

Tipo de artículo: Revisión bibliográfica

Avances en tecnologías de drones militares

Paul Balladares
<https://orcid.org/0000-0003-0855-270X>
ppaulball@gmail.com
Brigada de Fuerzas Especiales Nro. 9 PATRIA
Ejército Ecuatoriano
Quito-Ecuador

Angélica Bustos-Estrella
<https://orcid.org/0000-0002-9975-1335>
angelicab.estrella21@gmail.com
Área de Criminalística,
Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina
Buenos Aires-Argentina

Geovanny Albuja
<https://orcid.org/0009-0003-2239-6747>
geovas.albuja1982@gmail.com
Base de Movilización ORIENTAL
Ejército Ecuatoriano
Quito-Ecuador

Miguel Alarcón
<https://orcid.org/0009-0002-7405-9032>
alarcondiegom77@gmail.com
Cuarta División de Ejército AMAZONAS
Ejército Ecuatoriano
Quito-Ecuador

Correspondence author: ppaulball@gmail.com

Received (10/06/2024), Accepted (6/09/2024)

Resumen: En los últimos años, las tecnologías de drones militares han experimentado un desarrollo acelerado e impulsado por la necesidad de mejorar la eficiencia y precisión en operaciones de defensa y seguridad. En este trabajo se describen los avances más recientes en tecnologías que contribuyen a un mejor desempeño de los drones en la ejecución de sus tareas militares, abordando la participación los sistemas de inteligencia artificial, capacidades de autonomía, mejoras en sensores para drones en misiones tácticas y estratégicas. Los avances tecnológicos han impulsado un aumento significativo en la capacidad operativa y la reducción de riesgos para el personal militar, gracias a la implementación de tecnologías de drones con mayor autonomía y precisión. Los avances en esta área no solo están redefiniendo el panorama de la actividad militar moderno, sino que también plantean nuevos retos en cuanto a regulaciones éticas y control de armas autónomas, lo que sugiere la necesidad de un marco normativo internacional robusto y actualizado.

Palabras clave: dron militar, vehículo autónomo, capacidad de carga, maniobrabilidad.

Advances in military drone technologies

Abstract. - In recent years, military drone technologies have undergone accelerated development driven by the need to improve efficiency and precision in defense and security operations. This paper describes the most recent advances in technologies that contribute to the better performance of drones in the execution of their military tasks, addressing the participation of artificial intelligence systems, autonomy capabilities, and improvements in sensors for drones in tactical and strategic missions. Technological advances have driven a significant increase in operational capability and reduced risks for military personnel, thanks to drone technologies with greater autonomy and accuracy. Advances in this area are redefining the landscape of modern military activity and pose new challenges regarding ethical regulations and autonomous arms control, suggesting the need for a robust and up-to-date international regulatory framework.

Keywords: military drone, autonomous vehicle, payload capacity, maneuverability.



I. INTRODUCCIÓN

Un dron militar es una aeronave no tripulada (UAV, por sus siglas en inglés) diseñada para llevar a cabo una amplia gama de misiones en el ámbito de la defensa y seguridad [1]. A diferencia de los drones civiles, los drones militares suelen estar equipados con capacidades avanzadas para el reconocimiento, la vigilancia y, en muchos casos, el combate. Pueden ser controlados de manera remota por un operador o volar de manera autónoma, dependiendo de su nivel de sofisticación [2]. Estas aeronaves permiten ejecutar operaciones en entornos peligrosos sin poner en riesgo la vida de los pilotos humanos, lo que las convierte en una herramienta esencial para misiones en áreas de conflicto, vigilancia fronteriza y otras operaciones militares críticas [3].

Las tecnologías que emplean los drones militares son variadas y de alta complejidad. Incorporan sistemas avanzados de inteligencia artificial que les permiten tomar decisiones autónomas, navegación por GPS de alta precisión, y sensores como cámaras de alta resolución, infrarrojos y radares para el reconocimiento y la vigilancia [4]. Varios tipos de drones están equipados con sistemas de comunicación encriptados y resistentes a interferencias, lo que les permite operar en entornos hostiles. En drones de combate, también se utilizan tecnologías de armamento guiado por láser o misiles de precisión [5]. La integración de estos sistemas avanzados ha permitido que los drones militares realicen misiones de manera más efectiva, con mayor autonomía y precisión que las plataformas tradicionales. La figura 1 ilustra los componentes primordiales de los drones militares.



