiples.

Versiones sucesivas –como YOLOv8 y YOLO-NAS– han incorporado mejoras arquitectónicas significativas, incluyendo redes backbone<sup>9</sup> más potentes y estrategias avanzadas de aumento de datos (data augmentation). Estudios han demostrado que, con el entrenamiento apropiado, estos algoritmos pueden lograr sobre un 84% de precisión en la identificación de objetos en imágenes aéreas de satélite.<sup>10</sup> En contextos militares, esto significa que un modelo bien entrenado podría localizar vehículos, embarcaciones o aeronaves en imágenes de reconocimiento con alto grado de acierto, inclusive en condiciones de camuflaje o con objetos de tamaño reducido.

Considerando estos avances, el proyecto SSPECTRA –desarrollado en el marco institucional del Instituto Geográfico Militar (IGM),<sup>11</sup> organismo dependiente del Ejército de Chile– se planteó integrar ambas capacidades en un solo sistema de vigilancia automatizada a partir de imágenes satelitales. El sistema apunta a mejorar las capacidades militares de reconocimiento y vigilancia estratégica, permitiendo alertas tempranas ante situaciones como: la construcción súbita de infraestructuras en zonas fronterizas, cambios significativos en el terreno que pudieran indicar preparativos militares o actividades ilícitas, o la presencia inusual de vehículos y equipamiento en puntos estratégicos.

Esto contribuiría directamente al alistamiento operacional de la Fuerza Terrestre y, en particular, al fortalecimiento del Sistema Integrado de Frontera (SIFRON),<sup>12</sup> iniciativa estratégica del Estado de Chile que desde 2023 integra tecnología avanzada y despliegue de las Fuerzas Armadas para controlar los más de 1.055 kilómetros de frontera norte del país. Como producto de desarrollo nacional, SSPECTRA fomentaría además el crecimiento tecnológico institucional al desarrollar competencias propias en análisis automatizado de imágenes satelitales.

---

8 REDMON, Joseph, DIVVALA, Santosh, GIRSHICK, Ross y FARHADI, Ali. You only look once: Unified, real-time object detection. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016, pp. 779-788. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7780460>

9 Red backbone: estructura de red neuronal convolucional profunda que actúa como extractor de características visuales de propósito general (p. ej., ResNet, EfficientNet). Sobre ella se añaden capas adicionales especializadas en la tarea de detección.

10 ADEGUN, Adewole A.; DOMBEU, Jean Vincent Fonou; VIRIRI, Serestina y ODINDI, John. State-of-the-Art Deep Learning Methods for Objects Detection in Remote Sensing Satellite Images. *Sensors*, vol. 23, N° 13, 2023, p. 5849. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s23135849>

11 El Instituto Geográfico Militar (IGM) es un organismo dependiente del Ejército de Chile, servicio oficial y técnico del Estado en materia geográfica y cartográfica desde 1922. Cuenta con profesionales especializados en Geografía, Cartografía, Geodesia, Fotogrametría y Procesamiento de Imágenes. En 2024 fue reconocido como socio oficial de UN Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE). [En línea]. Disponible en: <https://www.igm.cl>

12 MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL (MDN). Sistema Integrado de Frontera (SIFRON). Iniciado en 2023, con inversión de 13 millones de dólares. Contempla drones, cámaras térmicas, puestos de observación fronteriza (POF) y comunicación satelital en tiempo real. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-refuerza-frontera-norte-tecnologia-sistema-sifron>

Finalmente, precisando la importancia del proyecto SSPECTRA, ella está dada por una investigación y desarrollo de carácter institucional impulsado desde el IGM, que busca proporcionar al Estado chileno, sus Fuerzas Armadas, Carabineros y organismos de control fronterizo una herramienta de análisis satelital automatizada de producción nacional. Su valor radica en la soberanía tecnológica que otorga: a diferencia de soluciones comerciales extranjeras, SSPECTRA se diseña con las particularidades del territorio y las necesidades operacionales chilenas. El sistema tiene potencial de doble uso (militar y civil), pudiendo apoyar además el monitoreo de desastres naturales, deforestación y actualización cartográfica –áreas de competencia directa del IGM.

## I. ESTADO DEL ARTE GLOBAL EN TELEDETECCIÓN Y APRENDIZAJE PROFUNDO

La convergencia de la teledetección con el aprendizaje profundo (*Deep Learning*) ha marcado el estado del arte en el monitoreo geoespacial, impulsando las capacidades de Detección de Cambios (CD) y Detección de Objetos (OD), elementos clave del proyecto SSPECTRA.

### 1. Detección de Cambios (*Change Detection, CD*)

El campo de la Detección de Cambios ha evolucionado significativamente, superando los métodos tradicionales de comparación a nivel de píxel.<sup>13</sup>

#### a) Arquitecturas de redes neuronales

Las Redes Convolucionales Siamesas (SCNN, *Siamese Convolutional Neural Networks*) y sus variantes son el estándar de facto en detección de cambios. Estas arquitecturas procesan de manera independiente, pero con pesos compartidos, el par de imágenes multitemporales. Esto asegura que se extraigan características comparables y robustas a las variaciones de iluminación o sensores, enfocándose puramente en las diferencias del paisaje.<sup>14</sup>

#### b) Segmentación semántica para CD

La tendencia actual trata la detección de cambios como un problema de segmentación semántica binaria (cambio/no-cambio), utilizando modelos como UNet y sus extensiones siamesas. Estos modelos no solo indican que ha habido un cambio, sino que también delimitan con precisión el área afectada.

---

<sup>13</sup> YANG *et al.*, 2021, *op. cit.*

<sup>14</sup> SHI *et al.*, 2020, *op. cit.*

### c) Enfoques con Transformer

Los Transformers de Visión (*ViT*, *Vision Transformers*) están ganando terreno debido a su capacidad para modelar dependencias de larga distancia en la imagen.<sup>15</sup> Esto resulta crucial en imágenes satelitales extensas, permitiendo al modelo considerar el contexto amplio de un cambio –por ejemplo, la aparición de una estructura en relación con caminos cercanos o patrones de asentamiento– lo que mejora la detección de cambios sutiles y distribuidos.

## 2. Detección de Objetos (*Object Detection*, *OD*)

En cuanto a la localización y clasificación de entidades específicas, el uso de imágenes satelitales presenta retos únicos: objetos pequeños, variabilidad de escala y orientación arbitraria.

### a) La familia de algoritmos YOLO

La familia de algoritmos YOLO sigue dominando las soluciones de detección en tiempo real debido a su alta velocidad y precisión. Versiones más recientes, como YOLOv8 o YOLO-NAS, han introducido mejoras arquitectónicas –redes backbone más potentes y estrategias de data augmentation mejoradas– que resultan en un mejor rendimiento, especialmente en la detección de objetos pequeños típicos en imágenes aéreas y satelitales.<sup>16</sup>

### b) Objetos con orientación (*OBB*)

Dado que los objetos en imágenes satelitales –vehículos, aeronaves– suelen aparecer con cualquier orientación, el estado del arte se ha desplazado hacia modelos que predicen recuadros delimitadores orientados (*Oriented Bounding Boxes*, *OBB*), en lugar de los tradicionales rectángulos horizontales. Esto reduce el ruido de fondo y mejora la precisión en escenas congestionadas.

### c) Detección de “*Dark Vessels*”

En el ámbito marítimo, un área de intensa investigación militar y de seguridad es la detección de buques que apagan su Sistema de Identificación Automática (AIS), conocidos como “*Dark Vessels*”, combinando modelos de aprendizaje profundo –incluyendo Transformers para predicción de ruta– con imágenes satelitales ópticas o de radar (SAR).<sup>17</sup>

<sup>15</sup> TANG *et al.*, 2024, *op. cit.*

<sup>16</sup> LAM *et al.*, 2018, *op. cit.*, REDMON *et al.*, 2016, *op. cit.*

<sup>17</sup> DÍEZ; Benito, MOREU Enrique; GAMAZO, José María; CIRUELO Sanz, Luis; CHAPARRO Parra, Victor; NARANJO, Martínez, Manuel y GÓMEZ-ESPINOSA Martín, Roberto. Implementación de un sistema basado en Deep Learning para la detección de dark vessels en imagen satelital a través de la predicción de ruta. SEDA. 2024. [En línea]. Disponible en: [https://seda.hi-iberia.es/wp-content/uploads/2024/11/DetectorDe\\_DarkVessels\\_v1.4-1.pdf](https://seda.hi-iberia.es/wp-content/uploads/2024/11/DetectorDe_DarkVessels_v1.4-1.pdf)

### 3. Sistemas similares en otras fuerzas armadas

La propuesta de SSPECTRA se enmarca en una tendencia global de incorporar inteligencia artificial para el análisis automatizado de imágenes satelitales con fines militares y de seguridad. A continuación, se sintetizan los sistemas más relevantes desarrollados por otras fuerzas armadas:

**Estados Unidos - Project Maven:** Lanzado en 2017 por el Departamento de Defensa de EE.UU., aplica visión artificial al análisis automatizado de imágenes de drones y satélites para mejorar la denominada “cadena de ataque” (Kill Chain). El presupuesto de inteligencia artificial del Pentágono alcanzó aproximadamente 1.800 millones de dólares en el ejercicio fiscal 2024, lo que refleja el alto nivel de inversión en estas capacidades.<sup>18</sup>

**España - Análisis de Imágenes por IA (AIIA):** Las Fuerzas Armadas españolas desarrollaron el proyecto AIIA, que emplea redes neuronales convolucionales para la identificación de amenazas en tiempo real a partir de imágenes satelitales. El sistema se integra en la arquitectura C4ISR (Comando, Control, Comunicación, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) para la toma de decisiones operacionales.<sup>19</sup>

**Brasil - Amazonia SAR:** El Ejército de Brasil emplea el sistema Amazonia SAR (*Synthetic Aperture Radar*) para el monitoreo de actividades ilegales en la Amazonía, generando mapas de imágenes satelitales que calculan índices de deforestación desde 2004 y permiten detectar actividades transfronterizas en zonas selváticas de difícil acceso.<sup>20</sup>

A diferencia de estos sistemas, desarrollados por potencias de mayor presupuesto y con apoyo de grandes empresas tecnológicas (Maxar, Planet Labs, Palantir), SSPECTRA representa una iniciativa de desarrollo nacional, adaptada a las condiciones geográficas particulares de Chile y orientada a las capacidades institucionales del IGM. Esto le otorga un valor estratégico adicional en términos de soberanía tecnológica y adaptabilidad a las necesidades operacionales del Ejército de Chile.

---

18 El Departamento de Defensa de EE. UU. lanzó en 2017 el Project Maven, programa que aplica visión artificial al análisis automatizado de imágenes satelitales y de drones para acelerar la identificación de objetivos en el campo de batalla. El presupuesto de inteligencia artificial del Pentágono alcanzó aproximadamente 1.800 millones de dólares en el año fiscal 2024. Ver: [En línea]. Disponible en: <https://ts2.tech/es/como-la-ia-esta-remodelando-el-futuro-de-la-guerra-lo-que-necesitas-saber-ahora/>

19 Las fuerzas armadas españolas desarrollaron el proyecto de Análisis de Imágenes por IA (AIIA), que emplea redes neuronales convolucionales para la identificación de amenazas en tiempo real a partir de imágenes satelitales, integrado en sistemas C4ISR (Comando, Control, Comunicación, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento). Ver: [En línea]. Disponible en: <https://tabladacentenariaaviacion.es/innovacion-tecnologica-en-las-fuerzas-armadas-espanolas-desde-satelites-a-inteligencia-artificial/>

20 Brasil emplea el sistema Amazonia SAR (*Synthetic Aperture Radar*) para el monitoreo de actividades ilegales en la Amazonía, generando mapas de imágenes satelitales que calculan el índice de deforestación desde 2004. Ver: ARMENTERAS, D. *et al.* (2016), citado en innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4762/476268162010/html/>

#### 4. Integración de Capacidades (CD y OD)

El enfoque de SSPECTRA de integrar CD y OD en un sistema único refleja una frontera actual en la investigación aplicada. Más allá de las aplicaciones civiles de monitoreo ambiental o urbano,<sup>21</sup> los sistemas avanzados de vigilancia combinan estas capacidades para generar alertas inteligentes. La detección de un cambio de terreno súbito (CD), seguida de la localización y clasificación de objetos (OD) en esa nueva área, ofrece un nivel superior de conciencia situacional, esencial para tareas de reconocimiento estratégico y verificación de cumplimiento de acuerdos.

La tendencia global se orienta hacia la fusión de datos de múltiples sensores (ópticos, SAR, hiperespectrales) y diferentes resoluciones (Sentinel-2, imágenes de alta resolución comercial) para aumentar la robustez del sistema ante condiciones climáticas adversas o camuflaje.<sup>22</sup> Este contexto confirma que la integración propuesta por SSPECTRA está alineada con el estado del arte mundial en aplicación de inteligencia artificial para el análisis automatizado de imágenes satelitales en contextos de seguridad y defensa.

## II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

El desarrollo de SSPECTRA se realizó en torno a dos módulos principales, correspondientes a las tareas de detección de cambios (CD) y detección de objetos (OD). A continuación, se detalla la implementación de cada módulo, los datos empleados para su entrenamiento y validación, así como la forma en que se integraron conceptualmente dentro del sistema global.

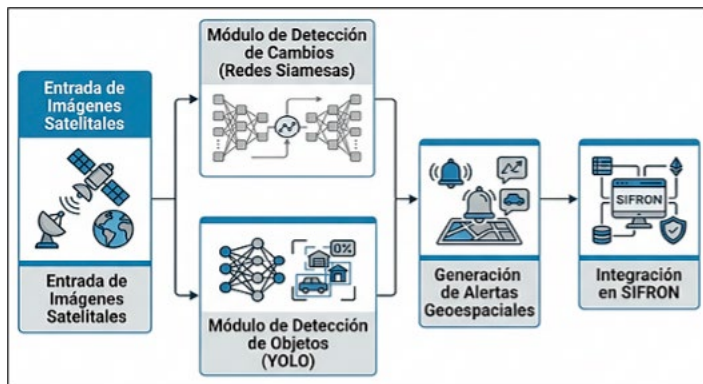


Figura N°1: Arquitectura conceptual del sistema SSPECTRA.

Fuente: Elaboración propia.

21 EO DATA ANALYTICS. Detección de cambios: cuándo usarla y ejemplos prácticos. 27 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/deteccion-de-cambios/>

22 FLYPIX AI. Comprensión de los datos satelitales en tiempo real y su impacto. 18 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://flypix.ai/es/blog/real-time-satellite-data/>

## 1. Módulo de Detección de Cambios (CD)

Para detectar cambios entre imágenes satelitales de distintas fechas se implementó un modelo de red neuronal de arquitectura siamesa. En concreto, se utilizó un diseño inspirado en enfoques recientes basados en Transformer y U-Net siamés:<sup>23</sup> cada imagen bitemporal (antes y después) se procesa por un mismo codificador neuronal (compartiendo pesos) que extrae sus características visuales; luego, se calcula una representación de diferencia entre las características de ambas imágenes, la cual se pasa a un decodificador tipo U-Net para obtener un mapa de cambios segmentado (imagen binaria donde los píxeles cambiados aparecen marcados). Este enfoque aprovecha la capacidad de la red de aprender directamente de ejemplos acerca de cuáles diferencias son relevantes, tratándolo como un problema de segmentación de cambios.<sup>24</sup>

Para el entrenamiento y prueba del módulo se recurrió al conjunto de datos público LEVIR-CD, un benchmark abierto para detección de cambios en construcciones civiles, introducido por Chen y Shi (2020).<sup>25</sup> Contiene 637 pares de imágenes satelitales de muy alta resolución (0,5 m por píxel) centradas en áreas urbanas antes y después de desarrollos inmobiliarios, con máscaras que indican dónde se construyeron o demolieron edificaciones. Cada imagen tiene un tamaño de 1024 × 1024 píxeles.

El modelo se entrenó con técnicas de aprendizaje supervisado, minimizando una función de pérdida de tipo entropía cruzada entre la máscara predicha y la real, utilizando el optimizador AdamW en un ambiente PyTorch. Debido a restricciones de hardware, se optó por un tamaño de imagen de entrada moderado (256×256 píxeles) y un batch size pequeño, acumulando gradientes para compensar.

Las métricas de evaluación se calculan a nivel de píxel, dada la naturaleza de segmentación del problema, y se basan en la Matriz de Confusión:

- Verdadero Positivo (VP): Píxel de cambio detectado correctamente.
- Falso Positivo (FP): Píxel clasificado como cambio, pero que en realidad no cambió.
- Falso Negativo (FN): Píxel de cambio que el modelo no detectó.

Las métricas aplicadas son: (i) Precisión ( $P = VP / (VP + FP)$ ): proporción de alertas correctas; (ii) Recuperación ( $R = VP / (VP + FN)$ ): proporción de cambios reales detectados; (iii) Medida F1 =  $2 \cdot P \cdot R / (P + R)$ : balance entre ambas; e (iv) Índice IoU =  $VP / (VP + FP + FN)$ : solapamiento entre la máscara predicha y la real.

<sup>23</sup> TANG *et al.*, 2024, *op. cit.*

<sup>24</sup> YANG *et al.*, 2021, *op. cit.*

<sup>25</sup> CHEN, Hao, y SHI, Zhenwei. spatial-temporal attention-based method and a new dataset for remote sensing image change detection. *Remote Sensing*, vol. 12, N° 10, 1662, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12101662>

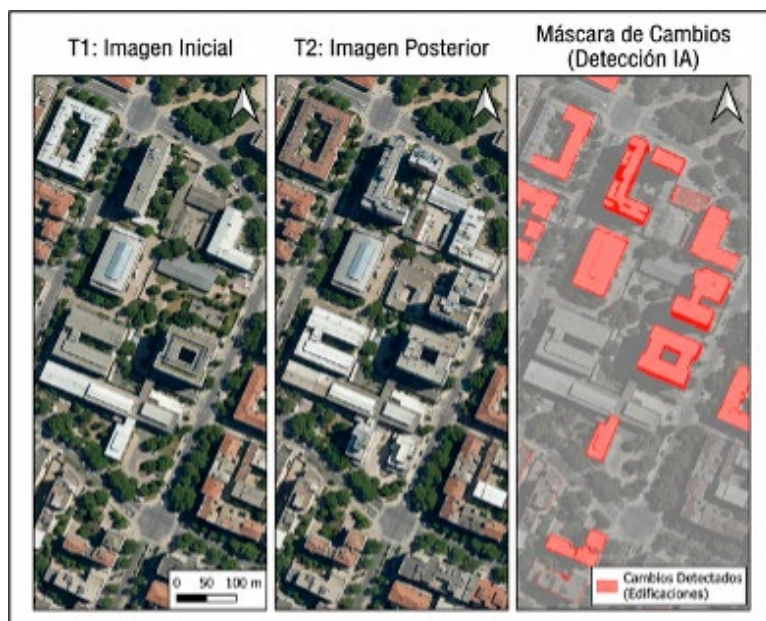


Figura N°2: Modelo de detección de cambios aplicado a imágenes satelitales.

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Módulo de Detección de Objetos (OD)

El segundo componente de SSPECTRA se enfocó en la identificación de objetos de interés militar dentro de imágenes satelitales de alta resolución. Dado el énfasis en vigilancia terrestre, se seleccionó el tráfico vehicular y el equipamiento móvil como los principales objetivos a detectar (vehículos militares ligeros, camiones de transporte, buses, tanques, entre otros). Para esta tarea se utilizó un detector de la familia YOLO, reconocido por su equilibrio entre rapidez y precisión.<sup>26</sup>

En particular, se empleó un modelo YOLO preentrenado de tamaño reducido (YOLO nanométrico) como punto de partida, afinándolo posteriormente (*fine-tuning*) con datos de imágenes satelitales etiquetadas. Para ello se aprovechó el conjunto de datos público xView (2018),<sup>27</sup> uno de los mayores corpus abiertos de imágenes satelitales anotadas. Contiene imágenes capturadas por satélites *WorldView-3* con resolución espacial de ~0,3 m por píxel, cubriendo aproximadamente 1.400 km<sup>2</sup> e incorporando más de 1 millón de instancias de objetos en 60 categorías distintas.

<sup>26</sup> REDMON *et al.*, 2016, *op. cit.*,

<sup>27</sup> LAM *et al.* (xView), 2018, *op. cit.*

Para los fines de SSPECTRA, se filtraron del xView aquellas clases relevantes a vehículos terrestres, agrupándolas en diez categorías (automóvil pequeño, camioneta pick-up, autobús, camión utilitario, camión de carga, camión con contenedor, cabeza de camión tractor, camión con plataforma, camión cisterna, entre otros). El modelo fue entrenado con estas etiquetas adaptadas, utilizando un tamaño de entrada de imagen de 640×640 píxeles y realizando aumentos de datos (rotaciones, inversiones y escalados aleatorios) para robustecer la detección.

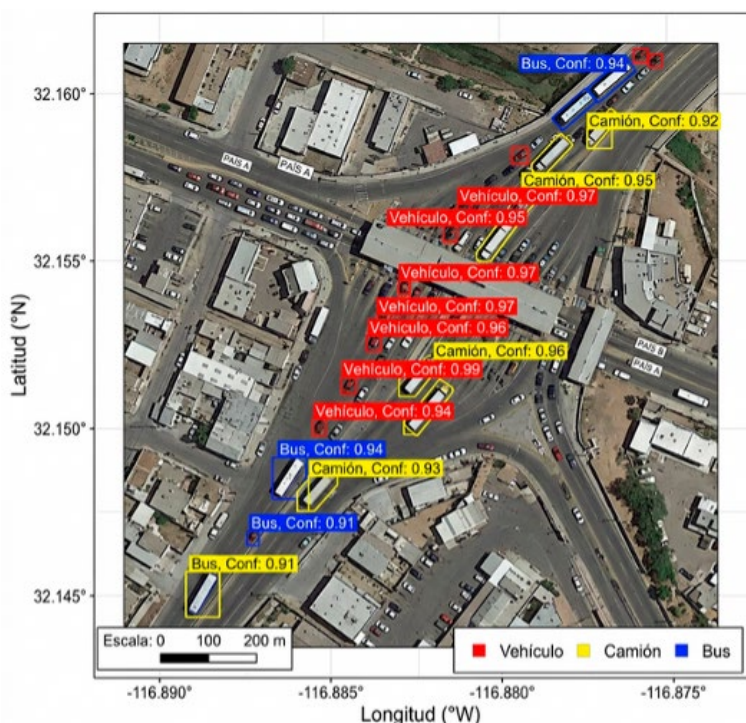


Figura N°3: Modelo de detección de objetos aplicado a imágenes satelitales.

Fuente: Elaboración propia

### 3. Integración y Flujo de Trabajo

Aunque los módulos CD y OD se desarrollaron y evaluaron por separado en esta fase, el concepto de SSPECTRA es que operen de forma complementaria sobre imágenes satelitales entrantes. En un escenario operacional, el flujo previsto es el siguiente: a medida que nuevas imágenes de un área fronteriza son adquiridas, el módulo de detección de cambios las compara con imágenes previas de la misma zona para identificar lugares con modificaciones recientes. Esos puntos calientes detectados son entonces analizados por el módulo de detección de objetos, el cual buscaría vehículos, equipos o instalaciones en esas ubicaciones y sus alrededores. El resultado es una alerta georreferenciada que puede integrarse directamente en los sistemas de mando y control del SIFRON.



Figura N°4: Diagrama de flujo operacional de SSPECTRA.

Fuente: Elaboración propia.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al encontrarse el proyecto en fase experimental y a la espera de recursos para la infraestructura de hardware necesaria, los resultados cuantitativos obtenidos hasta el momento son preliminares. No obstante, se lograron demostrar las funcionalidades básicas de ambos módulos en entornos controlados con datos de referencia, lo que valida la viabilidad técnica de la propuesta.

En el módulo de detección de cambios, la red siamesa entrenada sobre LEVIR-CD identificó correctamente las áreas de construcción o demolición en la mayoría de los pares de imágenes de prueba. Las máscaras de cambios generadas mostraron alta correspondencia con las referencias reales (*ground truth*) en edificios de tamaño medio a grande, presentando omisiones en cambios minúsculos y detecciones falsas en regiones con sombras pronunciadas o diferencias de iluminación entre las imágenes bitemporales.

En cuanto al módulo de detección de objetos, los resultados iniciales mostraron que el modelo YOLO afinado con datos de xView alcanzó una precisión moderada en la identificación de vehículos en escenas satelitales. El detector reconoció correctamente vehículos grandes (camiones y autobuses) con altas probabilidades, y detectó vehículos más pequeños con menor confianza. La métrica mAP@0,5 (precisión promedio a umbral IoU 0,5) obtenida rondó valores en el orden de 0,50-0,60 en las clases principales, razonable considerando que no se agotó el proceso de optimización del modelo debido a las limitaciones de hardware.

### IV. LIMITACIONES

Como todo desarrollo en etapa inicial, SSPECTRA enfrenta varias limitaciones que deben reconocerse y abordarse en futuros trabajos:

**a) Datos de entrenamiento representativos.** Los modelos se entrenaron con conjuntos de datos genéricos (LEVIR-CD, xView) que, si bien son relevantes, no reflejan necesariamente

las condiciones exactas de la zona fronteriza de interés. La falta de datos reales anotados del teatro de operaciones limita la capacidad de ajustar los algoritmos al caso de uso específico.

**b) Infraestructura computacional.** El entrenamiento de modelos profundos demanda recursos significativos de cómputo (GPUs de alta gama, gran memoria RAM), recursos con los que no se cuenta plenamente en esta fase experimental. Fue necesario utilizar modelos de tamaño reducido y entrenarlos con menos épocas de las ideales, lo que repercute en la precisión final. El proyecto se encuentra actualmente en espera de recursos para adquirir la infraestructura necesaria.

**c) Resolución y frecuencia de imágenes.** La efectividad de SSPECTRA depende de imágenes satelitales de alta resolución espacial ( $<1$  m/píxel) y de una frecuencia temporal adecuada. En una primera instancia, el sistema está pensado para utilizar fuentes de acceso libre (*open source*), lo que podría limitar parcialmente la eficacia en comparación con datos comerciales de muy alta resolución. La definición de un proveedor de imágenes –tanto libre como comercial– es una tarea pendiente para el despliegue operacional.

**d) Detecciones falsas y capacitación del usuario.** Como todo sistema automatizado, SSPECTRA puede generar falsos positivos y falsos negativos. Los analistas humanos deben estar entrenados para interpretar las salidas del sistema críticamente, validando las alertas con otras fuentes de información.

**e) Integración en la cadena de mando.** Más allá de la tecnología, queda la tarea de integrar SSPECTRA en los procesos de inteligencia militar existentes. Esto incluye adaptar formatos de reporte, asegurar que el sistema pueda recibir nuevas imágenes y difundir alertas en tiempo real a las unidades correspondientes, así como mantener la seguridad de la información analizada.

## V. CONCLUSIONES

En este artículo se presentó el desarrollo inicial de SSPECTRA, un sistema basado en inteligencia artificial para la vigilancia transfronteriza mediante imágenes satelitales, concebido como un proyecto de desarrollo tecnológico nacional impulsado desde el Instituto Geográfico Militar (IGM) del Ejército de Chile. Se implementaron y evaluaron dos módulos complementarios: uno de detección de cambios bitemporales en el terreno y otro de detección de objetos móviles (vehículos) en imágenes de alta resolución. Trabajando en conjunto, estos componentes permitirían identificar rápidamente tanto alteraciones físicas en la frontera como la presencia de unidades móviles no autorizadas, aportando una capacidad de alerta temprana de gran valor para la seguridad militar y la gestión del Estado.

El valor estratégico de SSPECTRA reside, entre otros aspectos, en su potencial de integrarse con el Sistema Integrado de Frontera (SIFRON), que desde 2023 opera en la macrozona norte con una

inversión de 13 millones de dólares y ha logrado reducir los ingresos irregulares en casi un 50% respecto al período previo a su implementación. SSPECTRA podría complementar este ecosistema con capacidad de análisis satelital automatizado, incorporando una capa de inteligencia geoespacial que actualmente no está disponible en el sistema.

Además de su utilidad para las Fuerzas Armadas, Carabineros y organismos de control fronterizo, el sistema tiene vocación de doble uso (militar y civil), pudiendo apoyar tareas de cartografía actualizada, monitoreo de desastres naturales y control de deforestación, áreas de competencia directa del IGM.

Aunque el sistema se encuentra en fase experimental y los resultados obtenidos sobre datos de referencia son preliminares, confirman la factibilidad de la aproximación. Apoyándose en técnicas de aprendizaje profundo, SSPECTRA pudo aprender patrones complejos de cambio e identificar objetos pequeños en escenas abarrotadas, tareas que tradicionalmente requerían mucha dedicación de analistas humanos.

Quedan importantes pasos por delante: refinar los modelos con datos satelitales reales de la frontera objetivo, escalar la infraestructura computacional para entrenar modelos más precisos, y robustecer la integración de ambos módulos en un flujo de trabajo unificado. Con las inversiones adecuadas en datos, tecnología e infraestructura, SSPECTRA podría convertirse en el corto plazo en un complemento tecnológico de alto valor para la vigilancia continua de fronteras y otras zonas estratégicas del país, representando un aporte concreto de la institución al desarrollo científico y tecnológico nacional en el ámbito de la defensa.

## BIBLIOGRAFÍA

ADEGUN, Adewole A.; DOMBEU, Jean Vincent Fonou; VIRIRI, Serestina y ODINDI, John. State-of-the-Art Deep Learning Methods for Objects Detection in Remote Sensing Satellite Images. *Sensors*, vol. 23, N° 13, 2023, p. 5849. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s23135849>

CHEN, Hao y SHI, Zhenwei. A spatial-temporal attention-based method and a new dataset for remote sensing image change detection. *Remote Sensing*, vol. 12, N° 10, 2020, p. 1662. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12101662>

DÍEZ, Benito Enrique; MOREU Gamazo, José María; CIRUELO Sanz, Luis; CHAPARRO Parra, Víctor; NARANJO Martínez, Manuel y GÓMEZ-ESPINOSA Martín, Roberto. Implementación de un sistema basado en Deep Learning para la detección de dark vessels en imagen satelital a través de la predicción de ruta. SEDA. 2024. Disponible en: [https://seda.hi-iberia.es/wp-content/uploads/2024/11/DetectorDe\\_DarkVessels\\_v1.4-1.pdf](https://seda.hi-iberia.es/wp-content/uploads/2024/11/DetectorDe_DarkVessels_v1.4-1.pdf)

- EO DATA ANALYTICS. Detección de cambios: cuándo usarla y ejemplos prácticos. 27 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/deteccion-de-cambios/>
- FLYPIX AI. Comprensión de los datos satelitales en tiempo real y su impacto. 18 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://flypix.ai/es/blog/real-time-satellite-data/>
- GAETE Moreno, Andrea. Uso del Big Data para el análisis de problemas y la toma de decisiones. *Revista Ensayos Militares*, vol. 5, N° 2, 2019, pp. 115-126. [En línea]. Disponible en: <http://revistaensayosmilitares.cl/index.php/acague/article/view/38>
- LAM, Dariuos; KUZMA, Richard; MCGEE, Kevin; DOOLEY, Samuel; LAIELLI, Michael; KLARIC, Matthew; BULATOV, Yaroslav y MCCORD, Brendan. xView: Objects in context in overhead imagery. *arXiv preprint arXiv:1802.07856*. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1802.07856>
- MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL DE CHILE. Sistema Integrado de Fronteras (SIFRON). 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.defensa.com/chile/chile-refuerza-frontera-norte-tecnologia-sistema-sifron>
- PRIVACY INTERNATIONAL. Satellite and Aerial Surveillance for Migration: A Tech Primer. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://privacyinternational.org/explainer/4595/satellite-and-aerial-surveillance-migration-tech-primer>
- REDMON, Joseph; DIVVALA, Santosh; GIRSHICK, Ross y FARHADI, Ali. You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016, pp. 779-788. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- SHI, Wenzhong; ZHANG, Min; ZHANG, Rui; CHEN, Shankang y ZHAN, Zhao. Change detection based on artificial intelligence: State-of-the-art and challenges. *Remote Sensing*, vol. 12, N° 10, 2020, p. 1688. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs12101688>
- TANG, Yizhuo; CAO, Zhengtao; GUO, Ningbo y JIANG, Mingyong. A Siamese Swin-Unet for image change detection. *Scientific Reports*, vol. 14, 2024, p. 4577. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54096-8>
- YANG, Li; CHEN, Yining; SONG, Shiji; LI, Fan y HUANG, Gao. Deep siamese networks based change detection with remote sensing images. *Remote Sensing*, vol. 13, N° 17, 2021, p. 3394. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs13173394>



# INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA Y MATERIALES PARA LA APLICACIÓN DE MANUFACTURA ADITIVA, SOLUCIONES PARA EL MANTENIMIENTO RECUPERATIVO

TENIENTE CORONEL CAROLINA ALVARADO BURGOS<sup>1</sup>

**Resumen:** *el artículo analiza la fabricación aditiva metálica y su impacto en el ámbito militar, destacando materiales como el acero, titanio y aluminio, junto con tecnologías como SLM (Selective Laser Melting), DMLS (Direct Metal Laser Sintering) y EBM (Electron Beam Melting). Se presentan ejemplos de aplicación en los ejércitos de Estados Unidos, Reino Unido y Alemania, donde se emplea para producir repuestos, herramientas y componentes estructurales en zonas de operación. En el Ejército de Chile se observan avances iniciales en la adopción de estas tecnologías, principalmente en el Regimiento Logístico N°6 “Pisagua”, aunque aún limitados. Finalmente, se recomiendan acciones para fortalecer la capacitación técnica, estandarizar procesos y avanzar gradualmente hacia la impresión metálica certificada.*

**Palabras clave:** *impresión aditiva, metales, logística.*

**Abstract:** *The article analyzes metal additive manufacturing and its impact on the military field, highlighting materials such as steel, titanium, and aluminum, along with technologies like SLM, DMLS, and EBM. It presents examples of implementation in the armed forces of the United States, the United Kingdom, and Germany, where these technologies are used to produce spare parts, tools, and structural components in operational environments. In the Chilean Army, initial progress in adopting these technologies is noted, mainly within Regimiento Logístico N°6 “Pisagua”, though still limited. Finally, the article recommends actions to strengthen technical training, standardize processes, and gradually advance toward certified metal printing.*

**Keywords:** *Additive manufacturing, metals, logistic.*

---

1 Oficial del Arma de Telecomunicaciones, Licenciada en Ciencias Militares, Ingeniero Politécnico Militar, título otorgado por la Academia Politécnica Militar (ACAPOMIL). Magíster en Ingeniería Industrial mención Confiabilidad en Mantenimiento por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y Máster en Armamento y Material por la Escuela Politécnica Superior del Ejército de Tierra de España. Actualmente se desempeña como profesora de la Academia Politécnica Militar. Correo electrónico: carolina.alvarado@ejercito.cl.

## INTRODUCCIÓN

La fabricación aditiva (FA) metálica se consolida a nivel global como una de las tecnologías con mayor potencial para transformar los procesos industriales, especialmente en los ámbitos de mantenimiento, sostenimiento logístico y autonomía operativa. Su capacidad para producir componentes complejos, personalizados y de alta resistencia mediante la deposición controlada de material metálico permite reducir los tiempos de reposición, optimizar el uso de recursos y mejorar la disponibilidad de sistemas críticos.

En los países desarrollados, esta tecnología se ha incorporado progresivamente en el sector defensa como un recurso estratégico para la producción descentralizada y la reparación avanzada de equipos, sustentada en políticas de innovación, inversión en infraestructura y programas de certificación técnica. En el Ejército de Chile, la fabricación aditiva se encuentra en una etapa inicial de desarrollo, con oportunidades de crecimiento a partir de iniciativas emergentes, una progresiva asignación de recursos y el potencial de establecer una estructura doctrinaria que guíe su desarrollo e integración institucional.

El presente artículo realiza una revisión crítica de las características, materiales, tecnologías y experiencias internacionales asociadas a la impresión metálica, evaluando además las capacidades actuales del Ejército de Chile y los desafíos que deben superarse para consolidar su implementación futura. Se plantea la necesidad de avanzar en la formación de personal especializado, la definición de procesos de certificación y control de calidad, y la adquisición de equipamiento de impresión metálica, con el fin de establecer una capacidad robusta y sostenible de fabricación aditiva al servicio del sostenimiento logístico, enfocado en el mantenimiento recuperativo, como solución a la obsolescencia logística o tecnológica.

En definitiva, la adopción planificada de la fabricación aditiva metálica permitiría al Ejército de Chile incrementar su autonomía tecnológica, reducir su dependencia de proveedores externos y fortalecer su capacidad de respuesta operativa, situando a la institución en la senda de las fuerzas armadas tecnológicamente avanzadas.

### Fabricación aditiva metálica: características y principios

La fabricación aditiva metálica se ha posicionado como una de las tecnologías más transformadoras dentro del ámbito industrial, al posibilitar la creación de componentes con geometrías altamente complejas mediante la fusión o sinterizada capa por capa de polvos metálicos.<sup>2</sup> Este enfoque permite un aprovechamiento eficiente del material y una notable reducción de desperdicios

---

2 Proceso de fabricación aditiva en el cual un material metálico en forma de polvo es consolidado progresivamente, capa por capa.

en comparación con los procesos sustractivos convencionales. La selección adecuada del metal o aleación constituye un aspecto determinante, ya que condiciona las propiedades mecánicas (resistencia, ductilidad, tenacidad y dureza); térmicas (conductividad y expansión térmica) y químicas (resistencia a la corrosión y a la oxidación) del componente final, además de incidir en su costo, su procesabilidad y los requerimientos de posprocesado como el tratamiento térmico o el mecanizado de acabado.

Entre los materiales más utilizados destacan las aleaciones de aluminio, valoradas por su baja densidad y buena relación resistencia-peso; las aleaciones de titanio, con excelente comportamiento frente a la corrosión y alta resistencia específica; los aceros inoxidable y aceros para herramientas, empleados por su tenacidad y estabilidad dimensional; las superaleaciones de níquel, que conservan su integridad estructural a temperaturas elevadas; y las aleaciones de cobalto-cromo, apreciadas por su dureza y biocompatibilidad. Cada uno de estos materiales exhibe una microestructura particular, influenciada por los parámetros del proceso como la velocidad de escaneo, la potencia del láser y la orientación de las capas, lo que genera anisotropía<sup>3</sup> en las propiedades y la presencia de porosidad, tensiones residuales y transformaciones de fase que deben ser controladas cuidadosamente.

Para garantizar la homogeneidad, densidad y confiabilidad estructural de las piezas fabricadas, se recurre a tratamientos térmicos de alivio de tensiones y estrategias de optimización del recorrido de impresión. Estas medidas permiten mejorar la cohesión entre capas, refinar el tamaño de grano y estabilizar la microestructura, optimizando así el desempeño funcional del componente.

Las aplicaciones de la fabricación aditiva metálica abarcan sectores de alta exigencia tecnológica como la industria aeroespacial, médica, automotriz, electrónica y de defensa, donde se priorizan la reducción de peso, la resistencia a la fatiga, la durabilidad en entornos agresivos y la capacidad de personalización. En este contexto, un conocimiento profundo de la ciencia de los materiales y su comportamiento durante el proceso aditivo resulta esencial para maximizar el potencial de la tecnología, asegurando la producción de componentes innovadores, confiables y de alto rendimiento.

## **Materiales empleados y propiedades relevantes**

A partir de las investigaciones revisadas,<sup>4</sup> es posible identificar que el acero constituye el material con mayor relevancia en aplicaciones de fabricación aditiva, al ser considerado uno de los más adecuados debido a su elevada tolerancia a la corrosión y a su durabilidad en entornos hostiles. Asimismo, destaca por sus sobresalientes propiedades mecánicas, tales como dureza, ductilidad,

3 Propiedad de un material cuyas características físicas o mecánicas (como resistencia, rigidez o conductividad) varían según la dirección en la que se midan, en contraste con los materiales isotrópicos que presentan un comportamiento uniforme en todas las direcciones.

4 UNIVERSIDAD CATÓLICA LUIS AMIGO. Últimos avances en la fabricación aditiva con materiales metálicos. Lámpsakos, núm. 19, 2018. pp. 47-54. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964506005/html/>

resistencia al desgaste y tenacidad, las cuales superan a las de otros materiales comúnmente empleados. Es uno de los componentes más usados en la fabricación de armamento.

En segundo lugar, se encuentra el aluminio, ampliamente utilizado en diversas industrias gracias a su bajo costo, alta resistencia específica y baja densidad, características que lo convierten en una alternativa idónea en contextos donde se requiere eficiencia estructural combinada con ligereza. Finalmente, en tercer lugar, se posiciona el titanio, reconocido por su excelente desempeño en los ámbitos aeroespacial y médico, debido a sus destacadas propiedades mecánicas.

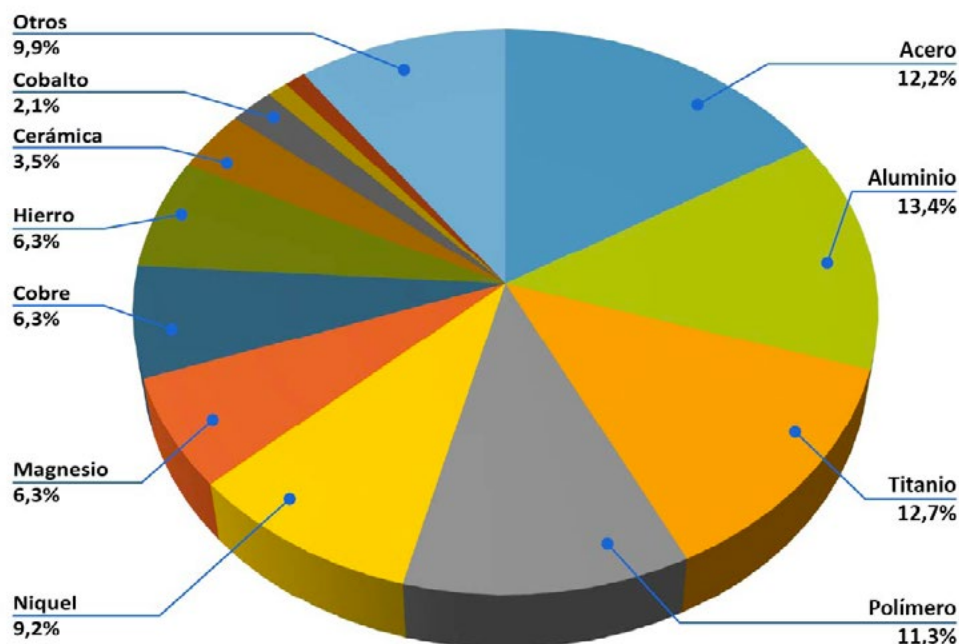


Figura N°1: Materiales más usados en la impresión aditiva.

Fuente: Materiales más usados en la fabricación de tecnologías disponibles y tendencias en impresión metálica

## Tecnologías disponibles y tendencias de impresión metálica

La fabricación aditiva metálica comprende un conjunto de tecnologías que permiten consolidar polvos metálicos capa por capa hasta obtener componentes tridimensionales de alta complejidad geométrica y funcional. Estas tecnologías se diferencian principalmente en el tipo de fuente de energía utilizada para fundir o sinterizar el material y en las condiciones de operación, lo que influye directamente en la microestructura, propiedades finales y posibles aplicaciones de las piezas obtenidas. Entre ellas, destacan la fusión por láser en lecho de polvo (L-PBF), la fusión por haz de electrones (EBM), la deposición directa de energía (DED) y, en menor medida, procesos de sinterización láser adaptados para metales.

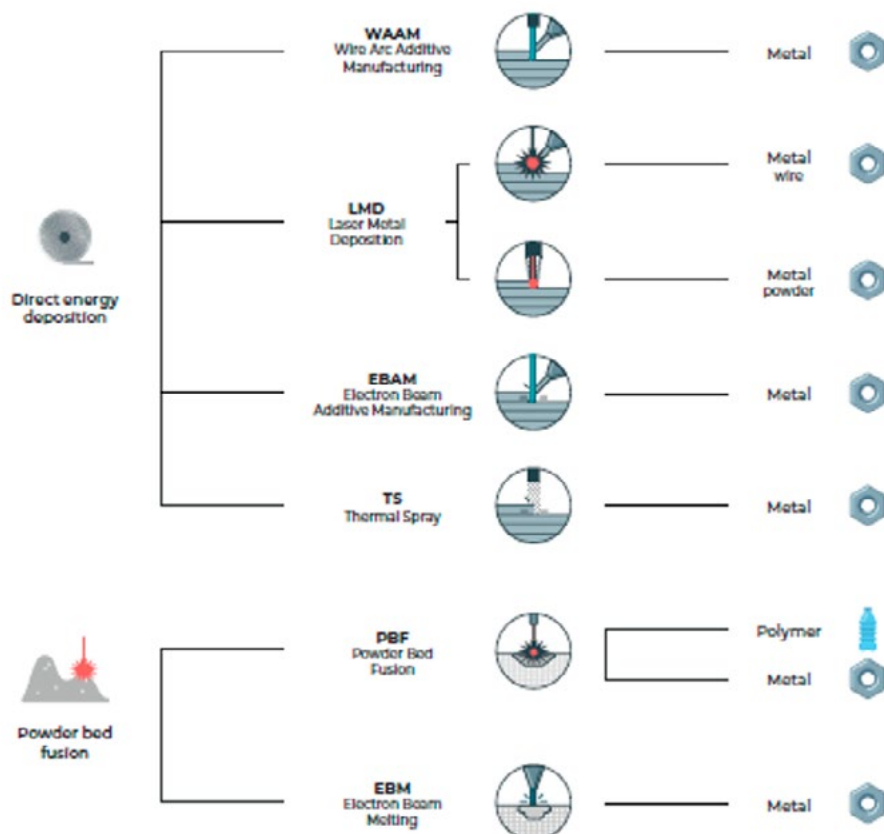


Figura N°2: Tecnologías de fabricación aditiva e impresión 3.

 Fuente: <https://www.addimat.es/>

La L-PBF (Laser Powder Bed Fusion) es actualmente la tecnología más extendida en la impresión metálica debido a su versatilidad y precisión. Emplea un láser de alta potencia que funde selectivamente las partículas de polvo metálico en un lecho bajo atmósfera inerte, capa por capa, hasta consolidar la pieza. Su principal ventaja es la capacidad de producir geometrías intrincadas con excelentes propiedades mecánicas y buena resolución superficial. Sin embargo, presenta limitaciones en el tamaño de la pieza y requiere un control estricto de parámetros para evitar defectos como porosidad o tensiones residuales.

Por otro lado, la EBM (Electron Beam Melting) emplea un haz de electrones como fuente de energía y opera en condiciones de alto vacío.<sup>5</sup> Esta característica reduce el riesgo de oxidación y

5 ZHANG, Yi; WU, Linmin; GUO, Xingye; KANE, Stephen; DENG, Yifan; JUNG, Yeon-Gil; LEE, Je-Hyun and ZHANG, Jing. Additive Manufacturing of Metallic Materials: A Review. Journal of Materials Engineering and Performance, 2017, p. 13. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11665-017-2747-y>

facilita la fusión de materiales con altas temperaturas de fusión, como el titanio y sus aleaciones. Además, al mantener todo el lecho de polvo precalentado, disminuye las tensiones residuales y mejora la integridad estructural de los componentes. No obstante, su resolución es inferior a la de L-PBF, y los requerimientos de vacío limitan los tipos de materiales procesables.

La DED (*Directed Energy Deposition*) representa una alternativa adecuada para la reparación, recubrimiento o fabricación de piezas de gran tamaño. En este proceso, un láser, haz de electrones o incluso un arco eléctrico funde el polvo o alambre metálico a medida que se deposita en la trayectoria definida. A diferencia de PBF, DED no se limita a una cámara cerrada de polvo y permite una mayor flexibilidad en dimensiones, aunque con una precisión y acabado superficial más reducidos.

En conjunto, estas tecnologías ofrecen un abanico de posibilidades que se ajustan a distintos requerimientos. La elección entre L-PBF, EBM o DED depende de factores como el material a emplear, el tamaño y la complejidad de la pieza, las propiedades requeridas y los costos de producción, siendo todos ellos determinantes para garantizar la viabilidad técnica y económica de la fabricación aditiva metálica.

### **Aplicación internacional: experiencias en países desarrollados**

La fabricación aditiva se utiliza ampliamente en diversos sectores, por lo que no es sorprendente que también se aplique cada vez más en el sector defensa a nivel mundial. Todo esto ha culminado en un rápido crecimiento, con un mercado global de fabricación aditiva en la industria aeroespacial y de defensa valorado en aproximadamente 2.760 millones de dólares en 2022 y con una previsión de crecimiento de aproximadamente 17.900 millones de dólares para 2032,<sup>6</sup> lo que ilustra la importancia de estas tecnologías. Considerando que la velocidad, el menor peso y los menores costos son prioridades en el ámbito militar es que la fabricación aditiva sin duda desempeñará un papel importante.<sup>7</sup>

Los sistemas de defensa aéreos, terrestres y navales se caracterizan por poseer estructuras complejas y con requisitos específicos. En este contexto, la fabricación aditiva resulta especialmente atractiva debido a su capacidad de personalización, producción bajo demanda y manufactura *in situ*, cualidades que permiten responder a escenarios donde la flexibilidad y la rapidez son esenciales.

---

6 PRIOR, Markus. "How is Additive Manufacturing Being Adopted in Defense?" 3Dnatives, marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/en/how-is-additive-manufacturing-being-adopted-in-defense-100320254/>

7 CLEMENS, M. "The Use of Additive Manufacturing in the Defense Sector," 3Dnatives, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/en/the-use-additive-manufacturing-defense-sector300620224/>

## Estados Unidos

En las Fuerzas Armadas de Estados Unidos, la fabricación aditiva comenzó a implementarse de manera experimental por el Ejército, la Armada, la Fuerza Aérea y el Cuerpo de Marines desde al menos el 2012. No obstante, su adopción más amplia y sistemática se consolidó a partir de 2016, marcando el inicio de una fase en la que el uso de la impresión 3D se expandió de forma sostenida.

Actualmente, todas las ramas de las fuerzas armadas estadounidenses emplean la impresión en diferentes niveles y con diversos fines. De acuerdo con el Informe Final del Departamento de Defensa de EE. UU;<sup>8</sup> los proyectos de fabricación aditiva desarrollados en este ámbito se pueden agrupar en tres áreas fundamentales: en mantenimiento y sostenimiento, operaciones desplegadas y adquisición de nuevos sistemas; se utiliza también para diseñar y fabricar componentes optimizados, generar ayudas de fabricación y desarrollar prototipos.

Un caso emblemático ocurrió en 2020, cuando el Ejército necesitaba con urgencia dispositivos de visión nocturna y, ante la falta de piezas del proveedor original, logró producir en cuestión de días dos versiones funcionales mediante impresión 3D, reduciendo plazos y costos de forma significativa.<sup>9</sup>

## Reino Unido

Al igual que en el caso del Ejército de Estados Unidos, el Ejército británico ha incorporado la tecnología de impresión aditiva en sus diferentes ramas, respondiendo a necesidades operativas propias de fuerzas militares de carácter expedicionario. Una de las aplicaciones más relevantes se ha dado en la producción de repuestos para vehículos militares en servicio, destacando el trabajo del proveedor de defensa Babcock International Group, que recientemente presentó las primeras piezas metálicas impresas destinadas a las flotas Titan y Trojan, vehículos de combate blindados.<sup>10</sup>

Este hito constituye la primera ocasión en que un contratista de defensa del Reino Unido produce componentes metálicos mediante fabricación aditiva para prolongar la vida útil y mejorar la disponibilidad de vehículos blindados. En particular, las piezas impresas forman parte del sistema de periscopio de estas plataformas, un subsistema crítico que garantiza a los operadores de Titan y Trojan una visión completa de su entorno operativo.

8 DEPARTMENT OF DEFENSE, DoD FY 2023 Agency Financial Report. Washington, DC: Department of Defense, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://comptroller.war.gov/ODCFO/afr/>

9 FICZERE, Péter. "Additive Manufacturing in the Military and Defence Industry", Design of Machines and Structures. 2022, pp. 80–85. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.32972/dms.2022.016>

10 BABCOCK INTERNATIONAL GROUP. "Additive Manufacturing", 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.babcockinternational.com/what-we-do/support/equipment-support/additive-manufacturing/>

La introducción de componentes metálicos representa un avance significativo para la industria de defensa del país, ya que no solo permite dar respuesta a problemas de obsolescencia técnica y comercial, sino que también ofrece la capacidad de producir piezas de manera rápida y eficiente en apoyo directo a las operaciones militares.

## **Alemania**

Las Fuerzas Armadas Alemanas comenzaron a utilizar la impresión aditiva en 2016, iniciando una etapa de investigación para conocer y evaluar su potencial. Más adelante, realizaron pruebas y ensayos piloto como parte de un plan general de desarrollo tecnológico. En 2020, con la creación del Proyecto de Gestión de Productos para Clientes, se pasó a una fase de implementación más amplia, que culminó en 2023 con el uso operativo de la fabricación aditiva. Todo este proceso se llevó a cabo siguiendo un enfoque planificado y basado en múltiples criterios, que permitió alinear la adopción de la tecnología con las prioridades estratégicas de la institución.<sup>11</sup>

En el ámbito operativo, han fabricado piezas de baja complejidad en un taller de reparación remota desplegado. Asimismo, la Fuerza Aérea ha experimentado con producción de series pequeñas, mientras que unidades navales han evaluado el comportamiento de la impresión aditiva frente a condiciones ambientales propias del medio marítimo, tales como vibraciones, estado del mar y exposición al aire salino. Estos avances evidencian una integración progresiva de la FA en distintas ramas de las fuerzas alemanas, con miras a fortalecer su autonomía y resiliencia operativa.