Fig1. Componentes básicos de drones militares para su navegación autónoma en operaciones militares.

El uso de drones militares ofrece importantes ventajas, como la reducción de riesgos para los soldados al permitir que se realicen misiones peligrosas sin presencia humana directa [6]. Estos dispositivos son extremadamente eficientes para llevar a cabo operaciones de vigilancia, reconocimiento y combate, con alta precisión gracias a su tecnología avanzada de sensores y sistemas autónomos [7]. Además, la versatilidad de los drones les permite adaptarse a diversos entornos y cumplir múltiples funciones en conflictos y situaciones estratégicas, lo que ha revolucionado las tácticas militares modernas.

El uso de drones militares también plantea varias controversias. En el ámbito ético, existe el debate sobre la responsabilidad en los ataques ejecutados por drones, especialmente cuando se producen errores o daños colaterales [8]. Además, su proliferación entre actores no estatales, como grupos terroristas, representa un desafío global de seguridad. El uso de drones para vigilancia ha planteado preocupaciones sobre la privacidad y los derechos humanos, especialmente cuando se emplean en áreas civiles o en misiones prolongadas [9].

Este artículo presenta en la sección 2 los hallazgos en literatura científica sobre los avances tecnológicos que dan soporte a las operaciones militares con drones, así como las diferentes clasificaciones para los drones desarrollados en la última década. En la sección 3 se describen los lineamientos que se aplicaron según metodología PRISMA® para la realización de este artículo de revisión sistemática. Posteriormente se presentan los resultados y las respectivas conclusiones.

II. DESARROLLO

Dron

Un dron es un vehículo volador que no necesita un piloto a bordo, ya que puede ser controlado a distancia o programado para hacerlo de manera autónoma. Está fabricado con materiales ligeros que le permiten ser ágil en el aire y funciona gracias a motores con hélices o propulsores. Posee un sistema de control que lo mantiene estable y le guía durante sus movimientos, para ellos, los drones llevan cámaras de video, sistemas de posicionamiento global (GPS) y otros sensores que les permiten tomar fotografías, grabar videos, seguir rutas o medir cosas. Los drones se usan en muchísimas áreas, como grabar películas, entregar paquetes, cuidar cultivos, buscar personas en emergencias, para la diversión, y además brindan soluciones para tareas realizadas en el ámbito militar.

Alcance y autonomía de vuelo

El alcance y la autonomía de vuelo en drones se refieren a la distancia máxima que pueden recorrer desde su punto de control y al tiempo que pueden mantenerse en el aire antes de agotar su batería. El alcance depende de la potencia del sistema de comunicación entre el dron y su controlador, pudiendo variar desde unos pocos metros en modelos recreativos hasta varios kilómetros en drones profesionales. Por otro lado, la autonomía está determinada principalmente por la capacidad de la batería y la eficiencia de sus motores, oscilando entre 10 minutos en drones básicos y más de una hora en modelos avanzados. Factores como el peso, las condiciones del viento y el uso de funciones adicionales, como cámaras o luces, también influyen en estos parámetros.

Operaciones militares realizadas con drones

Los drones se han convertido en herramientas clave en operaciones militares debido a su capacidad para realizar tareas de forma remota y minimizar riesgos para los soldados. Estos dispositivos se utilizan para reconocimiento y vigilancia, permitiendo recopilar información en tiempo real sobre movimientos enemigos, terrenos o instalaciones estratégicas. También se emplean en ataques de precisión con misiles guiados, lo que reduce los daños colaterales en comparación con métodos tradicionales. Además, los drones se utilizan para transporte de suministros en zonas de difícil acceso, evaluación de daños tras combates y patrullas fronterizas. Su versatilidad y eficiencia los han posicionado como una tecnología esencial en conflictos modernos.