## **Situación actual en el Ejército de Chile**

El Ejército de Chile ha incorporado la impresión aditiva a sus procesos de capacitación y mantenimiento desde hace aproximadamente tres años. Esta tecnología ha impulsado la creación de diversos departamentos especializados en el desarrollo de capacidades basadas en la fabricación aditiva si bien este crecimiento aún está en fases iniciales, es necesario destacar algunas de ellas:

### **Laboratorio de impresión 3D de la Academia Politécnica Militar**

En noviembre de 2024 se inauguró el centro de fabricación aditiva, una instalación diseñada para fortalecer las competencias técnicas y creativas de los oficiales alumnos, futuros ingenieros politécnicos militares. Este centro está equipado con sistemas de impresión 3D por extrusión de filamento (FFF/FDM), destinados a la fabricación de prototipos funcionales, así como con equipos de fotopolimerización por resina (SLA/DLP), orientados a la obtención de piezas de alta precisión

---

11 STANKIEWICZ, Grzegorz y KOWALSKI, Kazimierz. "Additive Manufacturing in Military Using," *Military Logistics Systems*, 2023, pp. 129 - 148. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.37055/slwl/175936>

y geometrías complejas. Su finalidad es desarrollar habilidades fundamentales en el ámbito de la ingeniería militar, tales como la capacidad de innovación, la resolución de problemas técnicos en entornos operativos y el trabajo colaborativo en el diseño y validación de soluciones tecnológicas.

### Proyecto de mantenimiento recuperativo mayor en el Regimiento Logístico N° 5 “Magallanes”

Los esfuerzos del RL N° 5 “Magallanes” se han enfocado en el mantenimiento recuperativo mayor, que corresponde a una actividad programada cuyo objetivo es efectuar la intervención integral o parcial de los sistemas que componen la Escopeta Riot CBC Cal. 12. Esta actividad está orientada a la recuperación de las capacidades funcionales del arma, asegurando su disponibilidad operacional conforme a los parámetros establecidos para su empleo.

En el marco de este proceso se han fabricado componentes que requieren alta rigidez y resistencia estructural, utilizando polímeros técnicos como el ácido poliláctico (PLA) y Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). Adicionalmente, para aquellas piezas que demandan propiedades de flexibilidad, se ha considerado el uso de poliuretano termoplástico (TPU), en función de sus características mecánicas adaptativas. A la fecha se han fabricado algunas piezas de polímeros, tales como:

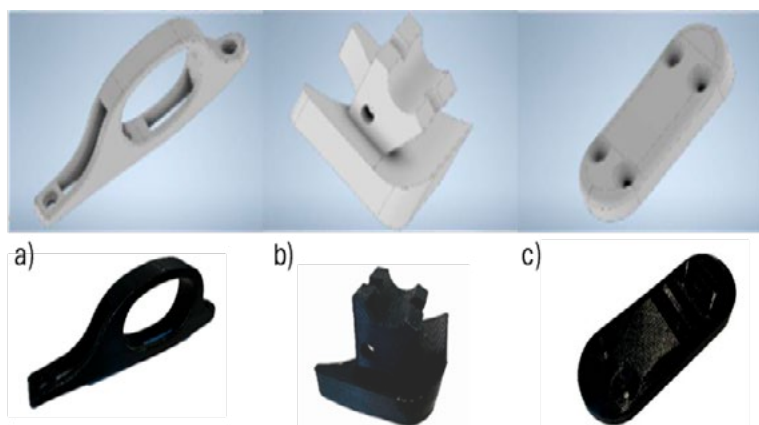


Figura N°3: Piezas fabricadas en el RL N° 5 “Magallanes”: a) guardamonte, b) guardapolvo, c) cantonera.

Fuente: Compañía de Mantenimiento del RL N° 5 “Magallanes”.

### Maestranza del Regimiento Logístico N° 6 “Pisagua”

La Compañía Maestranza cuenta con capacidades básicas en diseño y fabricación aditiva, actualmente en proceso de fortalecimiento y formalización. Se emplean herramientas de modelado 3D mediante el software SolidWorks, encontrándose en trámite la adquisición de su licencia oficial para uso institucional. En materia de digitalización, se dispone de un escáner EINSKAN-SP, que permite obtener representaciones tridimensionales precisas de componentes y prototipos sencillos.

Las competencias técnicas del personal han sido desarrolladas de manera autodidacta, reflejando un alto grado de iniciativa y adaptación frente a la ausencia de entrenamiento formal en el área.



Figura N°4: piezas del fusil Galil.

Fuente: Catálogo de piezas e impresión 3D (RL N° 6 "Pisagua", 2025).

Las actividades de validación de piezas se han limitado, hasta el momento, a evaluaciones visuales, debido a que los requerimientos de ensayos destructivos exceden las capacidades actuales del taller.

En cuanto a infraestructura, el taller opera con cinco impresoras 3D, destacando una Bambu Lab X1 Carbon con sistema AMS, junto a tres Creality K1 Max y una Creality Sermoon D3, además de un computador de alto rendimiento con 1 TB de almacenamiento destinado al procesamiento de modelos y control de impresión. Como resultado de la experiencia acumulada, se ha elaborado un catálogo de modelos impresos disponible para el uso del personal del Ejército, complementado con un catálogo técnico de manufactura sustractiva del torno CNC (Control Numérico por Computadora), ambos orientados a estandarizar y difundir las capacidades productivas del taller.

### **Fábricas y Maestranzas del Ejército (FAMAE)**

La Jefatura de Ingeniería de FAMAE ha comenzado a desarrollar capacidades en fabricación aditiva mediante la incorporación de equipos y software especializados, lo que representa un paso importante hacia la modernización de sus procesos de diseño y producción. Actualmente, cuenta con una impresora FL SUN, que permite la elaboración de prototipos funcionales y modelos de prueba, junto con el uso del software Ultimaker Cura, herramienta que facilita la preparación, optimización y control de las piezas a fabricar. A través de estos recursos, FAMAE ha logrado generar prototipos de carcasas y componentes que sirven como base para validar diseños antes de su fabricación definitiva.

La Planta de Armamento y Munición dispone de capacidades maduras y bien desarrolladas en manufactura sustractiva, con procesos, equipos y personal capacitado para cubrir las necesidades productivas actuales. No obstante, hasta la fecha no se han efectuado exploraciones sistemáticas ni inversiones en tecnologías de fabricación aditiva.

## **DISCUSIÓN**

### **Comparación de propiedades metálicas**

Entre los materiales más estudiados en este contexto se encuentra el acero inoxidable 316L, ampliamente utilizado en sectores como el aeroespacial, médico, nuclear y químico, debido a su excelente resistencia a la corrosión, buena soldabilidad y adecuadas propiedades mecánicas. Sin embargo, las diferencias microestructurales y mecánicas entre las piezas fabricadas mediante procesos aditivos y aquellas producidas por métodos convencionales (como la forja y la fundición) siguen estando en constante investigación.

En el artículo “Análisis comparativo de propiedades mecánicas: fabricación convencional versus fabricación aditiva para acero inoxidable 316L”<sup>12</sup> se analizan las propiedades de resistencia

---

12 SUMANARIU, Constantin Alex y CATALIN, Gheorghe. “Comparative Analysis of Mechanical Properties: Conventional vs additive manufacturing for stainless steel 316L,” Materials 17 (2024): p. 21. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma17194808>

a la tracción y la microestructura de probetas de acero fabricadas mediante fabricación aditiva y fabricación convencional.

En la siguiente tabla resumen se relevan algunas de las principales características de las propiedades mecánicas evaluadas:

| Propiedades                                  | Fabricación aditiva                                                            | Fabricación convencional / fundición                           | Observación                                                                                                        |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resistencia a la tracción                    | 650–760 MPa                                                                    | 580–657 MPa                                                    | La AM presenta resistencia ligeramente superior debido al refinamiento del grano y alta densidad de dislocaciones. |
| Límite elástico                              | 550 MPa                                                                        | 330 MPa                                                        | La resistencia al inicio de la deformación plástica es notablemente mayor en AM.                                   |
| Ductilidad (elongación a la rotura)          | 20–40%                                                                         | 35–45%                                                         | La ductilidad es menor en AM por la presencia de porosidad, anisotropía y tensiones residuales.                    |
| Tenacidad (comportamiento frente a fractura) | 30 J/cm <sup>2</sup> (no uniforme; fractura con cavidades finas)               | No especificada, pero mayor uniformidad y absorción de energía | AM muestra fractura dúctil con cavidades pequeñas, pero menor capacidad de deformación antes de falla.             |
| Microestructura                              | Grano fino (1–5 µm), crecimiento columnar alineado a la dirección de impresión | Grano más grueso (10–20 µm), distribución homogénea            | El refinamiento del grano en AM aumenta la resistencia, pero reduce la deformabilidad.                             |
| Anisotropía homogeneidad                     | Anisotrópica (direccional, dependiente de la orientación de impresión)         | Isotrópica (propiedades uniformes)                             | La anisotropía en AM puede afectar el desempeño bajo carga multiaxial.                                             |
| Defectos microestructurales                  | Porosidad, vacíos, tensiones residuales                                        | Baja porosidad, microestructura estable                        | Los defectos AM reducen la ductilidad y la tenacidad efectiva.                                                     |

Tabla N°1: Comparación de propiedades mecánicas de acero 316L.  
Fuente: Constantin Alex Sumanariu. 2024.

De lo anterior podemos deducir, en términos generales, que la manufactura aditiva, particularmente mediante la técnica SLM (*Selective Laser Melting*), método específico perteneciente a L-PBF (*Laser Powder Bed Fusion*), explicado anteriormente, presenta una mayor resistencia a la tracción y límite elástico debido a su microestructura más fina, producto de las altas velocidades de enfriamiento y solidificación. Sin embargo, esta misma característica provoca menor ductilidad, atribuida a la presencia de porosidad, anisotropía y tensiones residuales.

En contraste, los métodos convencionales generan materiales con granos más grandes y distribuidos uniformemente, lo que permite mayor deformación plástica y mejor capacidad de absorción de energía antes de la fractura, aunque con resistencia inferior.

En síntesis, la fabricación aditiva ofrece ventajas notables en términos de resistencia y diseño geométrico complejo, siendo idónea para aplicaciones estructurales o de alta carga donde la duc-

tilidad no es prioritaria. Por su parte, la fabricación convencional continúa siendo más adecuada cuando se requiere un equilibrio entre resistencia, flexibilidad y confiabilidad mecánica.

## Desafíos y requisitos para la integración futura

En el Ejército de Chile, la fabricación aditiva se encuentra aún en una fase inicial y con iniciativas aisladas, lo que limita su impacto en la sostenibilidad logística. Esta situación obedece a la falta de infraestructura, personal especializado y lineamientos estratégicos que integren la tecnología en los procesos de mantenimiento.

Para avanzar hacia una implementación efectiva se requiere de una planificación institucional que incluya la creación de laboratorios especializados, la capacitación técnica del personal y la adquisición de equipos certificados. Además, deben establecerse protocolos de validación, control de calidad y certificación de materiales que aseguren la confiabilidad de las piezas producidas.

La consolidación de estos elementos permitirá pasar de una etapa experimental a un modelo normado y sostenible de producción descentralizada, fortaleciendo la autonomía y la disponibilidad operativa del Ejército.

Algunos de los desafíos a considerar:

- a. **La capacitación del personal:** el uso y operación de la impresión aditiva es un factor clave para consolidar su implementación efectiva. El manejo adecuado de las tecnologías de impresión requiere no solo destrezas prácticas en la operación de equipos, sino también conocimientos especializados en software de diseño asistido por computador (CAD), simulación y optimización de procesos. Asimismo, es necesario comprender los aspectos técnicos asociados a las licencias y plataformas digitales que respaldan la gestión del diseño y la producción.

Una formación integral en estos ámbitos garantiza la correcta utilización de los recursos, reduce errores operativos y promueve la autonomía tecnológica, fortaleciendo así la capacidad institucional para aprovechar al máximo el potencial de la fabricación aditiva.

Junto con lo anterior, el conocimiento técnico en materiales y dinámica de sólidos resulta esencial para comprender el comportamiento de los metales y polímeros utilizados, optimizar los parámetros de impresión y garantizar la calidad estructural de los componentes producidos. En conjunto, estas competencias fortalecen la autonomía tecnológica y aseguran un uso más seguro, preciso y estratégico de la fabricación aditiva dentro del ámbito militar.

- b. **Permanencia del personal:** la experiencia práctica, que se adquiere progresivamente con el tiempo, permite al personal identificar las configuraciones de impresión, materiales y condiciones operativas que ofrecen un mejor desempeño según cada apli-

cación específica. Este proceso de aprendizaje continuo no solo mejora la eficiencia técnica, sino que también fortalece la capacidad de adaptación ante nuevos desafíos.

A medida que se avanza en conocimientos, competencias y dominio del sistema, la fabricación aditiva irá alcanzando una mayor madurez dentro de la organización, consolidándose como una herramienta estratégica capaz de ofrecer soluciones cada vez más eficaces, sostenibles y alineadas con las necesidades operativas.

- c. **Clasificación de piezas:** para dar inicio al proceso de fabricación aditiva, es fundamental establecer una base de datos robusta que registre de manera sistemática la información asociada a la producción de piezas, incluyendo los parámetros de impresión, los materiales utilizados, los tiempos de fabricación y los resultados obtenidos. Esta base de datos servirá como referencia clave para garantizar el control de calidad, asegurar la trazabilidad y facilitar la mejora continua del proceso.

Junto con lo anterior, para determinar qué piezas son viables de reproducir, se debiese realizar una clasificación inicial dividiéndolas en dos tipos, según sus características y requisitos de fabricación, por ejemplo:

- Piezas Tipo 1: comprende componentes sometidos a esfuerzos mínimos y constantes, con bajas exigencias en control dimensional y calidad, como embellecedores, difusores de aire o placas de protección, cuya falla no afecta la operatividad del sistema.
  - Piezas Tipo 2: incluye piezas que deben cumplir ciertos requisitos mecánicos para funcionar correctamente sin romperse. Estas están sometidas a esfuerzos moderados y, aunque su fallo no inutiliza por completo el sistema, sí puede limitar su rendimiento. Para este tipo, es fundamental establecer límites de carga, temperatura u otras solicitaciones, así como criterios de validación y pruebas de certificación previas a su fabricación.
- d. **Certificación de piezas:** tiene como objetivo asegurar que la pieza fabricada cumple con los estándares establecidos en el diseño, los parámetros del proceso de fabricación y las condiciones operativas a las que será sometida. Esta certificación es un requisito indispensable antes de autorizar su instalación o uso. Entre las principales actividades del proceso se incluyen:
- La revisión documental, con su respectiva ficha de fabricación.
  - Especificaciones técnicas y trazabilidad de materiales.
  - La inspección dimensional, comparando medidas y tolerancias con los planos o archivos CAD
  - Los ensayos funcionales y mecánicos que evalúan resistencia, ajuste y comportamiento bajo condiciones reales o simuladas.
  - La evaluación del acabado superficial y calidad de impresión, mediante controles visuales y detección de defectos como porosidad o deformaciones.

- La emisión del informe de certificación, que registre los resultados obtenidos y determine si la pieza es conforme o no conforme para su uso.
- e. **Incorporación de un organismo certificador:** dentro de los puntos enumerados, existen pruebas o funciones que, debido a las limitaciones técnicas de los talleres de mantenimiento, no pueden ser ejecutadas de manera autónoma en cada instalación. Por lo tanto, dichas actividades de certificación o realización de ensayos destructivos o no destructivos, deberán centralizarse en el Instituto de Investigaciones y Control (IDIC), el cual cuenta con las capacidades y recursos necesarios para su desarrollo.
- f. **Catalogación de piezas:** las piezas fabricadas debiesen contar con un sistema oficial de catalogación; actualmente se utiliza el número de parte como identificador principal. Para repuestos de origen internacionales se emplea el Número de Orden de Catálogo (NOC).

En caso de que sea necesario incorporar piezas al Sistema de Gestión Logística del Ejército (SIGLE), se deberá asignar un nuevo número, lo que aplica en situaciones como la incorporación de piezas nuevas, modificaciones de diseño que requieran una catalogación alternativa a la original, u otros casos específicos.

- g. **Incorporación de la fabricación metálica:** la impresión aditiva en metales representa una de las soluciones más prometedoras para el futuro del sostenimiento militar. Su incorporación permitiría fabricar componentes estructurales y de alto desempeño directamente en unidades de mantenimiento, reduciendo drásticamente los tiempos de reposición y la dependencia de proveedores externos.

Esta tecnología ofrece la posibilidad de producir piezas con geometrías complejas, alta resistencia mecánica y excelente comportamiento en condiciones extremas, lo que la convierte en una alternativa viable para la reparación, modernización y extensión de vida útil de equipos y sistemas.

Implementar capacidades de impresión metálica, junto con los procesos críticos previamente mencionados, consolidaría una capacidad industrial de defensa moderna, flexible y autónoma, capaz de responder con rapidez y eficiencia a las necesidades operacionales del Ejército de Chile, fortaleciendo al mismo tiempo su soberanía tecnológica y su resiliencia logística.

- h. **Normativas específicas:** representa uno de los principales desafíos para su consolidación en el ámbito de defensa y principalmente en el Ejército. Actualmente, no existen marcos regulatorios claros ni estándares técnicos nacionales que definan los requisitos de calidad, trazabilidad y certificación de las piezas producidas mediante tecnologías aditivas. Esta ausencia de regulación genera incertidumbre en la validación y aceptación de componentes impresos, especialmente cuando se trata de aplicaciones críticas en sistemas militares o de seguridad.

La creación de un marco normativo adaptado a la realidad nacional, alineado con estándares internacionales como los de ASTM (*American Society for Testing and Materials*) o ISO (Sistema de Normalización Internacional), resulta fundamental para garantizar la confiabilidad, interoperabilidad y seguridad de las piezas fabricadas, y así permitir el desarrollo sostenido de esta capacidad tecnológica dentro del sistema de defensa.

- i. **Incorporación de un plan piloto:** con el propósito de fortalecer la capacidad institucional del Ejército de Chile en materia de fabricación aditiva y superar la actual dispersión de esfuerzos y desigualdad tecnológica entre unidades, se recomienda la implementación de un “Plan Piloto de Fabricación Aditiva” con una proyección de dos años, orientado a consolidar una red operativa, estandarizada y autosostenible de producción descentralizada de componentes.

Este plan permitirá al Ejército de Chile transitar desde iniciativas aisladas hacia una capacidad institucional integrada, alineada con las tendencias de modernización logística y mantenimiento predictivo observadas en fuerzas armadas de países desarrollados. Con ello, el proceso fortalecerá la eficiencia operativa, la resiliencia logística y la independencia tecnológica de la institución en el mediano plazo.

Un elemento clave del plan piloto debe ser la incorporación deliberada de ciclos de ensayo y error controlados como metodología de trabajo. La fabricación aditiva prospera en entornos donde es posible iterar rápidamente: diseños, prototipos, ajustes de geometría, optimización de pesos y validación funcional.

## CONCLUSIONES

La impresión metálica representa la evolución natural de las tecnologías 3D dentro del ámbito militar, al permitir la producción de componentes estructurales y funcionales en materiales de alta resistencia, como aceros, aleaciones de titanio o aluminio. A diferencia de la impresión polimérica, esta tecnología ofrece propiedades mecánicas comparables o incluso superiores a las obtenidas por métodos convencionales, lo que la convierte en una alternativa viable para la reparación, sustitución y producción de repuestos críticos en entornos logísticos exigentes.

Su aplicación en el ámbito de defensa abre la posibilidad de fabricar piezas bajo demanda en zonas de despliegues, reduciendo tiempos de inactividad y dependencia de cadenas de suministro externas. Sin embargo, su implementación requiere equipamiento especializado, condiciones controladas de producción y personal altamente calificado, así como el desarrollo de normas de certificación y control de calidad específicas.

En la actualidad, las iniciativas relacionadas con la fabricación aditiva en el Ejército de Chile se desarrollan de forma aislada y con diferentes niveles de madurez tecnológica, lo que ha generado una

desigualdad de capacidades técnicas entre las unidades y talleres. Mientras algunos centros han incorporado impresoras 3D y software de modelado para la elaboración de prototipos y piezas funcionales, otros carecen del equipamiento, infraestructura y personal especializado necesarios para aplicar la tecnología de manera autónoma. Esta disparidad limita la posibilidad de establecer una red de producción descentralizada y estandarizada, reduciendo el impacto potencial de la fabricación aditiva en la logística militar.

Además, la falta de programas de formación técnica y de transferencia de conocimiento entre unidades dificulta la consolidación de una capacidad institucional sólida. Superar esta brecha requerirá una estrategia coordinada a nivel institucional, que promueva la capacitación, la inversión en equipamiento y la creación de procedimientos comunes para el uso eficiente y seguro de la fabricación dentro del Ejército.

En este sentido, resulta esencial proyectar a futuro una estrategia de perfeccionamiento integral, que combine la capacitación del personal, la adquisición de equipos de última generación y la integración de tecnologías de impresión metálica.

En el contexto institucional, la incorporación progresiva de la fabricación aditiva metálica representaría un salto cualitativo hacia una capacidad industrial avanzada, fortaleciendo la autonomía tecnológica y la resiliencia operativa de las Fuerzas Armadas frente a escenarios cambiantes y de alta exigencia. No obstante, su implementación debe sustentarse en un estudio de conveniencia técnico-económica, que permita identificar con precisión las áreas donde la fabricación aditiva aporte mayor valor estratégico y logístico.

Para ello, resulta fundamental disponer de información robusta y actualizada sobre repuestos críticos, tasas de falla, tiempos de reposición, costos de adquisición y obsolescencia de componentes, de modo que la decisión de incorporar esta tecnología se base en datos verificables y cuantificables. La valoración objetiva de estos indicadores permitirá definir qué sistemas de armas, plataformas o líneas logísticas se beneficiarían más de la producción descentralizada y bajo demanda, optimizando recursos y asegurando la pertinencia técnica de la inversión. En este sentido, el estudio de conveniencia se configura como un instrumento clave de planificación, orientado a garantizar que la adopción de la fabricación aditiva contribuya efectivamente al sostenimiento y la modernización de las capacidades operativas del Ejército.

## BIBLIOGRAFÍA

BABCOCK INTERNATIONAL GROUP. "Additive Manufacturing", 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.babcockinternational.com/what-we-do/support/equipment-support/additive-manufacturing/>

CLEMENS, M. Nativos 3D. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/en/the-use-additive-manufacturing-defense-sector300620224/#!>

DEPARTMENT OF DEFENSE, DoD FY 2023 Agency Financial Report. Washington, DC: Department of Defense, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://comptroller.war.gov/ODCF0/afr/>

EJÉRCITO DE CHILE. Regimiento Logístico N° 6 Pisagua". Catálogo de piezas e impresión 3D. 2025.

EJÉRCITO DE CHILE. Regimiento Logístico N° 5 "Magallanes. 2024. . Capacidades de impresión 3D de la Compañía de Mantenimiento.

FICZERE, Péter. "Additive Manufacturing in the Military and Defence Industry", Design of Machines and Structures. 2022, pp. 80–85. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.32972/dms.2022.016>

LÓPEZ Vicente, P. Additive manufacturing in defence. European defence. 2017. doi:ISSN 1977-5059

PRIOR Markus. "How Is Additive Manufacturing Being Adopted in Defense?" 3Dnatives, marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/en/how-is-additive-manufacturing-being-adopted-in-defense-100320254/>

STANKIEWICZ, Grzegorz y KOWALSKI, Kazimierz. "Additive Manufacturing in Military Using," Military Logistics Systems, 2023, pp. 129-148. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.37055/slw/175936>

SUMANARIU, Constantin Alex y CATALIN, Gheorghe. "Comparative Analysis of Mechanical Properties: Conventional vs additive manufacturing for stainless steel 316L ," Materials 17 (2024): p. 21. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma17194808>

UNIVERSIDAD CATÓLICA LUIS AMIGO. Últimos avances en la fabricación aditiva con materiales metálicos. Lámpsakos, núm. 19, 2018. pp. 47-54. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964506005/html/>

ZHANG, Yi; WU, Linmin; GUO, Xingye; KANE, Stephen; DENG, Yifan; JUNG, Yeon-Gil; LEE, Je-Hyun and ZHANG, Jing. Additive Manufacturing of Metallic Materials: A Review. Journal of Materials Engineering and Performance, 2017, p. 13. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11665-017-2747-y>

## EJÉRCITO Y SOCIEDAD



# MEMORIAL

DEL

## Ejército de Chile



# NUEVAS ARMAS BIOLÓGICAS, ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y VULNERABILIDADES

TENIENTE CORONEL ALEXANDER BETZHOLD FORMIGLI<sup>1</sup>

**Resumen:** *en la doctrina de defensa biológica, dentro del ámbito CBRN (chemical, biological, radiological and nuclear), ha aumentado la preocupación por el desarrollo de nuevos tipos de armas biológicas, a partir del uso de tecnologías emergentes de ingeniería genética, que vulneran los actuales sistemas de alerta, detección de amenazas, identificación de agentes y protocolos de la Convención de Armas Biológicas y Toxinas (BWC, Biological and Toxins Weapon Convention). En consecuencia, este artículo analiza las características de las tecnologías emergentes y su impacto en la defensa biológica militar, como elemento base para el desarrollo futuro de la Fuerza Terrestre, a partir de la brecha y vulnerabilidad descrita.*

**Palabras clave:** *biológico, defensa, CBRN, genética, biotecnología.*

**Abstract:** *Within the CBRN (chemical, biological, radiological, and nuclear) biological defense doctrine, there has been growing concern about the development of new types of biological weapons, based on the use of emerging genetic engineering technologies, which violate current warning systems, threat detection, agent identification, and protocols of the Biological and Toxins Weapon Convention (BWC). Consequently, this article analyzes the characteristics of emerging technologies and their impact on military biological defense, as a basic element for the future development of the Land Force, based on the gap and vulnerability described.*

**Keywords:** *Biological, defence, CBRN, genetics, biotechnology.*

## INTRODUCCIÓN

Los avances en biotecnología y sus productos han generado una vulnerabilidad para las estrategias de prevención, detección y defensa contra nuevas armas biológicas diseñadas a partir de herramientas de uso científico y comercial.

---

1 Oficial del Servicio de Veterinaria del Ejército. Médico Veterinario (Universidad de Chile), Magister en Gestión y Planificación Ambiental (Universidad de Chile), Especialista CBRN (Deutsches Heer-ABC/SeS, US Marine Corps-CBIRF). Durante el año 2025 y parte del 2026 se desempeñó como jefe de la Sección Sanidad para la Docencia, de la Escuela de los Servicios del Ejército. Actualmente se encuentra en condición de retiro voluntario.

La inteligencia artificial ha permitido diseñar estructuras proteicas y secuencias de ácidos nucleicos, a partir del análisis de bases de datos genéticas, creando nuevos diseños que pueden ser fabricados en laboratorios.

Mediante técnicas de secuenciación y reconstrucción de material genético, se pueden diseñar patrones y reemplazar parte de los códigos genéticos, formando secuencias completas de agentes patógenos anteriormente erradicados, prohibidos y otros nuevos, inventados o de “diseño”.

Frente a estas nuevas armas biológicas sintéticas, los mecanismos de prevención y control de la Convención de Armas Biológicas y Toxinas (*BWC, Biological and Toxins Weapon Convention*), del año 1972, han quedado obsoletos y surge la necesidad de actualizar los protocolos de defensa biológica.

Lo anteriormente expuesto ha obligado a los Ejércitos de países miembros de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte), a modernizar su doctrina CBRN (*Chemical, Biological, Radiological and Nuclear*), o de defensa química, biológica, radiológica y nuclear, específicamente en lo relacionado con la aparición de amenazas biológicas desconocidas, de origen natural o artificial, tal como fuera el caso de la pandemia de virus COVID-19 y la sospecha de resurgimiento de programas de armas biológicas.<sup>2</sup>

El presente artículo aborda las características de estas tecnologías emergentes, de las nuevas armas biológicas y describe alternativas de mecanismos de control.

## DESARROLLO

### Ingeniería genética y manipulación de agentes biológicos

Mediante ingeniería genética se pueden fabricar nuevas armas biológicas, mucho más efectivas que sus versiones originales en la naturaleza, creando bacterias resistentes a los antibióticos, ocultando antígenos de virus para el sistema inmune y logrando que las vacunas sean ineficaces contra nuevas cepas modificadas.<sup>3</sup>

Si bien el desarrollo “tradicional” de armas biológicas requiere de un programa de investigación secreto, con recursos y problemas complejos, tales como la obtención de cepas virulentas, la producción masiva de los agentes sin pérdida de patogenicidad y el desarrollo de un sistema

---

2 BETZHOLD, Alexander, “Innovación tecnológica en defensa biológica, análisis de doctrina y técnicas actuales”, Memorial del Ejército N° 516, julio 2025, Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM), Santiago, Chile, pp. 31-47. <https://ejercito.cl/descargas/desktop/NDg2Mg==>

3 VAN AKEN, Jan; HAMMOND, Edward. Genetic engineering and biological weapons. New technologies, desires and threats from biological research. EMBO Rep. 2003 Jun;4 Spec No (Suppl 1): S57-60.

de lanzamiento eficaz, los avances en biotecnología para la modificación de patógenos y la creación de otros nuevos permiten traspasar dichas barreras y producir armas biológicas en forma “innovadora”.<sup>4</sup>

Mediante “virología sintética”, cualquier virus cuyo ADN/ARN (ácido desoxirribonucleico/ribonucleico) esté disponible en bases de datos con códigos genéticos, puede potencialmente ser sometido a ingeniería inversa, poniendo de nuevo en circulación virus que ya han sido erradicados.<sup>5</sup>

La biología sintética, la nanotecnología y la manipulación de ADN permiten fabricar “patógenos de diseño”, reconstruyendo y modificando virus y bacterias para causar más daño, ser “invisibles” al sistema inmune y resistentes a vacunas (bacterias) y medicamentos de tratamiento viral (antivirales) o bacteriano (antibióticos).

Dentro del concepto de “guerra biológica”, existe también una subcategoría denominada “guerra entomológica”, que tiene dos campos de aplicación: uno donde los insectos pueden usarse directamente como armas para propagar patógenos y otro donde animales no insectoides (ratas, por ejemplo), son los utilizados para propagar los patógenos. Este tipo de guerra se estudió y aplicó sistemáticamente durante la Segunda Guerra Mundial, en especial por Japón, principalmente mediante la “Unit 731”, que infectó a las poblaciones chinas con pulgas portadoras de peste (bacteria *Yersinia pestis*); moscas que propagaban el cólera (bacteria *Vibrio cholerae*) y ratas que se criaron en grandes cantidades para usarlas como vectores. Después de la guerra, la Unión Soviética, entre otros, investigaron el empleo de garrapatas como vectores, al igual que en Estados Unidos se experimentó con éxito el uso de mosquitos y pulgas como vectores lanzados desde aviones.<sup>6</sup>

En la actualidad, los avances científicos han ampliado el alcance de la guerra entomológica, producto de las técnicas de modificación genética para mejorar las capacidades de los insectos como vectores de enfermedades o portadores de toxinas.

La edición genética con la herramienta CRISPR-Cas9,<sup>7</sup> ha generado preocupación sobre el posible uso indebido para modificar insectos con fines ofensivos; además, la llegada de vehículos aéreos no tripulados (*Unmanned Aerial Vehicle - UAV*), equipados con drones del tamaño de insectos, podrían facilitar el lanzamiento selectivo de armas basadas en insectos, lo que plantea nuevos desafíos para la defensa y la seguridad, con ventajas estratégicas como el lan-

4 JULING, Dominik; Future Bioterror and Biowarfare Threats for NATO's Armed Forces until 2030. *Journal of Advanced Military Studies*, vol. 14, N° 1, Spring 2023, pp. 118-133

5 *Ibidem*.

6 *Ibidem*.

7 CRISPR-Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, associated protein 9), en español se traduce como repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas asociadas a la proteína 9. La proteína es una enzima o nucleasa que corta ADN.

zamiento selectivo e impactos significativos en las fuerzas enemigas, pero con problemas éticos y ambientales, como la liberación deliberada de insectos portadores de enfermedades que den lugar a epidemias incontrolables y a un sufrimiento generalizado entre las poblaciones civiles, sin distinción entre combatientes y no combatientes, desafiando principios fundamentales del derecho humanitario y moralidad.<sup>8</sup>

## Proceso de diseño y fabricación de nuevas armas biológicas

Un informe de la RAND Corporation del año 2025,<sup>9</sup> concluye que la “madurez” (consolidación) y difusión de un tipo de tecnología puede reducir las barreras para el desarrollo de armas biológicas, por parte de adversarios o terroristas, dependiendo del grado de avance científico, la demanda, las barreras regulatorias, el financiamiento y la accesibilidad pública.<sup>10</sup>

En dicho estudio, se modelaron los siguientes tres escenarios de riesgo:

- Modificación genética de un patógeno existente y accesible.
- Resurrección de un patógeno previamente existente o difícil de adquirir.
- Creación de un nuevo patógeno.

El estudio plantea que los ataques biológicos son el resultado de un proceso de varias etapas, que incluye la planificación del ataque, la adquisición de agentes biológicos, su uso como arma y su liberación. En este contexto, la adquisición de agentes biológicos puede ocurrir mediante compra, robo, desvío o producción.

La figura N° 1 muestra una representación simplificada de este proceso, basado en la adquisición de agentes biológicos mediante su producción, que parte con una etapa de “idea” (*Ideate*) y continúa con el “diseño” (*Design*), construcción o adquisición (*Build/acquire*), prueba o evaluación (*Test*), aprendizaje (*Learn*) y que si es exitoso avanza para “concentrar” y transformar en “arma” (*Concentrate/weaponize*), luego “liberar o dispersar” (*Release/disperse*) y finalmente obtener resultados o “consecuencias” (*Consequences*).<sup>11</sup>

8 KHALIL, Abdelwahab; ABDELGAWAD, Shaimaa; EL-HAREEF, Aya, *et al.* “Insects as disease vectors: Historical and contemporary analysis of entomological warfare”. *Ambio, Journal of Environment and Society*, 07 June 2025, Sweden. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-025-02212-x#citeas>

9 RAND Corporation (cuyo nombre es una contracción en inglés Research and Development, que significa Investigación y Desarrollo). En uno de los Think Tank más influyentes del mundo, sobre todo en temas de defensa, estrategia y políticas públicas. RAND inventó conceptos que se usan en la actualidad, tales como: Teoría de juegos aplicada a la guerra fría, Wargames, “Escalada” y “Señales”, contrainsurgencia y guerra irregular, entre otros. Fue fundada el 14 de mayo de 1948.

10 DEL CASTELLO, Barbara; WILLIS, Henry; Assessing the Impacts of Technology Maturity and Diffusion on Malicious Biological Agent Development Capabilities: Demonstrating a Transparent, Repeatable Assessment Method, RAND Corporation, August 11, 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR3662-1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3662-1.html)

11 *Ibidem*.

## Simplified Process for Biological Weapon Development

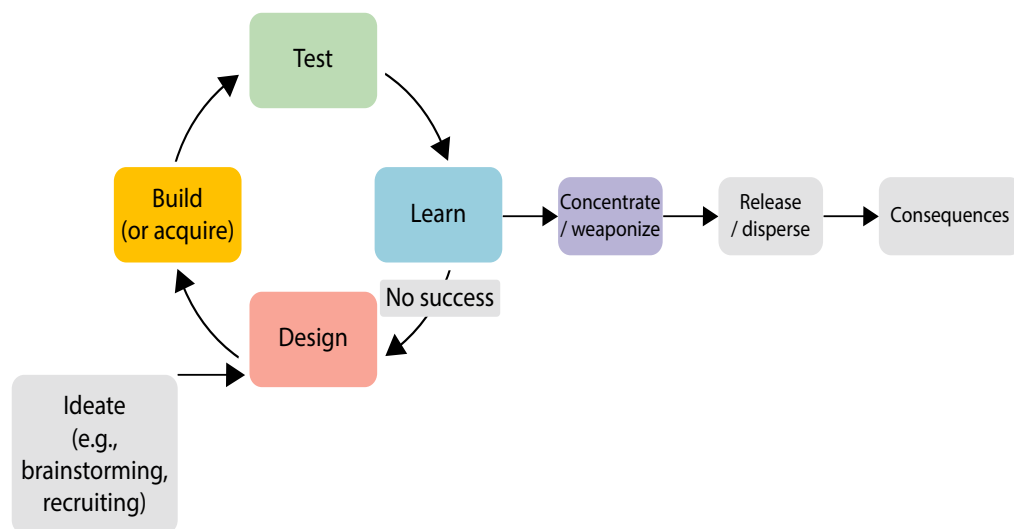


Figura N°1: Proceso simplificado de desarrollo de armas biológicas.

Fuente: DEL CASTELLO, Barbara; WILLIS, Henry, 2025, *op.cit.*

En el mismo estudio, se clasificaron las tecnologías emergentes según las etapas del proceso de fabricación de armas biológicas, ya sea en “construcción” (*Build*), “diseño” (*Design*), “evaluación o prueba” (*Test*) y “aprendizaje” (*Learn*).

La figura N° 2 representa esta clasificación de tecnologías emergentes, que corresponden a sintetizadores de sobremesa (*Benchtop Synthesizers*); la técnica *CRISPR-Cas9* (que se describe más adelante en este artículo); NGS (*Next-generation sequencing o secuenciadores de nueva generación*), la reacción en cadena de polimerasa (*PCR: Polymerase chain reaction*); tecnología de laboratorio en un chip (*Lab-on-a-chip*), que condensa procesos complejos de laboratorio en un chip de computadora para su automatización; modelos basados en inteligencia artificial (*Foundational IA models*); laboratorios con automatización robótica (*Labs robotics and automatization*); herramientas biológicas estrechas o de precisión (*Narrow Biological Tools-BT*), que son sistemas que se entrenan con datos biológicos y pueden ayudar a diseñar proteínas u otros agentes biológicos, y el ensamblaje o construcción de ADN (*DNA assembly*).<sup>12</sup>

12 DEL CASTELLO, Barbara; WILLIS, Henry. 2025, *op. cit.*

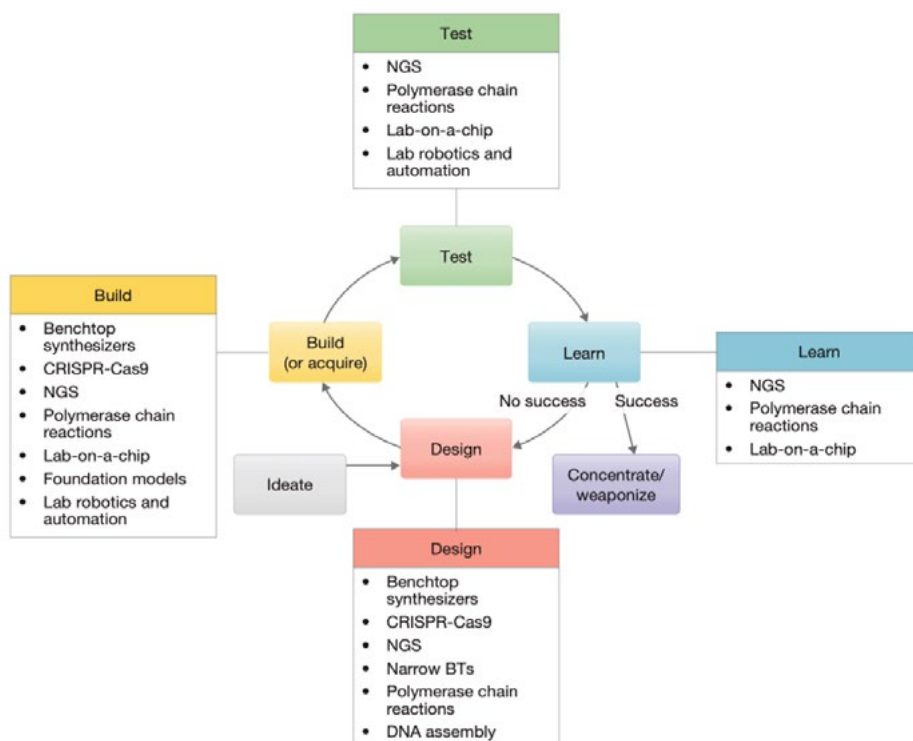


Figura N°2: Clasificación de tecnología emergente según etapas del proceso de fabricación de armas biológicas.

Fuente: DEL CASTELLO, Barbara; WILLIS, Henry, 2025, *op.cit.*

## CRISPR, tecnología genética con potencial de uso dual

El método de “Repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas”, denominado CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*), es una técnica de edición de genes que permite cortar el ADN en un sitio específico para después editarlo. Si bien fue desarrollada para uso pacífico en alimentos y fármacos, tiene el potencial para desarrollar patógenos de diseño, con uso ofensivo, de ataque o guerra biológica, lo que implica un eventual uso dual.

Las bacterias cuentan con secuencias CRISPR, de ADN bacteriano que contiene fragmentos de ADN de virus que las han atacado. Estos fragmentos son utilizados por la bacteria para detectar y destruir el ADN de nuevos ataques de virus similares. De esta forma el sistema CRISPR/Cas es un sistema inmunitario procariontico (de bacterias), que confiere resistencia a agentes externos como plásmidos y fagos (virus) y provee una forma de inmunidad adquirida.<sup>13</sup>

13 CHILEBIO, CRISPR, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://chilebio.cl/edicion-de-genomas/crispr/>

Dentro de esta técnica, el “Sistema CRISPR-Cas”, cuenta con “proteínas asociadas” (*Cas: CRISPR-associated*), que corresponden a enzimas del tipo nucleasas, capaces de cortar el ADN de forma específica guiadas por secuencias de ARN, donde entre las que destacan los sistemas de la clase II, modificados por ingeniería genética para realizar cambios más eficaces en el genoma de células eucariotas, como por ejemplo, las células humanas.

CRISPR-Cas9 es uno de los sistemas que se encuentran dentro de los de clase II y cuenta con un complejo formado por la proteína Cas9 (nucleasa asociada a CRISPR) y un sgARN (*single-guided RNA*), que actúa como ARN guía dirigiendo a Cas9 al sitio diana, o secuencia objetivo, que es el lugar exacto del ADN que la proteína Cas9 debe cortar para realizar la edición genética.

La ciencia ha desarrollado CRISPR como una herramienta capaz de modificar el ADN, que ha sido aplicada desde bacterias hasta animales no-humanos (perros y monos), pasando por insectos, hongos, algas y alimentos vegetales, hasta su aplicación en humanos, tal como la edición genética en etapa embrionaria y posterior nacimiento de dos gemelas en China, el año 2018.<sup>14</sup>

En comparación con otra técnica genética, denominada “Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)”, desarrollada en 1985 y que permitió aislar, copiar e insertar ADN de un organismo en otro en la primera forma de modificación genética ampliamente utilizada, el sistema CRISPR-Cas9 fue utilizado por primera vez para la edición genética en 2013 y es más barato, más rápido y más preciso que el PCR.<sup>15</sup>

## Inteligencia artificial y diseño de proteínas virales y toxinas

La inteligencia artificial (IA) permite diseñar nuevas proteínas, utilizables como fármacos, vacunas y otras terapias, alimentos transgénicos, etc.

Sin embargo, la misma herramienta permite diseñar componentes básicos de armas biológicas o toxinas (ricina, toxina botulínica, toxina Shiga), lo que obliga a implementar una serie de medidas de protección, ya sea integradas en las propias herramientas de IA, para bloquear usos maliciosos y rastrear al creador de IA, o centradas en instalaciones de servicio u organizaciones que puedan convertir los diseños de proteínas generados por IA en producción a gran escala, como “punto de encuentro de la IA con el mundo real”, identificando el origen de las nuevas moléculas y su uso previsto, incluso realizar algunas pruebas para determinar si las nuevas moléculas son potencialmente peligrosas antes de producirlas.<sup>16</sup>

14 VENEGAS, Felipe. La tormenta ética de CRISPR. CIPER 24.03.2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ciperchile.cl/2022/03/24/la-tormenta-etica-de-crispr/>

15 KNUTZEN, Michael. Synthetic Bioweapons Are Coming. Emerging and Disruptive Technology Essay Contest—First Prize, Proceedings, US Naval Institute, June 2021, Vol. 147/6/1/1.420. [En línea]. Disponible en: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2021/june/synthetic-bioweapons-are-coming>

16 TJANDRA, Kristel. Built-in safeguards might stop AI from designing bioweapons. ScienceInsider, Science, 28 Apr 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/content/article/built-safeguards-might-stop-ai-designing-bioweapons>

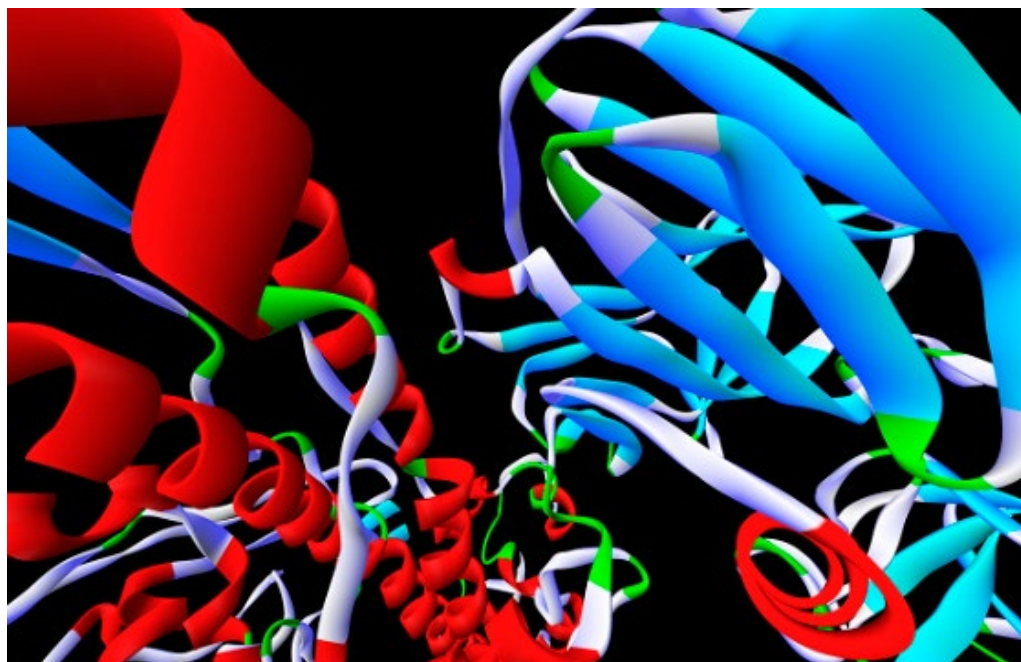


Figura N°3: Estructura de proteína sintética de toxina botulínica, generada por IA.

Fuente: CHARLES, Dan, "Made to order bioweapon? AI-designed toxins slip through safety checks used by companies selling genes". News, Science, 02 Oct 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/content/article/made-order-bioweapon-ai-designed-toxins-slip-through-safety-checks-used-companies>.

En un experimento sobre uso de IA, un equipo de Microsoft seleccionó 72 proteínas diferentes sujetas a controles legales, como la ricina, y mediante herramientas especializadas de diseño de proteínas con IA, obtuvo más de 70.000 secuencias de ADN que generarían variantes de esas proteínas, donde los modelos informáticos identificaron que algunas de las alternativas también serían tóxicas.<sup>17</sup>

El equipo de Microsoft no creó las proteínas ni analizó su toxicidad, porque eso habría requerido encargar los genes a proveedores de ADN e insertarlos en bacterias o levaduras para producir las proteínas de interés y hacerlo podría considerarse una violación de la Convención sobre Armas Biológicas, que prohíbe el desarrollo y la producción de tales armas; sin embargo, publicaron el estudio y sus resultados en la prestigiosa revista *Science*.<sup>18</sup>

---

17 CHARLES, Dan. ¿"Made to order bioweapon? AI-designed toxins slip through safety checks used by companies selling genes". News, Science, 02 Oct 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/content/article/made-order-bioweapon-ai-designed-toxins-slip-through-safety-checks-used-companies>

18 WITTMANN, Bruce *et al.* Strengthening nucleic acid biosecurity screening against generative protein design tools. Science, 2 Oct 2025, Vol 390, Issue 6768, pp. 82-87. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adu8578>

## La vulnerabilidad de la Convención de Armas Biológicas frente a las nuevas tecnologías

La Convención de Armas Biológicas y Toxinas (*BWC, Biological Weapon Convention*), del año 1972, ha quedado obsoleta frente a las nuevas armas biológicas y las tecnologías emergentes para su diseño y fabricación.

En una situación imaginaria, en un país con tensiones vecinales, internas o con grupos terroristas, pequeños laboratorios de investigación podrían modificar un virus de influenza común, con cambios sutiles, difíciles de distinguir de la investigación legítima de vacunas, pero con alta transmisibilidad y baja eficacia de los antivirales existentes, donde además el proyecto tenga un financiamiento poco transparente y los resultados nunca se publiquen; sería probable que tras la fachada exista un programa clandestino de armas biológicas.<sup>19</sup>

En teoría, las vías de desarrollo de armas biológicas podrían detectarse mediante las “Medidas de Fomento de la Confianza (MFC)”, de la Convención sobre Armas Biológicas y Toxinas (BWC), que los países presentan anualmente, con datos sobre la investigación biológica nacional. Sin embargo, existen deficiencias para detectar señales de alerta de un programa de armas biológicas de diseño.<sup>20</sup>

Como ejemplo, un programa de armas biológicas que implique síntesis de toxinas para uso ofensivo, en el que la selección de una toxina podría realizarse mediante software de modelado, en lugar de los métodos tradicionales que implican la producción de toxinas físicas; es decir, el trabajo podría ejecutarse “in silico” (por modelación en computadora), y no se reflejaría en los informes anuales de datos, ya que estos se centran en el trabajo realizado en laboratorios de máxima contención.

La CAB prohíbe el desarrollo de agentes biológicos “de tipos y cantidades que no estén justificados para fines profilácticos, de protección u otros fines pacíficos”. Sin embargo, esa definición es poco operativa para vigilar el entorno biotecnológico actual, porque no especifica límites para distinguir entre una sustancia o un microbio “ilícito” y uno “legítimamente” modificado genéticamente o desarrollado sintéticamente.<sup>21</sup>

---

19 LENTZOS, Filippa; WINGO, Hailey; LITTLEWOOD, Jez; MUTI, Alberto. How new technology could make it easier to identify covert bioweapons programs. *Bulletin of the Atomic Scientists*, September 15, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://thebulletin.org/2025/09/how-new-technology-could-make-it-easier-to-identify-covert-bioweapons-programs/>

20 *Ibidem*.

21 GIORDANO, James, Bold. New Bioweapons: Part 1 - The Burdens of Detection and Attribution, Institute for National Strategic Studies (INSS), *Strategic Insights, News*, July 21, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://inss.ndu.edu/Media/News/Article/4250380/bold-new-bioweapons-part-1-the-burdens-of-detection-and-attribution/>

Al permitir el diseño y ensamblaje de agentes biológicos modificados, nuevos o totalmente artificiales, que no presentan una firma reconocible en las bases de datos actuales de detección de patógenos (y contra los cuales no existe inmunidad natural ni antídoto), la discriminación de lo que constituye investigación exploratoria legítima y producción de armas biológicas se vuelve cada vez más difícil.

La detección y atribución de autoría de estos agentes biológicos se ve obstaculizada por la naturaleza modular de la biología sintética. Si un agente microbiano o tóxico está compuesto por secuencias genéticas derivadas de múltiples organismos naturales (o desarrolladas íntegramente a partir de genes sintéticos), su identificación y rastreo hasta un origen específico se vuelve extremadamente difícil, sin plataformas globales de intercambio de datos y conocimiento de “huellas dactilares” (características particulares de genotipo que permitan rastrearlas hasta los procesos de fabricación).

## Una nueva forma de guerra biológica

Las armas biológicas de nueva generación, también denominadas armas biológicas sintéticas (*Synthetic Bioweapons* - SBW), son consideradas más peligrosas que las armas biológicas tradicionales, las que se encuentran prohibidas y la mayoría de los países han abandonado por considerarlas además poco fiables.<sup>22</sup>

Un posible uso de las armas biológicas sintéticas podría consistir en neutralizar preventivamente una fuerza de tarea, antes de cualquier conflicto activo, incapacitando a la tropa en lugar de matarla. Un período de incubación específico o una alta tasa de transmisión presintomática puede ser planificado y programado, como también su “obsolescencia programada”, mediante la cual una enfermedad desaparece tras un número determinado de generaciones o no se transmite en condiciones ambientales no deseadas.

Otro ejemplo, pueden ser las llamadas “armas binarias”, que son infecciones pareadas, separadas para evadir la detección y que posteriormente pueden combinarse para obtener el efecto deseado. Si dos virus complementarios e inofensivos se liberan en dos lugares distintos, pero luego las personas se exponen a ambos, al juntarse los virus generan una enfermedad debilitante, en la forma de ataques encubiertos.