III. METODOLOGÍA

La revisión sistemática de este artículo se realizó estableciendo un protocolo de revisión, formulando preguntas de investigación y siguiendo la metodología PRISMA®. Se han considerado para esta revisión a documentos publicados en los últimos diez años en revistas científicas y papers de conferencias sobre el tema. La principal pregunta de investigación fue ¿Cuáles tecnologías se han desarrollado para el uso de drones en el ámbito militar en los últimos diez años?

Table 1. Cadenas de texto utilizadas para la búsqueda de la literatura científica.

Base de datos	Cadena de búsqueda	Número de estudios
Web of Science	military drones (Author Keywords) and 2024 or 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 or 2016 or 2015 (Publication Years)	80
Taylor & Francis	[Publication Title: military] AND [Publication Title: drones] AND [Publication Date: (01/01/2014 TO 12/31/2024)]	11
Scopus	TITLE (military AND drones) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2025	95
Science direct	Title, abstract, keywords:military drones	11
IEEE xplore	("Document Title":military) AND ("Document Title":drones)	18
Número total de estudios		215

El desarrollo de esta revisión de literatura se llevó a cabo en tres etapas: la formulación de las preguntas de investigación, la delimitación del alcance y la creación de una estrategia de búsqueda integral para recuperar todos los documentos relevantes. Se seleccionaron los artículos con mayor relevancia y se aplicó un proceso de extracción y revisión de datos.

El primer objetivo de esta investigación fue conocer los avances en tecnologías aplicadas a drones que se desempeñan en el ámbito militar. Para extraer la información de los documentos de referencia, se plantearon las siguientes preguntas de investigación (RQ). RQ1. ¿Cuáles tecnologías se han implementado en drones militares en los últimos cinco años? RQ2. ¿Cuál es el impacto del uso de drones y sus tecnologías en las tareas militares? RQ3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas en el uso de drones en el ámbito militar? RQ4. ¿Cuáles son las implicaciones éticas en torno al uso de drones en el ámbito militar? RQ5. ¿Cuáles son las perspectivas que se tienen para el futuro sobre el uso de drones en tareas militares? Los criterios para evaluar la calidad de los artículos científicos se aplicaron las preguntas descritas en la (Tabla 2).

Tabla 2. Preguntas de evaluación de calidad de los documentos de referencia.

Preguntas de evaluación de calidad	Respuesta
¿El artículo describe tecnologías desarrolladas e implementadas en drones para mejorar las tareas militares?	(+1) Sí / (+0) No
¿El documento aborda los impactos de las tecnologías en el desempeño de los drones para tareas militares?	(+1) Sí / (+0) No
¿El documento describe implicaciones éticas planteados y controversias sobre el uso de drones en el ámbito militar?	(+1) Sí / (+0) No
¿La revista o congreso en el que se publicó el artículo? publicado indexado en SJR?	(+1) si ocupa el puesto Q1, (+0,75) si ocupa el puesto Q2, (+0,50) si ocupa el puesto Q3, (+0,25) si ocupa el puesto Q 4, (+0,0) si no está clasificado

La Figura 2 muestra el flujo de trabajo en la selección de los documentos de referencia cuya búsqueda se realizó con las palabras: "military drones". La búsqueda fue realizada en bases y repositorios científicos. Se incluyeron documentos que destacaron desarrollos que se han incorporado en los drones militares en los últimos diez años. Se excluyeron documentos que abordaron el desarrollo de algoritmos, técnicas de control, modelamiento y simulación desarrolladas para los drones militares.

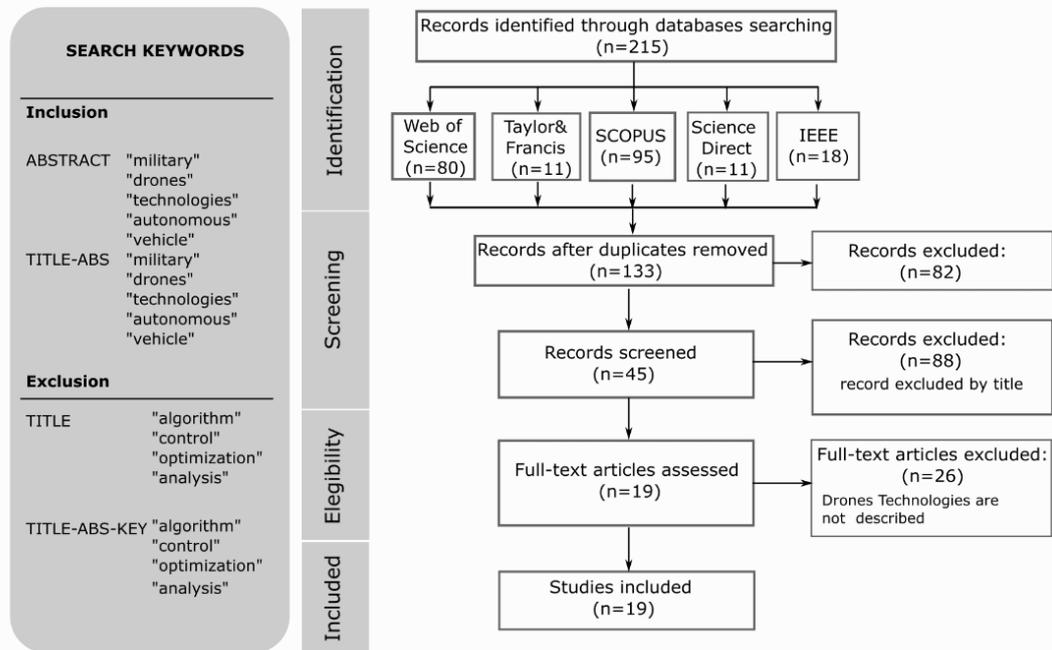


Fig. 2. Flujo de trabajo de la revisión sistemática utilizando los lineamientos de la metodología PRISMA®.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan los avances tecnológicos que dan soporte a las operaciones militares con drones, así como se ilustran las múltiples configuraciones de drones de carácter militar que se han desarrollado y se presentan clasificadas con múltiples criterios en la figura 3. Existe una considerable variedad de modelos de drones de distintas dimensiones en su mayoría diseñados para tareas de vigilancia [10]. Los modelos y referencia de sus escalas reales para identificar sus dimensiones se pueden apreciar en la Figura 2.