También existe la posibilidad de “ataques genéticos étnicos específicos” contra personas, grupos raciales o étnicos enteros, donde SBW con altos niveles de transmisión asintomática podrían transmitirse de un huésped a otro a través del entorno humano, hasta llegar a un objetivo vulnerable

---

<sup>22</sup> KNUTZEN, Michael. 2021, *op. cit.*

o a objetivos con los genes “adecuados”, especialmente si se obtienen los registros médicos o la información genética de las personas.

Respecto de posibles escenarios de amenazas biológicas, el año 2018 en Estados Unidos, antes de la pandemia de COVID-19, la Academia Nacional de Ciencias, a partir de un estudio encargado por el Departamento de Defensa, describió tres escenarios particularmente peligrosos de biología sintética, tales como la técnica de reproducir virus con código genético de internet, crear bacterias resistentes a los antibióticos y la posibilidad de “programar” microbios para que envenenen lentamente a las personas a través de su metabolismo, lo que incluso podría causar la muerte después de un tiempo, o propaguen entre la población alteraciones del ADN de las personas, como una versión de “genética dirigida”.<sup>23</sup>

En un nuevo escenario, la carencia o debilidad en las capacidades de defensa biológica se convierte en una grave vulnerabilidad para una fuerza militar expuesta a agentes biológicos, en operaciones de guerra y distintas a la guerra, y en una oportunidad y ventaja estratégica para el que las posea, utilice y cuente con medios de protección e identificación de última generación.<sup>24</sup>

## Defensa frente a las nuevas armas biológicas

Los actuales avances tecnológicos son parte de la “Cuarta Revolución Industrial”, que se caracteriza por una fusión de tecnologías, como la inteligencia artificial, la edición genética y la robótica avanzada, que está difuminando las fronteras entre los mundos físico, digital y biológico.<sup>25</sup>

Frente a este nuevo paradigma, en el Reino Unido (*United Kingdom – UK*), el año 2023 se construyó una “Estrategia de Seguridad Biológica”, que se centra en las oportunidades y riesgos que presentan los avances en la biotecnología, implementando controles adecuados para frenar el uso indebido (doble uso), pero sin detener la innovación, en un equilibrio gestionado entre los sectores defensa, salud y agricultura (producción de alimentos).<sup>26</sup>

Un estudio publicado en la revista *Science*, señala que una forma para limitar la investigación biológica potencialmente dañina, es restringiendo la síntesis comercial de ADN que

23 JULING, Dominik, 2023, *op. cit.*

24 BETZHOLD, Alexander, “Innovación tecnológica en defensa biológica, análisis de doctrina y técnicas actuales”, Memorial del Ejército N° 516, julio 2025, Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM), Santiago, Chile, pp. 31-47. [En línea]. Disponible en: <https://ejercito.cl/descargas/desktop/NDg2Mg==>

25 UK GOVERNMENT, *Eroding norms and emerging threats: the evolving challenge of chemical and biological weapons*, Research and análisis, Published 1 October 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/new-challenges-to-counter-chemical-and-biological-warfare/eroding-norms-and-emerging-threats-the-evolving-challenge-of-chemical-and-biological-weapons>

26 UK BIOLOGICAL SECURITY STRATEGY, 12/06/2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-biological-security-strategy/uk-biological-security-strategy.html>

codifica proteínas específicas o proviene de determinados patógenos seleccionados, junto con la implementación de software especializado para identificar secuencias de proteínas que han sido alteradas mediante métodos de diseño.<sup>27</sup>

También se pueden actualizar los alcances de las “Medidas de Fomento de la Confianza (MFC)” de la CAB, que podrían capturar más datos de investigación y comercio de ciertos artículos de diseño genómico y de las instalaciones fitosanitarias y laboratorios capaces de sintetizar virus, ácidos nucleicos y péptidos.<sup>28</sup>

Los sistemas de gestión de emergencias pueden potenciarse con el uso de IA, para mejorar las capacidades de respuesta a brotes causados por ataques bioterroristas, optimizando las estrategias de contención y la distribución de recursos en crisis de salud pública.

La IA puede permitir el rastreo y la atribución de ataques biológicos, permitiendo que las técnicas de ingeniería genética forense determinen el origen de un patógeno. El análisis de ADN puede vincular un agente biológico con su laboratorio de origen, mientras que los sistemas analíticos basados en IA pueden reconstruir la cadena de eventos que condujo a la liberación del patógeno, distinguiendo entre ataques deliberados y brotes naturales.<sup>29</sup>

También puede utilizarse la IA para supervisar el uso de biotecnologías avanzadas y prevenir su uso indebido. Algoritmos especializados pueden filtrar las solicitudes a herramientas de biología sintética, bloqueando operaciones que puedan suponer un riesgo para la seguridad. Los modelos de lenguaje regulados podrían impedir la difusión de instrucciones para la creación de armas biológicas, mientras que los sistemas de autenticación y control de acceso basados en IA podrían supervisar el uso de bases de datos genéticas y laboratorios de biología sintética para detectar y prevenir actividades sospechosas.

Incluso el desarrollo con IA de contramedidas ante amenazas bioterroristas, puede permitir diseñar vacunas y terapias dirigidas. Al analizar las estructuras proteicas de nuevos patógenos, la IA puede identificar las moléculas más eficaces para su neutralización, reduciendo los tiempos de respuesta. Los algoritmos de IA también pueden simular escenarios de propagación de epidemias y sugerir estrategias óptimas de contención, apoyando la gestión sanitaria de emergencias biológicas. Este enfoque ya se ha aplicado con éxito en el desarrollo de vacunas de ARNm, como las de la COVID-19, lo que demuestra cómo la IA puede acortar significativamente el tiempo necesario para responder a las amenazas biológicas.

---

27 WITTMANN, Bruce *et al.* 2025, *op. cit.*

28 LENTZOS, Filippa; WINGO, Hailey; LITTLEWOOD, Jez; MUTI, Alberto. 2025, *op. cit.*

29 GIORDANO, James. 2025, *op. cit.*

## Capacidades en Chile

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), dependiente del Ministerio de Agricultura, es la entidad encargada de regular la biotecnología agrícola en Chile, en base a la definición de organismo modificado genéticamente (OMG) para abordar las “nuevas técnicas de mejoramiento genético” (New Breeding Techniques - NBTs), considerando como OMG a cualquier organismo vivo con una combinación novedosa de material genético obtenida mediante biotecnología moderna. Sin embargo, Chile ha acotado este concepto, definiendo una combinación novedosa como la inserción estable de uno o más genes o secuencias de ADN que codifican proteínas, ARN de interferencia, ARN de doble hebra, péptidos señal o secuencias regulatorias introducidas permanentemente en el genoma de la planta. De esta manera, los productos desarrollados mediante NBTs que no contienen ADN exógeno en el producto final no se consideran OMGs (transgénicos) y se tratan como convencionales.<sup>30</sup>

Las nuevas técnicas de mejoramiento genético (NBT), como la edición genómica, están transformando la agricultura al permitir modificaciones precisas en los genomas de las plantas que pueden acelerar el crecimiento, mejorar la resiliencia de los cultivos y su calidad nutricional. Tecnologías como CRISPR-Cas9, las nucleasas efectoras tipo activador de la transcripción (*Transcription Activator-Like Effector Nucleases* – TALEN) y otras herramientas de edición genética se incluyen en el alcance de las NBT y ofrecen alternativas de mejoramiento genético convencional y la modificación genética tradicional, que a menudo implican enfoques transgénicos.<sup>31</sup>

## CONCLUSIONES

Las tecnologías emergentes de edición genética de plantas, animales, microorganismos (virus, bacterias, hongos, etc.), toxinas (proteínas con efecto tóxico), e incluso en humanos, se han diversificado y perfeccionado, logrando menor costo, mayor eficiencia, y un ensamblaje con la inteligencia artificial, para el diseño de secuencias genéticas, previo a la fabricación de moléculas.

Este nuevo escenario, en el marco de la “Cuarta Revolución Industrial”, obliga a actualizar los mecanismos de alerta y control de la Convención de Armas Biológicas, que han sido superados por las nuevas tecnologías de diseño de patógenos y toxinas.

Del mismo modo, a nivel nacional, es necesario que el sector defensa genere estrategias de vigilancia estratégica de las capacidades de uso dual de instalaciones y laboratorios de las áreas

---

30 FUNDACION ANTAMA. Chile se posiciona como referente global en biotecnología y edición genética en agricultura. 06/02/2025. [En línea]. Disponible en: <https://fundacion-antama.org/chile-se-posiciona-como-referente-global-en-biotecnologia-y-edicion-genetica-en-agricultura/>

31 SÁNCHEZ, Miguel. The Global Advance of Genome-Edited Plants to the Market: The Key Role of Chile in Its Development. Plants. 2024

alimentarias, agricultura, salud, farmacéutica, investigación científica y de inteligencia artificial. Esto se traduce a nivel Estado, en un esfuerzo interministerial (Ministerio de Defensa, de Salud, de Ciencias, de Agricultura) para prepararse (capacidad de anticipación) antes de la aparición de estas amenazas, desarrollando planes de prevención y respuestas, con recursos asociados y capacidades instaladas en organismos clave, como el Ejército, Senapred y Sistema de Salud pública.

Finalmente, en el ámbito de la doctrina y capacidades del Ejército, el conocimiento de estas nuevas amenazas es fundamental para identificarlas y preparar mecanismos de respuesta en el ámbito de la defensa biológica, de tal forma que no se convierta en una vulnerabilidad para las operaciones militares y se logre proteger la salud de la Fuerza Terrestre en forma adecuada, pudiendo interpretarse también como una oportunidad para revisar y actualizar la doctrina, a través de reglamentos, manuales, cartillas, etc., junto con la implementación de contenidos y entrenamiento, asociado al conocimiento del personal del Ejército, especialmente de la Fuerza Terrestre y especialistas.

## BIBLIOGRAFÍA

BETZHOLD, Alexander. “Innovación tecnológica en defensa biológica, análisis de doctrina y técnicas actuales”, Memorial del Ejército N° 516, julio 2025, Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM), Santiago, Chile, pp. 31-47. [En línea]. Disponible en: <https://ejercito.cl/descargas/desktop/NDg2Mg==>

CHARLES, Dan. ¿“Made to order bioweapon? AI-designed toxins slip through safety checks used by companies selling genes”. News, Science, 02 Oct 2025, doi: 10.1126/science.zqvceub. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/content/article/made-order-bioweapon-ai-designed-toxins-slip-through-safety-checks-used-companies>

CHILEBIO, CRISPR. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://chilebio.cl/edicion-de-genomas/crispr/>

DEL CASTELLO, Barbara; WILLIS, Henry. Assessing the Impacts of Technology Maturity and Diffusion on Malicious Biological Agent Development Capabilities: Demonstrating a Transparent, Repeatable Assessment Method, RAND Corporation, August 11, 2025. [En línea]. Disponible en: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA3662-1.html?source=globalbiodefense.com](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA3662-1.html?source=globalbiodefense.com)

DELLAMURA, Maria. “From Biowarfare to Bioterrorism: the future of biological threats in the AI era”. TechFuture, Emerging Technologies, 25/02/2025. [En línea]. Disponible en: <https://tech4future.info/en/bioterrorism-biological-threats-in-the-ai-era/>

FUNDACION ANTAMA. Chile se posiciona como referente global en biotecnología y edición genética en agricultura. 06/02/2025. [En línea]. Disponible en: <https://fundacion-antama.org/chile-se-posiciona-como-referente-global-en-biotecnologia-y-edicion-genetica-en-agricultura/>

- GIORDANO, James, Bold, “New Bioweapons: Part 1 - The Burdens of Detection and Attribution”, Institute for National Strategic Studies (INSS), Strategic Insights, News, July 21, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://inss.ndu.edu/Media/News/Article/4250380/bold-new-bioweapons-part-1-the-burdens-of-detection-and-attribution/>
- JULING, Dominik. “Future Bioterror and Biowarfare Threats for NATO’s Armed Forces until 2030”. *Journal of Advanced Military Studies*, vol. 14, N° 1, Spring 2023, s. pp. 118-133. [En línea]. Disponible en: [https://www.usmcu.edu/Portals/218/JAMS\\_Spring%202023\\_14\\_1\\_web3.pdf](https://www.usmcu.edu/Portals/218/JAMS_Spring%202023_14_1_web3.pdf)
- KHALIL, Abdelwahab; ABDELGAWAD, Shaimaa; EL-HAREEF, Aya; *et al.* “Insects as disease vectors: Historical and contemporary analysis of entomological warfare”. *Ambio, Journal of Environment and Society*, 07 June 2025, Sweden. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-025-02212-x#citeas>
- KNUTZEN, Michael. “Synthetic Bioweapons Are Coming. Emerging and Disruptive Technology Essay Contest–First Prize”, *Proceedings, US Naval Institute*, June 2021, Vol. 147/6/1/1.420. [En línea]. Disponible en: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2021/june/synthetic-bioweapons-are-coming>
- LENTZOS, Filippa; WINGO, Hailey; LITTLEWOOD, Jez; MUTI, Alberto. “How new technology could make it easier to identify covert bioweapons programs”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, September 15, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://thebulletin.org/2025/09/how-new-technology-could-make-it-easier-to-identify-covert-bioweapons-programs/>
- SÁNCHEZ, Miguel. “The Global Advance of Genome-Edited Plants to the Market: The Key Role of Chile in Its Development”. *Plants*. 2024; 13(24):3597. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/24/3597>
- TJANDRA, Kristel. “Built-in safeguards might stop AI from designing bioweapons. ScienceInsider”, *Science*, 28 Apr 2025, doi: 10.1126/science.zvzgaw3. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/content/article/built-safeguards-might-stop-ai-designing-bioweapons>
- UK Biological Security Strategy, 12/06/2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-biological-security-strategy/uk-biological-security-strategy-html>
- UK GOVERNMENT. *Eroding norms and emerging threats: the evolving challenge of chemical and biological weapons*, Research and análisis, Published 1 October 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/new-challenges-to-counter-chemical-and-biological-warfare/eroding-norms-and-emerging-threats-the-evolving-challenge-of-chemical-and-biological-weapons>

VAN AKEN, Jan; HAMMOND, Edward. "Genetic engineering and biological weapons. New technologies, desires and threats from biological research". EMBO Rep. 2003 Jun;4 Spec No (Suppl 1): S57-60. PMID: 12789409; PMCID: PMC1326447. [En línea]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1326447/pdf/4-embor860.pdf>

VENEGAS, Felipe. La tormenta ética de CRISPR. CIPER 24.03.2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ciperchile.cl/2022/03/24/la-tormenta-etica-de-crispr/>

WITTMANN, Bruce; *et al.*, "Strengthening nucleic acid biosecurity screening against generative protein design tools". Science, 2 Oct 2025, Vol 390, Issue 6768, pp. 82-87. [En línea]. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adu8578>

## HISTORIA MILITAR



# MEMORIAL

DEL

## Ejército de Chile



# A 140 AÑOS DE LA LLEGADA DEL MODELO MILITAR PRUSIANO A CHILE<sup>1</sup>

CORONEL MAURICIO IBARRA ZOELLNER<sup>2</sup>

**Resumen:** el presente artículo analiza el proceso de modernización del Ejército de Chile a finales del siglo XIX, fenómeno conocido historiográficamente como “Prusianización”. Tras la victoria en la Guerra del Pacífico (1879-1884), el alto mando institucional identificó deficiencias organizativas, técnicas y tácticas derivadas del agotamiento del modelo francés. A través del análisis de fuentes primarias y literatura especializada, se examina la transición hacia el modelo militar prusiano, liderada por figuras como Jorge Boonen Rivera y el oficial alemán Emil Kömer. El estudio detalla las reformas estructurales en la Escuela Militar, la creación de la Academia de Guerra en 1886 y la adopción integral de la doctrina y formación militar alemana. Finalmente, se evalúa el impacto de esta influencia en la cultura militar chilena, destacando la configuración de vínculos transnacionales, la profesionalización y modernización de la carrera castrense.

**Palabras clave:** Ejército de Chile, Prusianización, Modernización Militar, Emil Kömer, Historia Militar, Siglo XIX.

**Abstract:** This article examines the modernization process of the Chilean Army during the late 19th century, a phenomenon historiographically termed “Prussianization.”; Following the victory in the War of the Pacific (1879-1884), the institutional high command identified profound organizational, technical, and tactical deficiencies stemming from the exhaustion of the French model. Through the analysis of primary sources and specialized literature, the transition toward the Prussian military model is explored, spearheaded by figures such as Jorge Boonen Rivera and German instructor Emil Kömer. The study details structural reforms in the Military School, the founding of the War Academy in 1886, and the comprehensive adoption of German doctrine, weaponry. Finally, the impact of this influence on Chilean military culture is evaluated, highlighting the configuration of transnational bonds and the professionalization of the military career that persists to this day.

**Keywords:** Chilean Army, Prussianization, Military Modernization, Emil Kömer, Military History, 19th Century.

- 
- 1 El contenido del artículo es parte de la investigación doctoral denominada “Influencia militar alemana en el Ejército de Chile 1885-1942, experiencias e implicancias”, realizada por el autor en la Universidad San Sebastián
  - 2 Oficial del Arma de Artillería, Licenciado en Ciencias Militares, especialista primario de Estado Mayor, otorgado por la Academia de Guerra del Ejército (ACAGUE). Es Doctor en Historia, otorgado por la Universidad San Sebastián (USS), fue comandante del Regimiento de Artillería N°1 “Tacna”. Actualmente se desempeña como Agregado Militar en Alemania.

## INTRODUCCIÓN

La historia del Ejército de Chile ha estado marcada por la influencia de diversos ejércitos extranjeros. En ese largo camino ha ido evolucionando, adoptando diferentes doctrinas, prácticas y tácticas de acuerdo a sus intereses y momentos de la época que se trate. Sin lugar a dudas que de entre esas influencias, la organización castrense de mayor impacto y legado en la historia del Ejército chileno ha sido la prusiana, a saber, el modelo militar alemán, que a fines del siglo XIX e inicios del XX era la mayor potencia militar del mundo.

Como ha señalado Enrique Brahm, *“ni el [ejército] francés revolucionario y napoleónico, dominante durante el siglo XIX, por lo menos hasta la Guerra del Pacífico; ni el norteamericano, que se impuso a partir de la Segunda Guerra Mundial, han podido competir con la impronta prusiana dejada por Emilio Körner y la pléyade de instructores alemanes que servirían en las filas del Ejército chileno, sobre todo en el período que va desde 1885 hasta el inicio de la Primera Guerra Mundial”*.<sup>3</sup> La evolución del Ejército chileno desde ese prisma alemán se ha denominado posteriormente como “prusianización”.<sup>4</sup> Un complejo proceso de transformación técnica, material y doctrinaria, pero también social y cultural, que se caracterizó por un estrecho lazo de unión transnacional entre ambos cuerpos castrenses.

A continuación, un registro en imágenes de la intensa actividad cumplida el general Emilio Körner<sup>5</sup> en el año 1905.



Imagen N°1: Inspector general del Ejército Emilio Körner Henze junto a sus ayudantes en la explanada del Parque Cousiño (actual Parque O'Higgins) durante la Parada Militar. Año 1905.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

- 
- 3 BRAHM, Enrique. “La impronta prusiana de la Academia de Guerra del Ejército”. En La Academia de Guerra del Ejército (ACAGUE) de Chile 1886 -2006. Editado por Alejandro San Francisco, 2006, p. 15. Santiago, Chile. Centro de Estudios Bicentenario, p. 1.
  - 4 GARAY, Cristian y GARCÍA, Fernando. “Germanización y Fuerzas Armadas. Chile y Argentina bajo el embrujo prusiano 1885-1914”. Santiago, Chile.2021, p. 150-151.
  - 5 Su nombre original en Alemania es Emil. En Chile fue castellanizado oficialmente y la literatura nacional y del Ejército lo señala como Emilio.



Imagen N°2: El inspector general del Ejército, general Emilio Körner Henze visitando la Escuela de Caballería, junto al ministro de Guerra y Marina, al director de la Escuela de Caballería y al ayudante del Estado Mayor General. Los acompañan oficiales de los regimientos Cazadores y Dragones. Año 1905.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.



Imagen N°3: Jefes y oficiales junto al inspector general del Ejército, general Emilio Körner Henze en el frontis del cuartel del Regimiento de Artillería "Tacna." Año 1905.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

El historiador británico Erick Hobsbawm definió al siglo XIX como un siglo largo (1789 -1914), dividido a su vez en tres grandes períodos: la Era de la Revolución (1789 -1848),<sup>6</sup> la Era del Capital

6 HOBBSBAWM, Erick. La Era de la Revolución (1789-1848). Editorial Crítica, 1971.

(1848 -1875)<sup>7</sup> y la Era del Imperio (1875 -1914).<sup>8</sup> A lo largo de estas distintas etapas, y especialmente durante la última, la fuerza militar alcanzó una importancia notable, fundamental para respaldar el poderío nacional que detentaba una potencia. En efecto, especialmente hacia fines del siglo XIX los distintos Estados europeos necesitaban de un Ejército poderoso para proteger sus intereses económicos y geopolíticos, lo que fue acompañado de un nacionalismo característico del período, orientado a defender a la patria y engrandecer a la nación. En ese contexto se insertó el predominio del Ejército alemán, siendo asimilado por su par chileno.

Las naciones latinoamericanas también participaron de esta preocupación desde la periferia, dentro de un contexto de modernización de sus ejércitos, como en el caso de Chile y Argentina.<sup>9</sup> La relevancia de este tema dice relación con la importancia de la cultura de la organización militar, situada en un contexto histórico determinado, la que, a través de sus símbolos, normas y rituales, se construye socialmente mediante las personas que la integran.<sup>10</sup> En otras palabras, un *ethos* militar, a saber, construido sobre la base de valores que una institución, en este caso, el Ejército de Chile, ha validado históricamente para cumplir su propósito, emanado de principios éticos y reglas de comportamiento.<sup>11</sup> Por la fuerza y calado de estos principios es que hoy en día el Ejército de Chile aún mantiene una fuerte impronta prusiana, a pesar de influencias posteriores.

A partir de lo anterior, surgen preguntas que nos permitirán comprender mejor este proceso: ¿Por qué Chile decidió adoptar el modelo prusiano tras la Guerra del Pacífico? ¿Qué obstáculos encontró para llevar a cabo ese objetivo? ¿Quiénes fueron los protagonistas de esa gestión? ¿En qué consistió la "prusianización" del Ejército de Chile? ¿Qué aspectos doctrinarios, simbólicos y materiales comprendió?

En el presente artículo se buscará responder a las interrogantes planteadas, a través de la comprensión y análisis de los antecedentes y la naturaleza misma del proceso de modernización del Ejército de Chile, a fines del siglo XIX. Interesa entender los motivos nacionales e internacionales que llevaron a la adopción del modelo prusiano en Chile, las gestiones que implicó, considerando sus dificultades y resistencias, así como sus éxitos institucionales, materiales y doctrinarios, entre otros. En particular referentes a la estructuración de vínculos entre chilenos y alemanes, la articulación de una cultura militar común, de lazos de camaradería, entre otros factores que estructuraron una parte fundamental de la cultura militar chilena hasta nuestros días.

---

7 HOBBSBAWM, Erick, *La Era del Capital (1848-1875)*. Editorial Crítica, 1988.

8 HOBBSBAWM, Erick, *La Era del Imperio (1875-1914)*. Editorial Crítica, 1998

9 ROTHKEGEL Santiago, Luis. *Proceso de profesionalización de los ejércitos de Argentina y Chile. Período 1895-1938*. Santiago: Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM), 2018.

10 FINCOWSKY, Enrique y KRIEGER, Mario, *Comportamiento Organizacional. Enfoque para América Latina*, Editorial Pearson, México, 2011, p. 362

11 MOTEN, Matthew. "The Army Officers Professional Ethic-Past, Present and Future", 11 de febrero de 2010. [En línea]. Disponible en: <https://press.armywarcollege.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1611&context=monographs>

## 1. Del modelo francés al modelo alemán: antecedentes en el Ejército de Chile (1818-1884)

### 1.1. La influencia francesa en el Ejército chileno

A inicios del siglo XIX, en el marco del desarrollo de las guerras de Independencia hispanoamericanas, estas *“atrajeron a América a muchos militares franceses que habían quedado disponibles al ser vencido Napoleón, los que proporcionaban su experiencia a las fuerzas donde se incorporaron”*.<sup>12</sup> Chile no fue la excepción, de manera que prestaron servicios a la causa patriota distinguidos oficiales galos,<sup>13</sup> una coyuntura y un grupo humano que, de hecho, serían la base sobre la cual se estructuraría la primera organización nacional y profesional del Ejército de Chile. Incluso, tal influencia permeó en los sectores más acomodados de Santiago y el gobierno incluyó elementos del modelo educacional francés para los futuros oficiales. De esta forma, logró contribuir, ya desde aquella fecha, al progreso del país con el desarrollo de la ingeniería, por ejemplo, así como también respecto de la obligatoriedad de la lengua del que era considerado hasta entonces el mejor ejército del mundo.<sup>14</sup>

De ese modo, la influencia francesa se extendió a todos los Ejércitos del continente latinoamericano, fundamentalmente debido a que en la primera mitad del siglo XIX el Ejército francés era *“el de mayor influencia y popularidad en estas materias, además del principal generador de los manuales y tratados militares usados en la época”*.<sup>15</sup> Bajo el alero de la doctrina gala, el ejército chileno tendría importantes éxitos militares a lo largo de varias guerras en el siglo XIX, como la guerra contra la Confederación Perú-Boliviana (1836-1839), la guerra contra España (1865-1866) y la Guerra del Pacífico (1879-1884); esta última dejaría dudas sobre la preparación militar nacional. El predominio francés como potencia militar europea se extendería a lo largo del siglo XIX, declinando solo tras la Guerra Franco-Prusiana (1870-1871), en el marco de la unificación alemana, en donde el Ejército prusiano organizado por Otto von Bismarck y Helmuth Von Moltke derrotaría inapelablemente a las tropas de Napoleón III.

### 1.2. El ascenso del Imperio Alemán como la potencia militar europea

En efecto, la Guerra Franco-Prusiana es considerada como un episodio bélico decisivo en la historia europea, por cuanto Alemania emerge como una potencia política y militar, con un Ejército capaz de responder a los cambios tecnológicos –en el marco de la segunda revolución industrial–,

12 ARANCIBIA, Patricia, *El Ejército de los Chilenos*. Santiago: Editorial Biblioteca Americana. 2007, p. 157.

13 Entre ellos, el teniente general barón Miguel Brayer, los coroneles Alberto Bacler D'Albe, Federico Brandsen, Benjamín Viel, Jorge Beauchef y José Rondizzoni, el comandante Ambrosio Cramer, los capitanes Francisco Drouet y Jacinto Holley, además de los hermanos Alejo y Eustaquio Brueys, entre otros.

14 ARANCIBIA, Patricia. 2007. *Op. cit.*

15 CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA SOBERANÍA. “La Guerra del Pacífico, parte X: La Postguerra (1884-1929). Reclamaciones neutrales y Plan Inglés para acaparar el salitre. La prusianización del ejército chileno y los tratados definitivos”. s/f.

aprovechándolos para el desarrollo de nuevas tácticas de combate, material de guerra y cambios doctrinarios.<sup>16</sup> La expresión máxima de ese poderío tendría lugar precisamente en el marco de la unificación alemana, proceso dirigido por el canciller Bismarck y el mariscal von Moltke, que con un ejército liderado por un Estado Mayor permanente, derrotaron inapelablemente a Dinamarca, Austria y Francia. De ahí que Paul Kennedy afirme, de manera categórica, que *“las potencias vencidas eran aquellas que habían dejado de adaptarse a la revolución militar de mediados del siglo XIX, de adquirir nuevas armas, de movilizar y equipar grandes ejércitos, de usar mejores comunicaciones ofrecidas por el ferrocarril, el barco de vapor, el telégrafo, y que no habían tenido una base industrial productora para sostener a las Fuerzas Armadas”*.<sup>17</sup>

La importancia particular de Prusia, y que ha dado el nombre de prusianización a la modernización del ejército chileno, dice relación con que dicho reino era el más poderoso de Alemania antes de su unificación, tanto militar como económicamente, liderando el proceso de unificación. De hecho, era conocido como *Preussischer Soldatenstaat*, que quiere decir *“Estado militar prusiano”*. Éste era definido por Carl Schmitt como *“el Estado moderno es en su núcleo, Poder Ejecutivo, que se ha formado sobre todo porque ha concentrado la posesión de la fuerza armada. El monopolio más importante de todos, el de las armas lo tiene en sus manos y le pertenece”*.<sup>18</sup> Ello se materializó de forma directa y temprana, en la constitución prusiana del año 1850, estableciendo que *“el Rey ejerce el mando supremo sobre el Ejército”*.<sup>19</sup>

La derrota de Francia a manos de Prusia devino en que, tanto el gobierno como las Fuerzas Armadas alemanas, pasaron a fundamentarse en el modelo prusiano.<sup>20</sup> De esta forma, muchos políticos y generales alemanes se convirtieron en Junkers, a saber, nobles prusianos terratenientes. Asimismo, los comandantes, el personal y la metodología militar prusiana se convirtieron en el núcleo del nuevo ejército imperial alemán. A partir de entonces, el Káiser fue su comandante supremo, contaba con un consejo militar y un jefe de Estado Mayor integrado por Junkers, aristócratas y oficiales de carrera. Cuando se trataba de asuntos militares, el Reichstag, es decir, el parlamento civil electo de Alemania, no tenía más que un papel consultivo. Sin embargo, el Reichstag sí jugó un papel crucial en el incremento inicial del poderío militar alemán, mediante la aprobación de un proyecto presentado por Otto Von Bismarck.

Como han constatado Patricio Quiroga y Carlos Maldonado, se trataba de un esfuerzo *“para acometer la empresa de modernización del aparato militar”*. Transcurrido un año, el parlamento aprobó la proposición, y de paso aumentó el contingente enrolado en un 10%, es decir, 41.000

16 DE LA TORRE DEL RÍO, Rosario. “La preponderancia alemana en Europa y la diplomacia Bismarckiana, 1871-1890”. Madrid, España, 2001, pp. 128-129.

17 KENNEDY, Paul. Auge y caída de las grandes potencias. Barcelona: Plaza & Janes, 1992

18 SCHMITT, Carl. *Machtpositionen des modernen Staates*. 1933

19 BÖCKENFÖRDE, Ernst. W.: *Staat, Gesellschaft, Freiheit*, 1976, pp. 121-122

20 DE LA TORRE DEL RÍO, Rosario. 2001. *Op. cit.*

soldados pasaron a reforzar el Ejército existente. Finalmente, Alemania quedó en condiciones de movilizar una fuerza de 3.500.000 hombres en armas en caso de una conflagración. Por esa vía aumentó poderosamente la influencia prusiana en la vida internacional.<sup>21</sup> En suma, el ejército alemán estaba compuesto por hombres alistados y entrenados rigurosamente, decididos y dispuestos a hacer el máximo sacrificio por el Káiser y la Patria. Las guerras que permitieron la unificación alemana dejaron a este imperio como la potencia militar terrestre de Europa.

### 1.3. El modelo militar alemán y el Ejército chileno: la necesidad de reformas (1879-1885)

Por su parte, con respecto al Ejército de Chile, aquel cambio doctrinario, técnico y organizacional desde el modelo francés hacia el modelo alemán, tendría lugar una vez finalizada la Guerra del Pacífico (1879-1884). Efectivamente, a pesar de resultar victorioso, lo cierto es que existió un importante cuestionamiento a las distintas campañas realizadas por el ejército chileno. Concretamente, las críticas se orientaban principalmente en materia de organización militar y a sus procedimientos al interior del cuerpo castrense.

Al respecto, Eugène Marie Le Léon, oficial francés enviado como observador a Chile durante la Guerra del Pacífico, nos entrega abundantes detalles respecto al funcionamiento del Ejército chileno durante dicho conflicto, en materia tanto de su organización, como de los recursos con los que contaba y también su gestión. Al respecto, Le Léon destacó inconsistencias referentes a la cohesión del ejército en determinadas fechas y también a su desorganización a medida que la guerra se desarrollaba, comentando, por ejemplo, con respecto a los regimientos:

*“Vimos a muchos de ellos descansando detrás de los arbustos al abrigo de las balas y del sol. Muchos buscaban bebidas en las tiendas de los oficiales, abandonadas precipitadamente... La presencia de soldados ebrios y armados, a veces indiscretos, nos hacía apresurar nuestras cabalgaduras fatigadas para acercarnos a la zona de acción. Es a este desmenuzamiento de las fuerzas que se debe la cifra elevada de pérdidas entre los oficiales. Estaban obligados a ponerse por delante para entrenar a los soldados agrupados sin orden, y perteneciendo a compañías diferentes”.*<sup>22</sup>

Con respecto a la procedencia de los hombres, el observador francés señalaba que algunos *“provenían de una población agrícola, y disponían con gusto sus campamentos durante los paseos, con jardines improvisados”*, y a pesar de que *“en muchos casos se podía creer que uno estaba en presencia de tropas comparables a las buenas tropas europeas, muchas veces, por el contrario,*

21 QUIROGA, Patricio y MALDONADO, Carlos. El prusianismo en las Fuerzas Armadas chilenas: Un estudio histórico 1885-1945. Chile. Ediciones Documentas. 1988, p. 21.

22 LE LEÓN, Eugène Marie. “Recuerdos de una Misión en el Ejército Chileno”. Editorial Francisco de Aguirre. Santiago, Chile. 1969, p. 56.

*se encontraban soldados mal vestidos y poco disciplinados".* <sup>23</sup> Lo cierto es que la organización del Ejército de Chile durante la Guerra del Pacífico contaba con una menor cantidad de figuras de mando que los ejércitos de Perú y Bolivia. Asimismo, había regimientos con objetivos y funciones específicas, pero que terminaban cumpliendo otras. Por ejemplo, relata Le Léon que, en los inicios de la guerra, *"existían cinco regimientos de línea y un regimiento de ingeniería, 'los zapadores'. Pero durante la última campaña, este regimiento solo tuvo que hacer algunos trabajos sin importancia para los movimientos de la artillería (puentecillos, llenamientos de fosos, descombramiento, etc.)"*, <sup>24</sup> operando en la práctica como soldados de línea.

Con respecto a las figuras del Alto Mando, el oficial francés subrayaba que *"mientras que el Perú y Bolivia tienen estados mayores innumerables, Chile se distingue por el pequeño número de sus oficiales superiores. Antes de la guerra, no había más que tres generales en actividad; más tarde se nombraron otros tres. En cuanto a los coroneles, había solamente doce, empleados como jefes de estado mayor o comandantes de brigada; de modo que los regimientos no tenían a su cabeza más que tenientes coroneles a los que se llamaba comandantes"*.<sup>25</sup>

De la misma forma, Le Léon resaltaba el modo en que las consecuencias de dicho desorden organizacional se tradujeron en una mayor cantidad de pérdidas en los combates, incluso cuando estos eran más cortos y había una menor cantidad de efectivos por ambos bandos. A su juicio, *"se combatía más en desorden. Además, a corta distancia, la horizontalidad del terreno favorecía mucho el tiro de los peruanos. Los agujeros hechos en los muros de tierra seca recibían los cañones de los fusiles y se tiraba derechamente por delante, a menudo sin apuntar. Por el contrario, los peruanos parecían que hubiesen sido menos bien experimentados que en la primera batalla. Su retirada estaba asegurada, y la venida de la noche coincidiendo con el fin de la lucha, impidió la prolongación de la persecución. Se han dicho cifras diversas; creemos que la verdad aproximada es de tres mil hombres fuera de combate para Miraflores"*.<sup>26</sup>

De ese modo, Le Léon concluía sobre el Ejército chileno que *"la Guerra del Pacífico ha revelado un pueblo guerrero, el de Chile, cuya opinión ha estado constantemente en favor de la continuación de la lucha y de la expedición contra Lima. Los hombres están habituados a soportar grandes fatigas por la naturaleza de sus ocupaciones (agricultura, minas, comercio marítimo)"*, además de contar con jinetes de alta competencia. El oficial galo también subrayaba el sentimiento de superioridad y orgullo que primaba en Chile con posterioridad a la guerra, dado que reinaba *"en toda la nación un sentimiento profundo de la superioridad de la raza, de las costumbres, y de la organización, sobre las de sus vecinos del norte. Todos están*

---

<sup>23</sup> *Ibidem*, p.75

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> *Ibidem*, p.73

<sup>26</sup> *Ibidem*, pp. 56 - 58

*orgullosos de su país, que marcha desde largo tiempo por las vías del progreso, no obstante, la desigualdad real de clases. Ahora su orgullo está sobreexcitado*".<sup>27</sup>

En palabras de Ferenc Fischer, el conflicto entre Chile, Perú y Bolivia *"fue una de las guerras más importantes en la historia de América del Sur. La situación de la política exterior y militar tras la guerra del Pacífico creó condiciones que colocaron en un primer plano el papel del ejército chileno, haciendo necesaria su modernización"*.<sup>28</sup>

Fueron estas características negativas antes desarrolladas, sobre todo el desorden y la falta de cohesión, las que provocaron la necesidad de implementar cambios en el modelo de organización militar chileno. Así, la clase dirigente comenzó a observar los modelos extranjeros europeos, encontrando inspiración en el Ejército del Imperio Alemán, en virtud de los resultados de la guerra franco-prusiana.<sup>29</sup> De hecho, dicho conflicto no había pasado inadvertido o en Chile, hasta que en 1870 el periódico semanal, *El Faro Militar*,<sup>30</sup> concebido como órgano del Ejército, de la Marina y de la Guardia Nacional, publicó una multiplicidad de artículos con información respecto del conflicto franco-prusiano. Hubo un seguimiento permanente de las operaciones, publicándose datos históricos, políticos, topográficos y estadísticos de las principales ciudades situadas a orillas del río Rhin, con la finalidad de permitir un mayor conocimiento de las operaciones que en ella se desarrollaban.

En este orden de ideas y finalizada la Guerra del Pacífico, se había observado por parte de algunos mandos militares la necesidad de modernizar y profesionalizar a la fuerza militar acorde a las nuevas técnicas bélicas y tecnologías disponibles, lo que implicaba realizar cambios en la forma de concebir y combatir una guerra tanto en lo táctico como en lo estratégico.<sup>31</sup> De hecho, la Revista Militar reconocería en 1885 que *"la guerra que empezó en 1879 nos sorprendió sin preparación alguna"*.<sup>32</sup> Al decir de Enrique Brahm, *"resultaba evidente que las tropas chilenas seguían aferradas a sistemas tácticos que ya aparecían sobrepasados, sobre todo, si se tenía en consideración la evolución que habían tenido las fuerzas armadas en algunas de las principales potencias europeas"*,<sup>33</sup> por sobre todo las de Alemania. De acuerdo con Ferenc Fischer, esto crearía además *"una buena ocasión para que Alemania reafirmara su presencia en Chile a través de la influencia militar y después"*.<sup>34</sup> Enrique Morel, Julio Heise y Virgilio Espinoza advierten que el Ministerio de Guerra desarrolló los primeros

27 *Ibidem*, p.70

28 FISCHER, Ferenc. "La expansión (1885-1918) del modelo militar alemán y su pervivencia (1919-1933) en América Latina". 2008, p. 135.

29 DUFNER, Georg, FERNANDOIS, Joaquín y RINKE Stefan. "Chile y Alemania, 1850 hasta hoy: un Manual". 2016.

30 Con artículos exclusivamente militares, *El Faro Militar*, tiene como objetivo "desarrollar entre los que han abrazado la noble profesión de las armas, el gusto por el estudio, transcribiéndoles cuantos adelantos se hacen el viejo mundo i en los Estados Unidos de Norte América, refiriendo los grandes hechos militares que han llevado a cabo los más grandes hombres". El primer número de este periódico sale el 4 de septiembre de 1870 y el último el 26 de marzo de 1871, constando de 26 ediciones.

31 ARANCIBIA, Patricia. 2007. *Op. cit.*

32 REVISTA MILITAR. 9 de abril de 1885, p. 23.

33 BRAHM, Enrique. 2006. *Op. cit* p. 15. Santiago, Chile. Centro de Estudios Bicentenario, p. 8.

34 FISCHER, Ferenc. 2008. *Op. cit.*, p. 135

trabajos y evaluaciones acerca de las operaciones realizadas entre 1879 y 1884, comparándolas con campañas europeas de la misma época, concluyendo que era fundamental:

- "1° Mantener una fuerza capaz de defender al país en caso de una agresión externa;
- 2° Dicha fuerza debía estar organizada desde el tiempo de paz y entrenada convenientemente para servir el molde en el cual se vaciarán las reservas que constituirían el Ejército de campaña;
- 3° Este Ejército debía tener un mando encargado del estudio de los planes que debían desarrollarse en el futuro;
- 4° El mando debía abocarse a la evaluación del o los posibles teatros de operaciones, como asimismo el de los posibles adversarios;
- 5° El Ejército debía tener una instrucción actualizada, individual y colectiva y disciplina acorde con los tiempos que se vivían;
- 6° La organización no solo debía abarcar las fuerzas combatientes sino lo que era muy importante, la de sus servicios, dadas las experiencias que habían dejado las pasadas campañas;
- 7° Era indispensable modificar las disposiciones militares que regían entonces, siendo imperioso comenzar por la revisión de la Ordenanza General del Ejército;
- 8° Debían modificarse las disposiciones relativas a la administración de justicia, tribunales, sanciones y fueros militares;
- 9° Transformar la profesión militar en una carrera digna, para que sus componentes se sintieran orgullosos de pertenecer a ella; para lo cual debían reformarse las leyes de sueldos, gratificaciones y recompensas;
- 10° Uniformar el vestuario del Ejército;
- 11° Renovar el material de guerra, adquiriendo lo más moderno en uso de los países europeos; y,
- 12° Formar una oficialidad y sub-oficialidad idónea para el mando de las Unidades del Ejército, etc."<sup>35</sup>

Esta visión autocrítica al interior del Ministerio de Guerra en materia de desempeño y aspectos técnicos del ejército chileno durante la Guerra del Pacífico, se sumó el hecho de que las tensiones en el Cono Sur no cesaban y Chile necesitaba de una fuerza militar permanente que le permitiera resguardar su soberanía nacional.<sup>36</sup>

Tras la victoria en "la guerra del salitre", el ejército chileno consideró como una tarea de primer orden asegurar las ensanchadas fronteras nacionales y el *statu quo* territorial.<sup>37</sup> Sin embargo, el aseguramiento de las fronteras no era una tarea fácil. Debido a las condiciones de la época, un ejército de prácticas anticuadas y que requería una profunda modernización. Se hacía imperativo entonces, contar con "la creación de un ejército moderno, fuerte, de potencial bélico, del cual Chile

35 Mayor General Enrique Morel, Julio Heise y Virgilio Espinoza (1982). "Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la influencia alemana (1885-1914)". Santiago, Chile, p. 17-18.

36 CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA SOBERANÍA. *Op. cit.*

37 FISCHER, Ferenc. 2008. *Op. cit.*

*no disponía para la década de 1880. Para alcanzar una reforma militar eficaz y relativamente rápido, Chile tenía que importar la competencia militar. La mayoría de la entonces dirección política y militar chilena eligieron como modelo al modelo militar prusiano".*<sup>38</sup>

Uno de los oficiales claves a efectos de la concreción del proyecto modernizador prusiano fue Jorge Boonen Rivera<sup>39</sup> y ello queda de manifiesto el año 1947, cuando dio una importante entrevista, en la que entregó detalles sobre su carrera en el Ejército en los periodos durante y posteriores a la Guerra del Pacífico, participando de las batallas de Tacna, Chorrillos y Miraflores.<sup>40</sup> Boonen Rivera relata que, ya cercanos al final de la guerra y mientras se desempeñaba en Chile como ayudante en la Escuela Militar, identificó “el vacío del plan de estudios”, así como las prácticas “anticuadas” y “erradas” que todavía se instruían en el ejército chileno.

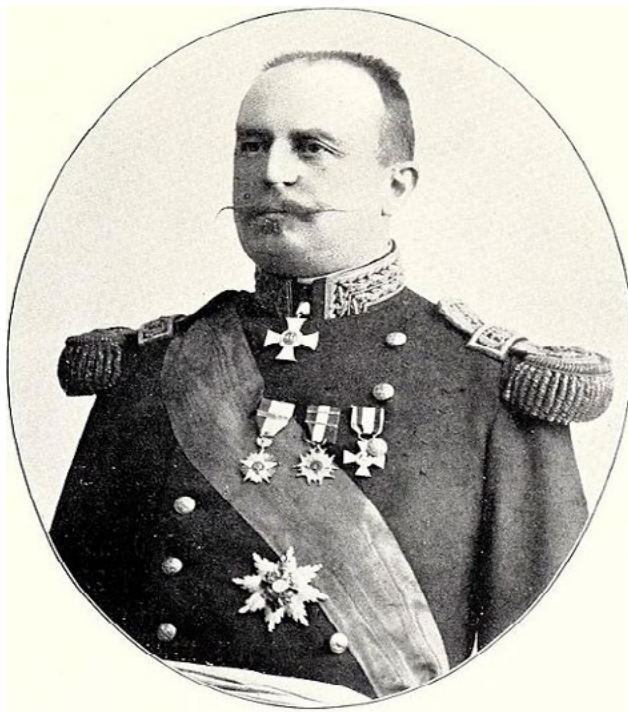


Imagen N°4: General de División Jorge Boonen Rivera. Fotografía tomada el año 1904.

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Jorge\\_Boonen](https://es.wikipedia.org/wiki/Jorge_Boonen)

<sup>38</sup> *Ibidem*.

<sup>39</sup> General de División, Jorge Boonen Rivera (1858 - 1921), militar chileno, de ascendencia alemana que se desempeñó como Inspector General del Ejército desde el 19 de abril de 1910 al 26 de abril de 1921. Ingresó al Ejército al ser movilizado como subteniente durante la Guerra del Pacífico, finalizando la guerra con el grado de capitán. Participó en forma personal en Alemania en 1911 en la recepción y prueba del material de artillería Krupp cal. 105 mm, material muy moderno en la época, de cual estaba dotado el propio Ejército alemán. Su predecesor fue el general Emilio Körner Henze, del cual fue un estrecho colaborador en la modernización del Ejército chileno.

<sup>40</sup> Entrevista a Jorge Boonen Rivera, por Armando Donoso. Recuerdos de Cincuenta Años. 1947. Santiago, Chile.

Con posterioridad, Jorge Boonen Rivera pormenorizaba el modo en que, al finalizar la guerra, es llamado por el gobierno para servir como ayudante personal y agregado al entonces vicealmirante Patricio Lynch, con el objetivo de retomar relaciones con España. El viaje a la Península Ibérica tiene lugar en octubre del año 1884, siendo acompañados también por José Toribio Medina en calidad de secretario. Es durante el transcurso de este viaje, y en conversaciones con Francisco Subercaseaux, quien había comprobado de primera fuente los vacíos que afectaron al ejército chileno en las campañas contra Perú es que pudo reafirmar sus convicciones sobre el ejército. En esa misma instancia también iba personal de la Legación, discutiendo temas relacionados a las necesidades de estudiar una buena planta para la Escuela Militar, y de institutos técnicos que se preocuparan de entregar una mejor instrucción al arma de artillería y al servicio del Estado Mayor.<sup>41</sup>

En paralelo, Chile había identificado que *“las propias contingencias de la guerra habían significado un proceso de modernización al fragor del desarrollo bélico mismo; resultaba evidente para el alto mando militar, desde su experiencia en el conflicto bélico con Perú y Bolivia, lo necesario que era reformular lo realizado hasta ahora. Lo anterior tuvo un eco en los gobiernos nacionales y se procedió enviar observadores militares a Europa a fin de que recabasen información en relación a una posible contratación de militares extranjeros”*.<sup>42</sup> Durante su estadía en Alemania y gracias a las facilidades que le fueron otorgadas por la Legación, Boonen Rivera relata cómo comprendió que Chile se encontraba “dos siglos atrasado en materia de reglamentos tácticos”, por lo que *“se impuso de los elementos de progreso tan sencillos como admirablemente bien concebidos”*, textos de enseñanza que poseían las escuelas militares prusianas.<sup>43</sup>

Como hemos visto hasta aquí, Boonen Rivera fue uno de los principales artífices, estrechando relaciones entre Alemania y Chile, mientras permanecía como agregado militar en Madrid, lo que le permitía una posición privilegiada. A partir de un conjunto de estudios publicados en la Revista Militar de Chile entre 1885 y 1886, Boonen *“analizó las escuelas de guerra, la instrucción militar y las academias de guerra en Prusia”*. El mismísimo Secretario de la Legación chilena en Berlín, don Guillermo Matta, apoyó a Boonen en la iniciativa de contar con instructores alemanes, lo que generó las condiciones para la contratación el año 1885 del instructor alemán Emilio Kórner”,<sup>44</sup> capitán de artillería y profesor de las Escuelas Unidas de Artillería e Ingenieros de Charlottenburgo.

---

<sup>41</sup> *Ibidem*.

<sup>42</sup> DUFNER et al. 2016. *Op. cit.*, p. 76

<sup>43</sup> Entrevista a Jorge Boonen Rivera. 1947. *Op. cit.*

<sup>44</sup> DUFNER et al. 2016. *Op. cit.*, p. 77

## 2. La llegada del instructor alemán Emil Körner y su diagnóstico (1885-1886)

Tras una acuciosa búsqueda, el gobierno de Chile contrató a un instructor prusiano llamado Emil Körner, quien ofrecería un diagnóstico o estado del arte sobre la situación militar de Chile, a su llegada. En efecto, la prusianización del ejército chileno sería un fenómeno iniciado en gran parte por las gestiones de Emil Körner, quien, a partir del año 1885, se incorporaría a la Escuela Militar en calidad de “profesor de artillería, infantería, dibujo de planos y de historia y táctica militar”<sup>45</sup> por un periodo de 5 años.

En el plano militar, según lo detallado por Georg Dufner,<sup>46</sup> la relación con Prusia también se estrecharía al punto de que el consejo militar de Emilio Körner, tras fundar la Academia de Guerra del Ejército, llegaba a los más altos puestos de la jerarquía castrense. Pero no se limitaba allí, en esa esfera del sistema educativo se funda el Instituto Pedagógico en 1890, tras un proceso de estudio y reclutamiento de profesores en Berlín promovido y realizado por Valentín Letelier. No obstante, este proceso no estuvo exento de problemas e incertidumbres.



Imagen N°5: Oficiales del Ejército, autoridades civiles y eclesiásticas en la Sede del del Seminario Pontificio Mayor (actual Iglesia de los Ángeles Custodios), en Providencia.<sup>47</sup> Año 1897.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

Por de pronto, la *“influencia prusianizadora del militar alemán era notoria en la oficialidad chilena”*,<sup>48</sup> alcanzando una gran relevancia más allá del Ejército, como queda en evidencia

<sup>45</sup> ARANCIBIA, Patricia. 2007. *Op. cit.*, p. 204.

<sup>46</sup> DUFNER *et al.* 2016. *Op. cit.*

<sup>47</sup> De izquierda a derecha: comandante general de Armas de Santiago, general Emilio Körner Henze; arzobispo de Santiago, don Mariano Casanova y Casanova; ministro de Guerra y Marina, don Benjamín Vergara Echavarría; embajador de España en Chile, don Salvador López Guijarro; canónigo desconocido; presbítero Miguel Rafael Prado Prado y el general Fernando Lopetegui Mackay

<sup>48</sup> CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA SOBERANÍA. *Op. cit.*

en las solicitudes expresas al Gobierno de *“mayores recursos para la Academia de Guerra, pues quería implementar con más eficiencia los cursos de idiomas, ciencias e historia natural, además de introducir criterios de integración y coordinación en el uso de armas entre las ramas de Caballería, Infantería y Artillería del Ejército”*.<sup>49</sup> No obstante, si bien el objetivo estaba definido, su implementación no sería fácil de realizar.

La evolución y dinámica de los hechos registra que, al llegar a Chile, el oficial prusiano se encontró con una realidad muy distinta a la que conocía en su país de origen. En su opinión, si bien el ejército chileno se destacaba por el amor propio y orgullo posteriores a la guerra, no lo hacía por su preparación militar. Al respecto, describió Körner: *“en el terreno de la preparación militar estaba al nivel de los reglamentos napoleónicos y de la práctica de artistas de la forma... observando que el Ejército de Chile era capaz de ejecutar pasos y formaciones completas, pero considerando también que... desconocía las formas de combate, prácticas de campo, tiro y lucha con bayoneta; tampoco conocía la clase teórica sobre el efecto de sus armas, ni marcha ni ejercicios de combate”*.<sup>50</sup>

Adicionalmente, en el Ejército de Chile se veía un claro reflejo de temáticas sociales de clases, donde *“lejos de ser una mezcla de todas las clases de la sociedad, se componía de las personas que no tenían capacidad o vocación para otra ocupación”*, lo cual además estaba acompañado de indisciplina que podía verse incluso en el cuerpo de oficiales debido a que gran parte de este se encontraba compuesto de soldados ascendidos de las mismas tropas, en conjunto con egresados de la Escuela Militar de Santiago. Frente a estos aspectos, Körner era particularmente crítico, señalando que *“los oficiales venidos de la tropa lo habían conseguido mayoritariamente gracias a muchas muestras de capacidad personal en la guerra, pero en general permanecían igual que la tropa por lo que era difícil que actuaran como un ejemplo sobre esta”*.<sup>51</sup>

Esta realidad complejizaba la situación de las tropas, ya que el ejército que había estado presente al librar la Guerra del Pacífico, aquel que congregaba a jóvenes de toda condición social, ahora se constituía en su mayoría *“por individuos provenientes del último escalón de la sociedad, semidestruidos por una serie de vicios, que llegaban a servir en las filas del ejército por carecer de otra alternativa y que vivían en un ambiente sórdido y bajo condiciones morales reprobables”*.<sup>52</sup> Esto último se veía potenciado por una amplia tasa de desertión en el Ejército, lo que podía verse reflejado en la Memoria de Guerra del año 1888, donde se señalaba que *“el reclutamiento de individuos para el Ejército tropieza en la actualidad con numerosísimas dificultades y las desertiones reducen constantemente sus filas”*.<sup>53</sup>

---

49 *Ibidem*.

50 KÖRNER, Emil. “Die historische Entwicklung der chilenischen Wehrkraft”, separata del Militär-Wochenblatt, 5. 1910, pp. 131 a 174.

51 *Ibidem*, pp. 131 a 174.

52 KÖRNER, Emil. 2007. *Op. cit.*, pp. 204-206.

53 MEMORIA DE GUERRA 1888, p. VII

A lo señalado se suma que el mayor Boonen y el coronel Körner identificaban un problema central relacionado con “los procedimientos de enganche”, detallando que *“a las filas ingresaban aquellos elementos, que han sido desplazados de las actividades agrícolas e industriales”*; por ello, sostenían que el cuadro de clases estaba *“lejos de poseer la instrucción que necesitan para el desempeño de sus modestas, pero importantes, funciones”*.<sup>54</sup>

En 1885, la Memoria del Ministerio de Guerra mencionaba respecto del cuerpo de oficiales, que en aquella época la mayoría se distinguía *“por su valor y entusiasmo, pero que necesitan completar su educación militar con conocimientos que les permitan sacar mayor partido de sus otras cualidades”*.<sup>55</sup> En la misma línea, la Memoria de Guerra del año siguiente abundaba en que *“la circunstancia de haber entrado al cuerpo de oficiales, con ocasión de la guerra, individuos que no tenían preparación militar alguna, aconseja completar los conocimientos prácticos que la campaña ha dado a esos jóvenes, con las nociones científicas profesionales que ahora son indispensables”*.<sup>56</sup>

La responsabilidad frente a las necesidades de formación que se hacían presentes en el Ejército de Chile recayeron en Körner y Boonen, es decir, la conformación de un proyecto de reforma al plan de estudios castrense nacional. Como es planteado por Luis Brieba, estas reformas *“debían introducirse en el plan de estudios de la Escuela Militar y en la organización de un establecimiento de instrucción superior técnica, en el cual jóvenes tenientes y capitanes pudieran ir a completar sus conocimientos técnicos y a prepararse para el profesorado en la Escuela Militar”*. Al mismo tiempo, continuaba argumentando Brieba, a partir de la mayor preparación en términos académicos, se esperaba que fuesen *“los propagadores de la enseñanza de los reglamentos modernos en sus respectivas Armas”*.<sup>57</sup> Esto finalmente se tradujo en la generación de un informe que, encontrando una gran acogida por parte del expresidente Santa María y su ministro de Guerra, Carlos Antúnez, permitió la creación de la Academia de Guerra, mediante el Decreto del 9 de septiembre de 1886, que incorporaba múltiples considerandos recopilados por José Antonio Varas,<sup>58</sup> los que abordaban las necesidades de formación en el Ejército de Chile, precisamente en la línea de lo que Körner y los documentos oficiales habían sostenido con anterioridad.

Como resultado de la mirada del instructor Emilio Körner, el entonces *“Almirante Patricio Lynch y el Mayor Jorge Boonen Rivera habían logrado convencer al Presidente Santa María de adoptar estas medidas de avanzada en la región”*. De ese modo, *“más tarde, en España y Alemania, ambos*

54 Mayor General Enrique Morel, Julio Heise y Virgilio Espinoza. “Historia del Ejército de Chile. Tomo VII. Op.cit., p. 80.

55 MEMORIA DE GUERRA 1885, p. XII

56 MEMORIA DE GUERRA 1886, p. XVIII

57 BRIEBA, Luis. “Reseña histórica de la Academia de Guerra 1886-1915”, Santiago, citado por Morel, Heise y Espinoza (1982). “Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la influencia alemana (1885-1914)”. 1915, pp. 42-43.

58 VARAS, José Antonio. “Recopilación de Leyes, Ordenes, Decretos Supremos y Circulares concernientes al Ejército desde enero de 1884 a diciembre de 1887”. Tomo VII. Santiago. Citado por Morel, Heise y Espinoza (1982). “Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la Influencia Alemana (1885-1914)”. 1888, p. 43

*reunieron una gran cantidad de conocimientos para modernizar y profesionalizar el Ejército, las que Boonen trasladó hasta la Academia de Guerra, de la que era profesor*".<sup>59</sup> Como lo describe Patricia Arancibia, y producto de esta relación como, Körner escribió junto a Boonen Rivera su tratado denominado "Estudios sobre Historia Militar", donde analiza la Guerra Franco-Prusiana, la Guerra del Pacífico y la situación de los demás ejércitos del continente, *"dejando atrás los viejos criterios y los errores que hasta entonces se mantenían por la influencia de los obsoletos reglamentos militares español de 1807 y francés de 1862"*.<sup>60</sup>

Pero la influencia militar prusiana no solo implicaba la adaptación de la estructura, sistema educativo y la dimensión doctrinaria-espiritual, también junto a esos cambios sustanciales hubo modificaciones formales, siendo la más característica de estas últimas la vestimenta al estilo prusiano, motivo por el cual el Ejército chileno sería conocido como los "prusianos de América del Sur".<sup>61</sup>

La creciente influencia alemana, sin embargo, no estuvo ajena a polémicas, a medida que sus efectos comenzaban a experimentarse tanto en los fundamentos, como en la formalidad del Ejército. Como consignan Dufner, Fernandois y Rinke, esto, por de pronto, provocó inquietud *"al interior de las élites intelectuales chilenas"*, que, impulsadas por Eduardo de la Barra, pusieron *"en duda el real aporte de los profesores germanos en Chile, como también a las consecuencias negativas de sus labores en la educación nacional"*.<sup>62</sup> De hecho, la controversia generada fue tildada por Eduardo de la Barra como el "embrujo alemán", y vio surgir discusiones respecto a la identidad nacional, principalmente debido a que, a su juicio, *"dejaba entrever la cuestión respecto de la inserción cultural de Chile en el ámbito europeo"*. De la Barra criticaba el hecho de que los chilenos "sacrifiquen el pasado", "negando la verdad histórica" lo que dejaba entrever hasta qué punto la influencia germana atentaba contra la tradición cultural chilena.<sup>63</sup>

En otras palabras, De la Barra combatía el modelo alemán puesto que a su juicio Chile había sido educado en el sistema francés y debía respetar su propia historia. En contraparte, como también reparan Dufner, Joaquín Fernandois y Stefan Rinke, *"el propio Valentín Letelier se hizo eco de tales acusaciones criticando a aquellos que se empeñaban 'en romanizar la nación, negando la comunión a todo chileno que no se declara romano'"*.<sup>64</sup> En ese sentido, Letelier afirmaba que tras ese repudio a lo alemán se escondía, ni más, ni menos, que una lucha en contra de la ilustración del pueblo chileno. De hecho, estos tres autores concluyen, categóricamente que:

---

59 ARANCIBIA, Patricia. 2007. *Op. cit.*, p. 204.

60 *Ibidem*.

61 FISCHER, Ferenc. 2008. *Op. cit.*, p. 139

62 DUFNER et al. 2016. *Op. cit.*, p.76

63 *Ibidem*.

64 *Ibidem*, p. 66

*“Interesante resulta advertir que esta inclinación por la formación militar prusiana, como el mismo representante en Berlín Domingo Gana lo evidencia, no fue tan solo el resultado de decisiones militares o, incluso, del mundo uniformado. Es particularmente evidente en qué sentido la posición pro germana en los ámbitos científicos y pedagógicos, ya antes descritos, se vincularon al mundo militar”. Este respecto, la influencia de Valentín Letelier fue crucial, estudió el modelo de educación tanto pública como militar alemán, y, a partir de conversaciones con el ministro de Guerra, Darío Risopatrón, se infería la importancia de estudiar dicho modelo. A partir de sus observaciones, concluyeron en la convicción de Letelier de que “la formación militar en Chile, siguiendo el modelo germano, debía basarse en las ciencias técnicas que atañen al ramo”. Por otro lado, había que construir “las bases de un sistema jerárquico fundado a la vez en la antigüedad y en el saber”: así como lograr “que nuestros oficiales se dediquen a estudiar nuestro territorio, nuestras fronteras, nuestros recursos, nuestros medios de transporte. Educación, formación pedagógica y ciencia se unían en Alemania”.<sup>65</sup>*

### 3. Inicio de la modernización institucional (1886-1895)

A partir del año 1885 comienzan una serie de cambios respecto a la carrera militar como profesión en Chile, marcados fuertemente por la influencia del ejército prusiano. Ello fue el resultado de la evaluación realizada por parte del alto mando del Ejército de Chile, identificándose cambios que eran necesarios realizar, no solamente en la parte académica. Emilio Körner, quien había venido a Chile con el objetivo de instruir al Ejército respecto a las prácticas militares prusianas, aportó con ello a la modernización del ejército. Sin embargo, su aporte no fue únicamente académico, y la influencia del instructor prusiano se pudo observar rápidamente en otros aspectos. En efecto, la aproximación y las modernizaciones impulsadas por Körner respondían a ideas centrales que se puede resumir en tres, las que empezaron a desarrollarse en el Ejército chileno a fines del siglo XIX:

- a) La guerra pasó a ser considerada como una ciencia.
- b) El Ejército llegó a ser un motor del progreso nacional.
- c) El país debía contar con un Ejército preparado para la guerra.

*"Se trataba, en resumen, de contar con soldados del más alto nivel, profesionales, dispuestos a servir al país en guerra y en la paz".<sup>66</sup>*

Asimismo, en esta dinámica modernizadora aparecieron revistas del Ejército como la Revista Militar de Chile, El Ensayo Militar, y El Círculo Militar, que llevaba el nombre de la institución en la cual se originó, una institución que actuaba como “centro de fraternidad y estudio al interior del

<sup>65</sup> *Ibidem*, p. 77

<sup>66</sup> SAN FRANCISCO, Alejandro. “El Círculo Militar y la voz de los soldados chilenos, 1888 -1891”. 2005, p.4

*Ejército nacional*".<sup>67</sup> Simultáneamente se empezaron a recibir numerosas publicaciones internacionales de carácter militar, manteniendo así el conocimiento actualizado respecto a las prácticas que se ejercían fuera del país, con especial foco en Europa. Lo anterior respondía principalmente a una mayor instrucción complementaria a las impartidas a modo de clases. En la práctica, el Círculo Militar *"comenzó con algunas publicaciones que tenían por objetivo difundir la doctrina e ideales del Ejército, así como también tratar sobre ciertos temas de actualidad y de mejoramiento de la profesión militar..."*.

El segundo aspecto se manifestó porque el Ejército recibió numerosas revistas y periódicos extranjeros, que permitieron al país estar al día en los temas profesionales, según se estaban trabajando los asuntos militares en los países europeos y en otros continentes.<sup>68</sup>

El Círculo Militar en particular, como institución, vivió un rápido crecimiento dentro del Ejército, ya que *"llegó a contar con cientos de socios después de unos meses"*, contando *"con una importante participación de más de 400 personas, entre ellos varios generales, tales como Marco Aurelio Arriagada, Santiago Amengual, Luis Arteaga, Orozimbo Barbosa y José Velásquez"*. Entre sus objetivos institucionales se encontraba particularmente la instrucción, por lo que como institución publicaban La Revista Militar de Chile dos veces al mes, para que así se difundiera *"el estudio de todo aquello que se relaciona con el arte de la guerra y por todo lo que tienda a ensanchar los conocimientos profesionales y a mejorar la condición actual"*.<sup>69</sup>

Adicionalmente, surgió la revista El Círculo Militar con el objetivo de llegar *"a los soldados de las guarniciones más apartadas, que sirviera de distracción, que contribuyera a la instrucción y ayudara al perfeccionamiento moral de los militares"* y así contribuir también a la identificación de los soldados con la labor militar que ejercían. La publicación tenía además el objetivo de procurar *"la instrucción del personal de tropa del Ejército, para lo cual se hacía necesario que en sus páginas tuvieran cabida los diferentes temas que contribuyeran al logro de ese objetivo. De la misma manera, aparecían figuras, hechos históricos destacados y también algunos cuentos y escritos que sirvieran para la formación de los soldados"*.<sup>70</sup>

De ese modo, la Revista Militar de Chile postulaba en julio de 1885 la necesidad de una "reorganización del ejército", celebrando que el Estado asumiera esa labor, y sugerían la elaboración de un Código Militar, el establecimiento de un Estado Mayor permanente y una reforma a la Escuela Militar.<sup>71</sup> En noviembre del mismo año, Jorge Boonen Rivera, agregado

---

67 *Ibidem*, p.6

68 *Ibidem*.

69 *Ibidem*.

70 *Ibidem*, p.7

71 REVISTA MILITAR DE CHILE. "Reorganización del Ejército". 08 de agosto de 1885,

militar en Berlín, entregaba exhaustivamente pormenores sobre la formación militar del Imperio Alemán, en particular sobre sus escuelas de guerra, dando a conocer índices bibliográficos de autores alemanes que tratan detalles sobre cursos teóricos, ejercicios prácticos, y formación en general.<sup>72</sup> Al mes siguiente, Juan G. Matta, en representación de la Legación de Chile en el Imperio Alemán, también publicó una memoria en la Revista Militar de Chile explicando a qué se debían las virtudes del ejército prusiano y cómo el imperio mantenía en buen estado sus fuerzas militares, detallaba su organización y modos de instrucción, que abarcaban cursos sobre fortificaciones, táctica y topografía militar, entre otros temas.<sup>73</sup>

Al año siguiente, Jorge Boonen Rivera publicaría varios informes en la Revista Militar de Chile, referentes a la organización militar del Imperio Alemán, en su calidad de agregado militar a la legación de Chile en España. Así, en febrero de 1886, Boonen publicaría un artículo sobre la organización del Estado Mayor en Prusia, atendiendo a sus exigencias, dependencias, relaciones con otras oficinas militares, e incluyendo bibliografía militar prusiana.<sup>74</sup> A fines de ese mismo mes publicaría otro sobre la Academia Militar de Prusia, tratando pormenorizadamente de su administración, jurisprudencia, higiene, consideraciones generales sobre la enseñanza, disciplina, profesores, biblioteca, entre otros aspectos, desarrollando una reseña histórica, explicando el objeto de la academia, sus exámenes, modos de estudio de armas, etc.<sup>75</sup>

En febrero de 1886, también Julio Bañados Espinoza publicaba un texto, reflexionando sobre la posición de Chile post-Guerra del Pacífico. Bañados celebraba la labor de Boonen Rivera como agregado militar encargado de aprender sobre el ejército prusiano, y aseguraba que el Gobierno debía incorporar textos militares alemanes en la formación militar chilena. Exigía además, modificar los planes de estudio militares en Chile y modernizarlos al modo prusiano.<sup>76</sup>

Esta idea sería retomada más tarde por el mismo cuerpo editorial de la Revista Militar de Chile, en la que Manuel Bulnes, a título del Círculo Militar, reflexionaba sobre la necesidad de modernizar el Ejército de Chile.<sup>77</sup> Especialmente interesaba a estos actores que el Estado Mayor alemán debía tener influencia explícita en la formación del Estado Mayor chileno, detallando la organización del Estado Mayor prusiano, para ilustrar su posición.<sup>78</sup> Lo cierto es que el interés por el Ejército del Imperio Alemán era patente y sostenido. En octubre de

72 REVISTA MILITAR DE CHILE. "Las escuelas de guerra del Imperio Alemán". 01 de noviembre de 1885.

73 REVISTA MILITAR DE CHILE. "De la instrucción militar en Alemania". 15 de diciembre de 1885,

74 REVISTA MILITAR DE CHILE. "La organización del gran Estado Mayor en el Imperio Alemán". 01 de febrero de 1886,

75 REVISTA MILITAR DE CHILE. "La Academia militar de Prusia". 15 de febrero y 01 de marzo de 1886.

76 REVISTA MILITAR DE CHILE. "Guía para el estudio de la táctica en las escuelas militares reales de Prusia". 15 de febrero 1886.

77 REVISTA MILITAR DE CHILE. 1 de septiembre 1886, "Prospecto".

78 REVISTA MILITAR DE CHILE. 1 de noviembre 1886, Editorial.

1886, la revista publicó un minucioso artículo sobre Alemania y su vida militar, abordando las reformas introducidas por Federico Guillermo el Grande, el presupuesto del Ejército, la guerra Franco-Prusiana, además de otros aspectos, como por ejemplo, la conducta que debían tener los oficiales, que no podían tomar lugar en las carreras públicas de caballos, entre otras prohibiciones para mantener la dignidad del cargo como oficial del Ejército prusiano.<sup>79</sup> En ese mismo sentido, más tarde también publicaría un texto subrayando la disciplina militar prusiana, explicando sus beneficios.<sup>80</sup>

La Revista Militar publicó artículos no solo sobre la doctrina de la formación militar prusiana, sino también de su armamento, que hacia 1890 el gobierno chileno había encargado. Así, el coronel Diego Dublé Almeida (ubicado en Essen, Alemania) le escribía una carta a don Antonio R. González, informándole sobre su estadía en Europa. Le señalaba que residía en Alemania, en la fábrica Krupp, por cuanto había viajado a inspeccionar la construcción de unos cañones y encargados por Chile. De ese modo, entregaba detalles de la calidad de los cañones, su proceso de fabricación, entre otras materias, precisando que había tenido la oportunidad de conversar y compartir con oficiales jefes alemanes y que había aprendido sobre la organización militar alemana.<sup>81</sup>

En un sentido similar a lo señalado, Boonen Rivera daba cuenta de un debate previo sobre qué material de artillería era mejor, el alemán o el francés, incluyendo detalles estadísticos y pruebas, resultando vencedor la marca alemana Krupp.<sup>82</sup> Esta última discusión sería recurrente; por ejemplo, la revista publicaría en 1892 una breve crónica sobre la explosión de un cañón Krupp, escrita por J.C. Salvo, quien destacaba que los cañones franceses no habían explotado.<sup>83</sup> La compra de material de guerra fue fundamental para la adopción del modelo militar prusiano e incluyó el envío de Ministros Plenipotenciarios a Europa, encargados de coordinar la compra de armamentos y pertrechos de guerra, especialmente la compra de fusiles Mauser, cañones Krupp, baterías de montaña, cañones de campaña desmontables, baterías de cañones, baterías de morteros y cargas de pólvora.<sup>84</sup>

---

79 REVISTA MILITAR DE CHILE, 1 de octubre de 1886, "La vida militar en Alemania"

80 REVISTA MILITAR DE CHILE, 1 de diciembre de 1886, "¿Por qué el mejor método de disciplinar las tropas es el prusiano?"

81 REVISTA MILITAR DE CHILE, 1 de octubre de 1890, Correspondencia extranjera.

82 REVISTA MILITAR DE CHILE, 1 de octubre de 1890, "El tiro comparativo entre Krupp y De Bange, en Batauco, Chile".

83 REVISTA MILITAR DE CHILE e, 01 de febrero de 1892, "Explosión de un cañón Krupp".

84 MINISTERIO DE GUERRA, Documentos relativos a la compra de armamento, municiones y pertrechos para el Ejército (1889-1899). vol. 1783. Figuran copias de contratos de compras de pertrechos a Keller y Cia, Ludwig Loewe y Cia, Augusto Schriever y Cia, Fried Krupp, Weyersberg Kirsehlarm, entre muchas otras compañías, con listas de la compra, precios, descripciones, cantidades, etc.



Imagen N°6: Instrucción de tiro de fusil en el Regimiento "Yungay" en el año 1904. Tenida de instrucción de origen alemán.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

Mientras tanto, la Academia de Guerra del Ejército se constituiría como una institución que se proyectaba como un verdadero espacio universitario militar. Desde el Ministerio de Guerra se levantó una biblioteca acorde para la Academia, se diseñaron planes de estudio y programas de cursos, tomando por base los prusianos, que publicó la Revista Militar. Al interior de la Academia de Guerra, por ejemplo, Körner organizó que alumnos-cadetes de cuarto año de la Escuela Militar presenciaran ejercicios de artillería, coordinó viajes prácticos en algunos ramos, como Fortificación.<sup>85</sup> También se advertían ciertas resistencias por parte de oficiales de alta graduación, quienes no tenían los hábitos requeridos para el estudio, sugiriendo llamar estudiantes más jóvenes, más dóciles y moldeables.<sup>86</sup>

Si bien la mirada de Körner era bastante optimista respecto al funcionamiento temprano de la Academia de Guerra, en realidad su consolidación fue relativamente compleja. Esto, debido principalmente a la impronta prusiana que la caracterizaría. Es recién a partir del año 1891, luego de la Guerra Civil, que aquellos partidarios del modelo prusiano de instrucción consiguieron el poder necesario en el Congreso. Esta complejidad se ve reflejada tan temprano como comenzaría a funcionar la Academia de Guerra, momento en el cual, *"se daría una sorda lucha con algunos oficiales cercanos a Balmaceda, que ocupaban cargos claves en el Ejército, y que se habían formado en Francia. Serían los casos, por ejemplo, del General Luis Arteaga, Director de la Escuela Militar y luego de la Academia de Guerra, y del Inspector General de la Guardia Nacional desde 1889 y luego Ministro de Guerra, General José Francisco Gana, ambos con estudios en Metz"*.<sup>87</sup>

85 MINISTERIO DE GUERRA. vol. 1621, Oficios recibidos de la Academia de Guerra (1888-1889).

86 *Ibidem*.

87 BRAHM, Enrique. 2006. *Op. cit.*, p.15.

Si bien la resistencia se percibió principalmente en la Academia de Guerra, no se limitaba únicamente a ella. Considerando que la influencia prusiana se hacía notar también en la Escuela Militar, es que esta también era blanco de críticas. Hacia la Academia de Guerra existieron incluso intentos de argumentar a favor de su clausura, para su posterior reapertura. Al mismo tiempo, en el caso de la Escuela Militar, los objetos de críticas se encontraban en su plan de estudios, es así como *“con todos estos impulsos reformistas provenientes de oficiales de formación francesa que detentaban altos cargos bajo el Gobierno de Balmaceda, parecía que la prusianización había entrado en un callejón sin salida. Ello ayuda a explicar por qué Körner se decidió a apoyar a las fuerzas del Congreso en vísperas de la Guerra Civil”*,<sup>88</sup> apoyo que finalmente favoreció al instructor. En 1895 la Academia se veía positiva y significativamente alterada, debido a que llegarían al país –contratados por el Gobierno– distinguidos oficiales alemanes, que ocuparían varias plazas en la Academia de Guerra como instructores, dedicados a tiempo completo a la actividad docente, entregándole estabilidad al profesorado militar.<sup>89</sup> El arribo de estos instructores sería clave para la modernización del Ejército de Chile.



Imagen N°7: Revista de Reclutas en la Escuela Militar, 1909.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

Con respecto a la participación de oficiales chilenos en Alemania, el general Sáez plantea en sus memorias que muy pronto estos empezaron a frecuentar las filas del ejército alemán, quedando de manifiesto una cercanía que, con breves intermitencias, funcionó por casi 58 años. Así comenzó lo que el citado autor llama “germanización del ejército”. *“Ese fue el origen del calificativo de prusianos de Sudamérica con que nos bautizó la prensa extranjera”*.<sup>90</sup> Estos viajes

<sup>88</sup> *Ibidem*, p. 16

<sup>89</sup> MEMORIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE. 1919, pp. 219-220.

<sup>90</sup> SAÉZ Morales, Carlos. Recuerdos de un Soldado. Biblioteca Ercilla, Santiago, 1933, p. 24.

profesionales al país germano permitieron conocer la realidad social, económica y cultural in situ del ejército alemán y también de Alemania. Así también, se puede establecer que quienes concurrieron fueron los oficiales más destacados de esos años, considerando que eran los primeros puestos de la Academia de Guerra y aquellos oficiales propuestos por sus mandos para cumplir con este comando. Esto era relevante considerando que serían ellos quienes adquirirían el conocimiento y posteriormente, de vuelta en Chile, lo masificarían al resto del ejército.

Sin lugar a dudas las consecuencias de esta interacción y acercamiento trascenderán lo meramente formal creándose amistades que perdurarán en el tiempo y otras se reencontraron en otros grados, como le ocurrió al General Francisco Javier Díaz Valderrama en 1929, con el Comandante en Jefe Del Ejército Alemán General Wilhelm Heye, lo que permitió estrechar nuevamente esos lazos entre ambos ejércitos después de más de 20 años desde que se conociesen, estando Díaz comandado en Alemania. Cabe destacar que el proceso de concurrencia de oficiales chilenos a la nación germana tenía la denominación de “comando” y que implicaba en virtud de un acuerdo o concesión del emperador alemán y el presidente de la comisión militar en Europa, que aquellos oficiales se incorporaban al ejército con el mismo grado que ostentaban en Chile y también con iguales prerrogativas. Al respecto, Ferenc Fischer consigna que:

*“Para la visita privada del general Heye pudo ser creada una posibilidad única –y bien aceptable para el mundo exterior, así como también para la prensa internacional– por su enlace de amistad de 24 años y más con el inspector general del ejército chileno, el general Francisco Javier Díaz. Es de saber que Díaz, de joven capitán, había pasado tres años en Alemania, perteneciendo a los cerca de 200 jóvenes oficiales chilenos que habían sido enviados, antes de 1914 a las instituciones militares y regimientos prusianos por dos o tres años. Su relación de amistad se mantenía por los años con correspondencia regular, más aún, a partir de los años veinte, cuando ascendieron los dos jefes superiores del ejército de sus respectivos países se formó entre estos una cooperación militar muy estrecha y secreta por las deliberaciones inhibitorias del Tratado de Versalles”.<sup>91</sup>*

Este es uno de los elementos fundamentales de la primera parte de la prusianización del Ejército de Chile, que sentó las bases institucionales, doctrinarias, materiales y humanas para su modernización, al mismo tiempo que articulaba redes socioculturales transnacionales entre los oficiales chilenos y alemanes. Entre los años 1886 y 1910 hubo un acercamiento inédito no solo con respecto a Chile, sino también en materia de las relaciones entre Europa y América Latina, en el cual oficiales alemanes y chilenos estrecharon una relación social y cultural profunda, generada a partir de los intercambios profesionales entre estos, que, a pesar de algunos contratiempos iniciales, logró asentarse de manera duradera en el Ejército chileno.

---

91 FISCHER, Ferenc. 2008. Op.cit., p.154



Imagen N°8: Revista de Reclutas en la Escuela Militar, 1911.

Fuente: Archivo del Departamento Histórico y Cultural del Ejército.

Junto con la educación formal de los oficiales y efectivos del ejército, a través de la Escuela Militar, la Academia de Guerra o el servicio militar obligatorio, entre otros, fue clave el establecimiento de reglamentos redactados en base a los del Ejército del Imperio Alemán. Hacia 1919, el Memorial del Ejército reflexionaba que *“las prescripciones reglamentarias, que nos dan la norma para la educación y preparación de nuestras tropas en tiempo de paz y que son la base para la buena conducción de las mismas en tiempo de guerra”*, en comparación con los modos de proceder de las batallas en la Guerra del Pacífico, o la Guerra Civil de 1891 no eran posible debido al abismo que existía en la formación del Ejército de entonces y el de inicio del siglo XX. Al respecto, por ejemplo, afirmaba para la batalla de Pozo Almonte que:

*...“en esta acción las unidades carecían de casi todos los elementos modernos indispensables, no habia tropas técnicas, la infantería desconocía el uso de la pala, los servicios de sanidad, alimentacion, amunicionamiento i demas anexos eran tambien desconocidos. Por otra parte, los escasos datos que en esta materia i en lo referente a órdenes i empleo de las tropas, no permiten formarse una idea clara para hacer un estudio detallado i consciente como es menester en esta clase de trabajos”*.<sup>92</sup> En otras palabras, hacia las primeras décadas del siglo XX los contemporáneos ya advertían diferencias sustantivas en relación al ejército chileno de la Guerra del Pacífico, gracias a la introducción de reformas modernizadoras a la usanza prusiana.

---

92 MEMORIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE. 1919. p. 263

## CONCLUSIONES

El artículo permitió entregar antecedentes de cómo se gestó hace ya 140 años el proceso denominado “Prusianización” del Ejército de Chile, el cual tuvo como antecedente la victoria de las armas chilenas en la Guerra del Pacífico y la visión del mando militar de extraer las lecciones aprendidas de dicho conflicto. Es importante mencionar el cómo se desarrolla el proceso de cambio de un modelo francés a uno alemán, lo que a su vez implicó un cambio en todas las esferas del ámbito castrense como son el formativo, doctrinal, uniformes, música militar, etc. Figura clave de este proceso será el oficial alemán contratado para ello por el Estado de Chile, el capitán Emil Körner, quien no solo actuará como instructor, sino como reformador intelectual del proceso de cambio del modelo militar francés al modelo militar prusiano.

## BIBLIOGRAFÍA

ARANCIBIA, Patricia. El Ejército de los Chilenos. Santiago. Editorial Biblioteca Americana. 2007.

BRAHM, Enrique. La impronta prusiana de la Academia de Guerra del Ejército. En La Academia de Guerra del Ejército de Chile 1886-2006. Editado por Alejandro San Francisco, p. 15. Santiago, Chile. Centro de Estudios Bicentenario. 2006.

BRIEBA, Luis. “Reseña histórica de la Academia de Guerra 1886-1915”, Santiago, citado por Morel, Heise y Espinoza (1982). “Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la Influencia Alemana (1885-1914)”. 1915. p. 42-43.

BÖCKENFÖRDE, Ernst. Wolfgang. Staat, Gesellschaft, Freiheit, 1976, pp. 121-122.

CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA SOBERANÍA. “La Guerra del Pacífico, parte X: La Postguerra (1884-1929) Reclamaciones neutrales y Plan Inglés para acaparar el salitre. La prusianización del ejército chileno y los tratados definitivos”.

DE LA TORRE Del Río, Rosario. La preponderancia alemana en Europa y la diplomacia bismarckiana, 1871-1890. Madrid, España.2001.

DUFNER, Georg. FERMANDOIS, Joaquín y RINKE, Stefan. Chile y Alemania, 1850 hasta hoy: un Manual. 2016.

FINCOWSKY, Enrique y KRIEGER, Mario. Comportamiento Organizacional. Enfoque para América Latina, Editorial Pearson, México. 2011.

FISCHER, Ferenc. La expansión (1885-1918) del modelo militar alemán y su pervivencia (1919-1933) en América Latina. 2008.

GARAY, Cristian y GARCÍA, Fernando. Germanización y Fuerzas Armadas. Chile y Argentina bajo el Embrujo Prusiano 1885-1914. Santiago, Chile. 2021.

HOBBSBAWM, Erick. La Era de la Revolución (1789-1848), Editorial Crítica. 1971.

HOBBSBAWM, Erick. La Era del Capital (1848-1875), Editorial Crítica. 1988.

HOBBSBAWM Erick. La Era del Imperio (1875-1914). Editorial Crítica. 1998.

KENNEDY, Paul. Auge y caída de las grandes potencias. Barcelona: Plaza & Janes. 1992.

KÖRNER, Emil. "Die historische Entwicklung der chilenischen Wehrkraft", separata del Militär-Wochenblatt, 5. 1910.

LE LEÓN, Eugène Marie. Recuerdos de una Misión en el Ejército Chileno. Santiago, Chile. Editorial Francisco de Aguirre. 1969.

Mayor General Enrique Morel, Julio Heise y Virgilio Espinoza. "Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la Influencia Alemana (1885-1914)". Santiago, Chile. 1982, p. 80.

MEMORIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE. 1919. p. 263

MEMORIAS DE GUERRA. 1885, p. XII.

MEMORIAS DE GUERRA. 1888, p. VII.

MINISTERIO DE GUERRA, Documentos relativos a la compra de armamento, municiones y pertrechos para el Ejército (1889-1899). vol. 1783.

MINISTERIO DE GUERRA. Vol. 1621, Oficios recibidos de la Academia de Guerra (1888-1889).

MOTEN, Matthew. "The Army Officers Professional Ethic-Past, Present and Future", 11 de febrero de 2010. [En línea]. Disponible en: <https://press.armywarcollege.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1611&context=monographs>

QUIROGA, Patricio y MALDONADO, Carlos. El prusianismo en las Fuerzas Armadas chilenas: Un estudio histórico 1885-1945. Chile. Ediciones Documentas. 1988.

REVISTA MILITAR, 9 de abril de 1885.

REVISTA MILITAR DE CHILE. Correspondencia extranjera. 1 de octubre de 1890

REVISTA MILITAR DE CHILE. "De la instrucción militar en Alemania". 15 de diciembre de 1885.

REVISTA MILITAR DE CHILE. "El tiro comparativo entre Krupp y De Bange, en Batuco, Chile". 1 de octubre de 1890,

REVISTA MILITAR DE CHILE. "La organización del gran Estado Mayor en el Imperio Alemán". 1 de febrero de 1886.

REVISTA MILITAR DE CHILE. "Las escuelas de guerra del Imperio Alemán". 1 de noviembre de 1885.

REVISTA MILITAR DE CHILE. "Reorganización del Ejército". 8 de agosto de 1885.

REVISTA MILITAR DE CHILE. 1 de febrero de 1892, "Explosión de un cañón Krupp".

ROTHKEGEL Santiago, Luis. Proceso de profesionalización de los ejércitos de Argentina y Chile Período 1895-1938. Santiago: Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM). 2018.

SAN FRANCISCO, Alejandro. "El Círculo Militar y la voz de los soldados chilenos, 1888 -1891". 2005.

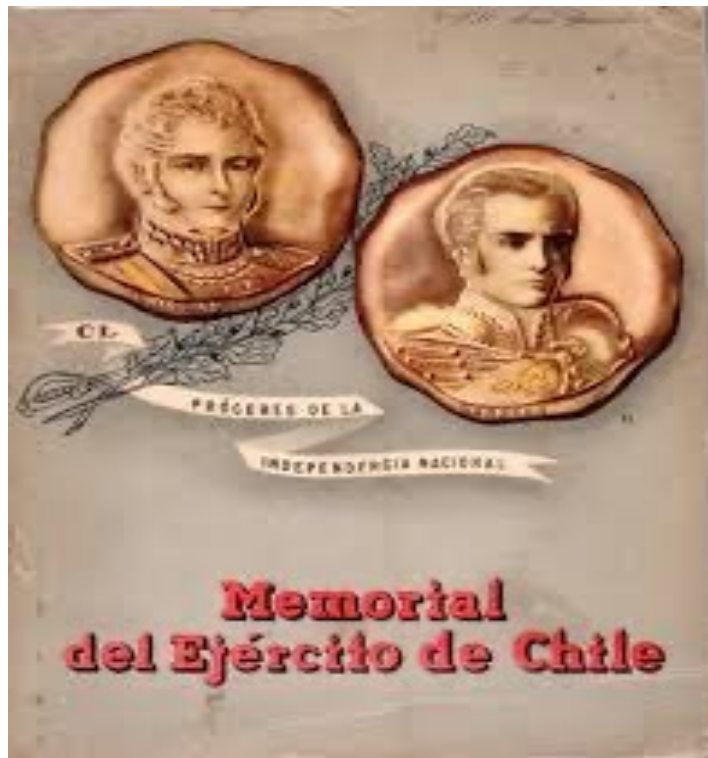
SAÉZ Morales, Carlos. Recuerdos de un Soldado. Biblioteca Ercilla, Santiago. 1933.

SCHMITT, Carl. Machtpositionen des modernen Staates. 1933.

VARAS, José Antonio. "Recopilación de Leyes, órdenes, Decretos Supremos y Circulares concernientes al Ejército desde enero de 1884 a diciembre de 1887". Tomo VII. Santiago. Citado por Morel, Heise y Espinoza (1982). "Historia del Ejército de Chile. Tomo VII: Reorganización del Ejército y la Influencia Alemana (1885-1914)". 1988. p. 43



## COMENTARIOS DE LIBROS Y REVISTAS DE INTERÉS MILITAR



# MEMORIAL

## Ejército de Chile



# GENERAL RAMÓN CAÑAS MONTALVA: PIONERO DE LA GEOPOLÍTICA EN CHILE

DANITZA ALEJANDRA ANDRADE PALACIOS<sup>1</sup>



Autores: John Griffiths y Marcelo Masalleras

Editorial: Athenalab

Ciudad y año de publicación: Santiago de Chile, julio 2024.

Cantidad de páginas: 376

ISBN: 978-956-9058-71-4

Este libro compila las obras y aportes literarios más relevantes e influyentes del pionero y referente de la geopolítica en Chile, el General Ramón Cañas Montalva<sup>2</sup>. Consolidándose como un recurso informativo en su área, esta obra va más allá de la recopilación: busca inspirar a futuros líderes y autoridades del país, a quienes los auto-

res recomiendan fundadamente pensar al Estado desde la estrategia y protección de los intereses superiores de la nación.

El contenido de la obra se estructura en base a cuatro capítulos, de los cuales los primeros tres compilan diversos artículos publicados por el General Cañas en su Revista Geográfica de Chile “Terra Australis”, además de entrevistas concedidas a otros medios de la época.

El cuarto capítulo contiene testimonios biográficos publicados por Oscar Pinochet de la Barra y Mateo Martinic B. Además, incluye las consideraciones finales del libro, y finaliza con un epílogo, el cual contiene el testimonio de uno de los nietos del General Cañas.

En la introducción, los autores John Griffiths y Marcelo Masalleras, exponen la incorporación de Cañas en la reflexión geopolítica, cuyos estudios iniciales se originan en una comisión de servicio en 1920 en la Universidad de Upsala, Suecia.

---

1 Estudiante de Licenciatura en Estudios internacionales en el Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile. En septiembre del 2025 y hasta febrero del 2026 participa en un intercambio académico en la Università di Trento. Actualmente ejerce su práctica profesional en el Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM).

2 El General Ramón Cañas Montalva (1896-1977) fue un militar chileno que alcanzó el grado de General de División y ostentó el cargo de Comandante en Jefe del Ejército desde el 2 de agosto de 1947 al 8 de octubre de 1949. Es considerado pionero y referente sobre la soberanía austral chilena y del Territorio Chileno Antártico.

Aunque el objetivo de la responsabilidad que el Ejército le asignó era profundizar en sus conocimientos sobre educación física, la curiosidad e inquietud intelectual que lo caracterizaban lo llevaron a desarrollar un gran interés por la geografía. Es así como en su paso por la universidad, tomó clases y conoció al aclamado profesor Rudolf Kjellén<sup>3</sup>. Esta experiencia del más alto nivel se considera que fue clave en su incursión en la recién fundada disciplina.

El General Cañas aprovechó su estadía en Suecia y estableció contacto en otros países de Europa, con los más connotados intelectuales y primeros exponentes de la teoría de la geopolítica, tales como Halford John Mackinder<sup>4</sup>, Karl Haushofer<sup>5</sup>, y el geógrafo Otto Maull<sup>6</sup>.

Ya en su regreso al país, en 1924, Cañas lograría introducir los estudios de la geografía y geopolítica en los espacios militares. Esto se reflejó en su desempeño como profesor de dichas materias en la Academia de Guerra del Ejército a partir de 1951.

Bajo el título “Chile Austral Antártico”, en el capítulo primero se desarrollan las principales propuestas del general, las cuales giran en torno al dominio de la zona austral, y a la urgencia de reclamación y soberanía efectiva chilena sobre el continente Antártico, dada su relevancia geoestratégica.

Esta señal del sentido de urgencia del General Cañas, respondía a lo que él denominaba la “Nueva Era del Pacífico”, en la cual los intereses de las grandes potencias europeas, tales como Gran Bretaña, Francia y Alemania, se redirigían hacia el océano Pacífico. Este fenómeno resultaba ser una consecuencia del incremento de valor de las tarifas aduaneras estadounidenses en el Canal de Panamá.

Asimismo, dentro de esta reconfiguración mundial, Cañas reconocía que Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Noruega, Argentina y Chile, eran los más interesados en el Continente Antártico.

Por lo anterior, el autor<sup>7</sup> buscaba plantear la relevancia de Chile en torno a sus posesiones territoriales en la Zona Austral y la soberanía en el Continente Antártico, como eje geopolítico central en

---

3 Rudolf Kjellén (1864-1922), geógrafo, politólogo y político sueco, considerado padre de la geopolítica. Acuñó el término Geopolitik en 1899, y lo desarrolló en su obra “El Estado como forma de vida”, publicada en el año 1916.

4 Halford John Mackinder (1861-1947) fue un geógrafo, académico y político británico. Conocido por, introducir la Teoría del Heartland geopolítico.

5 Karl Haushofer (1869-1946) fue militar, geógrafo y político alemán. Considerado uno de los fundadores de la geopolítica, e ideólogo de la Teoría del Lebensraum.

6 Otto Maull (1887-1957) fue un geógrafo y geopolítico alemán. Profesor de la Universidad de Graz, en Austria. Trabajó en un equipo liderado por Karl Haushofer.

7 Entiéndase por “Autor” de aquí en adelante como el General Ramón Cañas Montalva.

el establecimiento de nuevas rutas aéreas y marítimas que le cedían a Chile el potencial de dominar el Pacífico Sur.

En consonancia con lo anterior, el general subrayaba la necesidad de establecer una política exterior coherente con la geografía del país. Para ello, propuso el concepto de Conciencia geográfica, definida como la integración del conocimiento geopolítico estratégico del territorio en el diseño de las políticas públicas.

Siguiendo la lógica de la Conciencia geográfica, Cañas Montalva definió a Chile como un país tricontinental, debido a sus diversos puertos australes y su posesión de una parte del Continente Antártico que le otorgan acceso a América del Sur, Oceanía (Isla de Pascua/Rapa Nui) y el océano Pacífico.

Asimismo, el general propuso tres características geopolíticas que proyectan la relevancia estratégica del país a nivel regional: a) ser el país más austral del continente; b) ocupar uno de los espacios más significativos de la Cuenca del Pacífico; c) y poseer características especiales que permiten consolidar su influencia en el Pacífico.

De este primer capítulo, resulta pertinente señalar que el General Cañas Montalva identificó su importancia, visualizó y proyectó al continente asiático como el epicentro geopolítico del futuro, reconociendo que el ascenso de las naciones asiáticas y la consolidación del poderío chino, cambiarían el eje estratégico Atlántico hacia la cuenca del Pacífico.

En el segundo capítulo, se analiza la proyección estratégica de Chile a partir de sus ventajas geopolíticas, integrando elementos tales como su ubicación territorial, el potencial humano y sus recursos.

Esta condición geográfica se ve potenciada por la posesión de territorios críticos como la Isla de Chiloé, Aysén, Magallanes y la Antártica, los cuales consolidan su dominio del extremo sur.

Sin embargo, para Cañas, esta configuración geográfica adquiriría su máximo valor al agregarse el factor humano, postulando que la resiliencia y adaptación del habitante chileno, junto con la solidez democrática que caracterizaba a la nación, constituían y fortalecían las ventajas geográficas mencionadas.

Complementariamente, subrayaba la abundancia de sus recursos naturales, tales como el carbón, acero, nitratos y cobre, entre otros. Y destacaba por sobre todo el potencial del país para la producción de energía eléctrica como base para la industrialización y el progreso económico.

El general, además, propuso lo que él visionaba como la Estrategia del Pacífico, cuyo objetivo era el establecimiento de una política oceánica basada en el pacífico, buscando situar a Chile como potencia del Pacífico Sur Antártico.

La señalada estrategia, visualizaba a la Antártica como un complemento crítico para la política exterior chilena. Junto al extenso litoral chileno, esta posición fortalecía la relevancia geoestratégica del país, potenciando sus capacidades defensivas y aéreas donde el eje de influencia se traslada al Pacífico.

El General Cañas, asimismo, añadía que el control de zonas críticas como el Estrecho de Magallanes, el Paso Drake y el Canal Beagle, le conferían al Estado chileno una posición geopolítica única, permitiéndole el dominio de las principales vías de comunicación marítima.

Además, el autor advertía la excesiva dependencia hacia el exterior y abogaba por una mayor iniciativa nacional hacia la utilización estratégica de los recursos propios para fomentar la industrialización.

Por último, en este capítulo se aborda la necesidad de redefinir la cartografía global. Para ello, Cañas proponía un proceso de desmercatorización del mapa, el cual consistía en cambiar la forma de proyección del mapa tradicional, optando por alternativas como la Proyección Polar, el cual visualiza el mapa geográfico teniendo como centro uno de los Polos (Norte o Sur).

La medida anterior, según el General Cañas, permitiría comprender desde otra visión la posición geoestratégica chilena. Asimismo, establece que dicha medida impulsa la superación del mito que describe a Chile como un país alargado y aislado del mundo.

El tercer capítulo menciona hitos trascendentales, como la creación de la revista *Terra Australis* en 1948, como medio de difusión geográfica. Así como el establecimiento de la Base O'Higgins en el continente Antártico en 1948.

Además, en este capítulo se constata que el General Cañas, en esa época critica el sesgo historicista presente en el aprendizaje pedagógico, que según él ha limitado la comprensión ventajosa del país. Para ello, propone una reestructuración a nivel de enseñanza que fortalezca la sensibilidad geográfica y el sentido de pertenencia nacional.

El capítulo cuarto de la obra profundiza en la figura de Ramón Cañas, en la visión de su persona que tenía el diplomático Óscar Pinochet de la Barra<sup>8</sup>, describiéndolo como un hombre de patriotismo y de una apreciación geopolítica notable.

Asimismo, un artículo publicado<sup>9</sup> por Mateo Martinic en 2003, lo describe como un militar adelantado a su época, visionario y precursor. Un hombre al servicio de la nación y del Ejército de Chile, que dejó un legado trascendental, cuya memoria merece ser preservada.

---

8 Oscar Pinochet de la Barra fue abogado, diplomático y explorador chileno. Conocido por sus expediciones en la Antártica, y gran referente en dicha materia.

9 Ramón Cañas Montalva: Militar, Estadista, Pensador. Revista de Historia y Geografía, N°17, 2003, pp. 225-248.

En las consideraciones finales se retoman los planteamientos del general presentes en la obra, destacando entre ellos: los aportes a la relación de Chile con el Cono Sur; la proyección del país al Asia-Pacífico, y el esfuerzo hacia el continente Antártico.

En este apartado, los autores Griffiths y Masalleras, editores de la presente obra, atribuyen a Cañas el rol de principal promotor del establecimiento de la primera base “Soberanía”, fundada en 1947 bajo el tutelaje del presidente Gabriel González Videla.

El epílogo titulado “Nuestro abuelo visionario”, escrito por su nieto Ramón Cañas Cambiaso, representa una versión íntima de la figura del General Ramón Cañas Montalva. En ella se le describe como un hombre impecable, y de una curiosidad inagotable, que logró posicionarse entre los más intelectuales, características que le permitieron ser reconocido internacionalmente; por ello no era de extrañar que recibiera cartas de personas importantes como presidentes en ejercicio, e incluso se menciona a Lucila Godoy, nuestra premio Nobel Gabriela Mistral.

Con la lectura del libro queda en evidencia el rigor académico del General Cañas, y su larga trayectoria en el tratamiento de materias de alta complejidad, sin embargo, la obra también nos resalta aquella faceta más cálida y humana del autor: estas páginas revelan a un hombre que era capaz de interrumpir sus escritos para priorizar tiempo de calidad con sus nietos.

En conclusión, esta obra constituye una aproximación clave a la figura de Ramón Cañas Montalva, cuyo pensamiento y visión geopolítica de la zona austral y territorio chileno antártico adquiere cada vez una mayor relevancia. Las razones y/o fundamentos son presentados en forma clara por los autores (Griffiths y Masalleras).

El liderazgo del General Cañas fue fundamental en el desarrollo de la soberanía antártica, pues resultó ser decisiva en la proyección de influencia de nuestro país hacia el Polo Sur, pero sobre todo consolidó una postura firme ante las pretensiones territoriales de las potencias extranjeras, que, en ese entonces –incluso hoy–, mostraban interés por poseer soberanía en el continente Antártico.

Al trasladarnos al presente, logramos evidenciar que el pensamiento del General Ramón Cañas Montalva no fue una mera respuesta a las contingencias de su época, sino que una visión y/o mirada prospectiva estratégica que hoy más que nunca cobra relevancia ante los nuevos desafíos globales por el control de los recursos y las rutas en la zona austral y el continente antártico.



## NORMAS EDITORIALES



**MEMORIAL**  
DEL  
**Ejército de Chile**



# NORMAS EDITORIALES MEMORIAL DEL EJÉRCITO DE CHILE

El Memorial del Ejército de Chile es la publicación más antigua de la institución. Creada el 15 de julio de 1906, desde esa fecha se ha posicionado como un medio de difusión de las inquietudes profesionales de las distintas generaciones de oficiales, con el propósito de profundizar temáticas relacionadas con la profesión y su entorno, contribuyendo al debate de ideas y a la generación de conocimiento.

A contar del año 2015, su elaboración y publicación la asumió el Centro de Estudios e Investigaciones Militares (CESIM), que también se encarga de su distribución semestral a las entidades académicas, centros de estudios nacionales y extranjeros, Fuerzas Armadas y de Orden y Seguridad e investigadores, entre otros.

El contenido de cada una de las ediciones está basado en artículos relacionados con las ciencias militares, abordando las distintas dimensiones que inciden en la profesión militar. También se elaboran ediciones temáticas, en las cuales se centran los primeros artículos, sin dejar de considerar otros temas con tópicos de diversa naturaleza, monografías y ensayos, en el marco de la línea editorial previamente establecida, difundida además en la página web del CESIM [www.cesim.cl](http://www.cesim.cl), en el link “publicaciones”.

Aquellas personas que quieran colaborar pueden remitir sus escritos a [memorialdelejercito.cesim@ejercito.cl](mailto:memorialdelejercito.cesim@ejercito.cl) o bien, al correo intranet institucional A1005, cumpliendo con las siguientes normas:

**Artículos:** estos deben tener una extensión máxima de 9.000 palabras aproximadamente, escritas en letra Arial 12, a 1,5 espacio y deben ser inéditos. Si el trabajo es el resultado de una ponencia o producto de alguna investigación, deberá puntualizarse mediante un asterisco, colocado al final del título y que remita a una primera nota a pie de página. En caso de utilizarse cuadros, gráficos o mapas, deberá explicitarse su fuente.

Todos los artículos deben contener un breve currículum del autor (grados académicos, pertenencia a alguna institución, e-mail) en nota a pie de página. Además, el artículo debe contener un resumen de no más de 200 palabras y su traducción al inglés (*abstract*), así como señalar cinco palabras claves, en ambos idiomas, que representen la temática que aborda el escrito.

En relación a las referencias bibliográficas, deberán ser enumeradas consecutivamente y estar al pie de página, de acuerdo al International Standardization Organization (ISO) 690 (2021). En función del manual de referencias, el orden para citar los textos es el siguiente:

- Autor
- Título de la publicación
- Lugar de la publicación
- Casa editorial
- Año de la edición
- Número de página

Ejemplo de libro: WILHELMY, Manfred. Política Internacional: Enfoques y Realidades. Buenos Aires, Argentina, Grupo Editor Latinoamericano, 1988, p. 45.

En el caso de los artículos contenidos en revistas impresas, deben citarse de acuerdo con el siguiente orden:

- Autor del artículo
- Título del artículo
- Título de la revista en letra cursiva o subrayada
- Volumen si lo incluye la revista
- Número de la edición
- Fecha de la edición (indicar mes y año)
- Número de página (precedida de 1 punto)

Ejemplo de artículo: FERRADA, Luis. "La defensa nacional y su aporte a la política antártica de Chile". Escenarios Actuales N° 3, diciembre 2012, p. 29.

Si el texto referido no corresponde a un artículo o libro, se debe especificar la fuente (Ej.: caso de monografía electrónica). En tal caso la referencia completa se debe ordenar así:

- Responsabilidad principal
- Título
- Tipo de soporte
- Edición
- Lugar de publicación
- Casa editorial
- Fecha de edición
- Fecha de actualización / revisión
- Disponibilidad y acceso (obligatorio para documentos en línea)
- Número normalizado

Ejemplo de referencia electrónica: -Kirk-Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd ed. New York: John Wiley, 1984. [En línea], [Consulta 03-01-1990]. Disponible en: de: DIALOG Information Services, Palo Alto (Calif.).

La Bibliografía completa deberá ser proporcionada al final del trabajo, en orden alfabético de los apellidos de los autores.

Ejemplo de libro: WILHELMY, Manfred. Política Internacional: Enfoques y Realidades. Buenos Aires, Argentina, Grupo Editor Latin. 1998.

Dirección electrónica. Con el objeto de facilitar el acceso a las fuentes bibliográficas a los lectores, tanto para el pie de página como para la bibliografía, debe citarse como sigue: [En línea], [consulta 13-04-2022]. Disponible en: <https://.....> Es importante que los autores verifiquen que cada dirección electrónica conduzca directamente a la fuente de información.