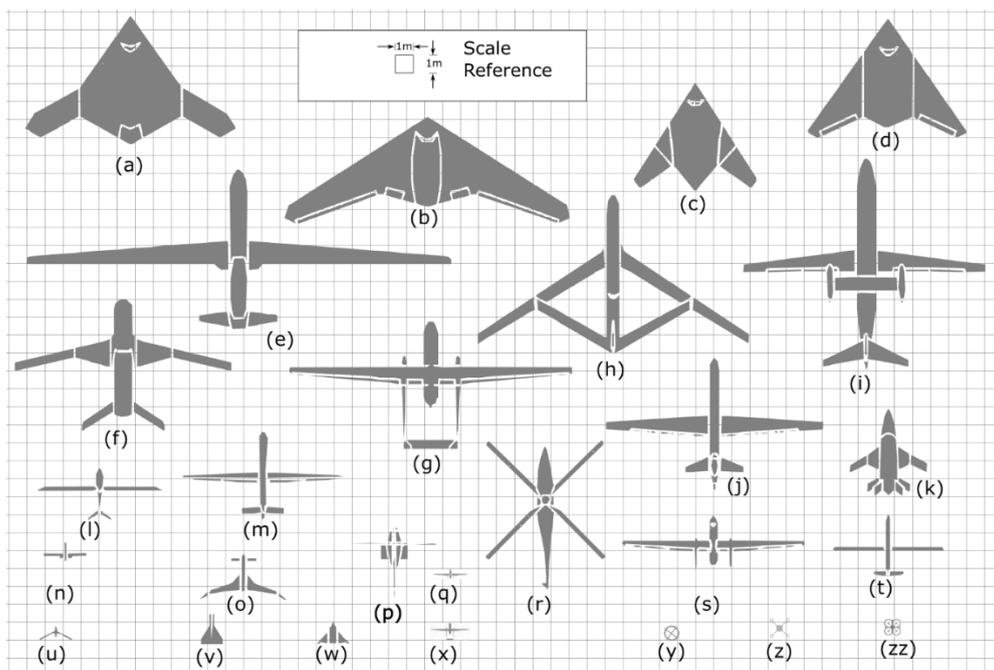


Fig. 2. Drones para tareas militares, (a)X-47B, (b) Sentinel, (c)nEUROn, (d) X-45C, (e) Global Hawk, (f) Avenger, (g) Heron TP/Eitan, (h)Soar Dragon, (i) Mantis, (j) Reaper, (k) Barracuda, (l) Herti, (m) Falcao, (n) Shadow, (o) Rustom I, (p) Fire scout, (q) WASP III, (r) Hummingbird, (s) Heron, (t) Hermes, (u) Scan Eagle, (v) Harpy, (w) Killer bee, (x) Raven, (y) Air robot, (z) Aeryon Scout, (zz) AR Parrot.

A. Avances tecnológicos que dan soporte a operaciones militares con drones

La investigación sobre drones militares ha crecido significativamente en los últimos años, impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia operativa en el campo de batalla y minimizar los riesgos para el personal militar. Los drones, también conocidos como vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés), han transformado las tácticas militares modernas al proporcionar una herramienta versátil que puede realizar misiones de vigilancia [2], reconocimiento, ataque de precisión y logística en zonas de conflicto [4].

Avances en inteligencia artificial y autonomía

Uno de los desarrollos más importantes en la investigación de drones militares es la integración de inteligencia artificial (IA) avanzada. Los drones equipados con IA pueden operar de manera autónoma, tomar decisiones en tiempo real [11] y adaptarse a cambios en el entorno del campo de batalla sin intervención humana constante. Esto ha permitido una mayor precisión en la identificación de amenazas y objetivos, mejorando la eficacia de los ataques y reduciendo el riesgo de errores [12]. Los avances en IA también están habilitando el uso de enjambres de drones, donde múltiples UAV operan en conjunto para realizar misiones complejas de manera coordinada. Esta capacidad de actuar como un equipo sincronizado es clave para misiones de vigilancia a gran escala y ataques múltiples simultáneos.

Tecnología de enjambres y operaciones coordinadas

La investigación ha mostrado un interés creciente en la aplicación de tecnología de enjambres en drones militares [13]. Este enfoque implica el uso de varios drones que trabajan en conjunto para realizar misiones coordinadas, lo que proporciona una ventaja táctica significativa. Los enjambres pueden abarcar grandes áreas de terreno, coordinar ataques desde múltiples ángulos y ofrecer una redundancia que garantiza que una misión pueda completarse incluso si uno o más drones fallan [14]. Estas tecnologías se basan en sistemas de comunicación avanzados y algoritmos de toma de decisiones colaborativos que permiten a los drones ajustarse a las condiciones cambiantes del campo de batalla sin intervención humana.

Mejoras en sigilo y defensa contra la detección

A medida que los adversarios desarrollan sistemas de defensa aérea más avanzados, los drones militares están siendo diseñados con capacidades furtivas mejoradas. Estas características incluyen la reducción de las firmas de radar y térmicas, lo que permite que los drones evadan la detección y penetren en territorios fuertemente defendidos [15]. Esta capacidad de sigilo es crucial para misiones de reconocimiento profundo y ataques en áreas con defensas antiaéreas avanzadas. Además, se ha investigado el uso de materiales absorbentes de radar y estructuras aerodinámicas que minimizan las emisiones detectables por sensores adversarios.

Extensión del alcance y la autonomía

Otro aspecto clave en la investigación de drones militares es el desarrollo de tecnologías para aumentar el rango operativo y la duración de las misiones [16]. Los avances en sistemas de propulsión y tecnologías energéticas, como la recolección de energía mediante paneles solares o sistemas de recuperación de energía cinética, están permitiendo a los drones operar durante períodos más largos y cubrir distancias mayores sin necesidad de reabastecimiento constante [2]. Esto es especialmente importante para misiones de vigilancia prolongada y operaciones en áreas de difícil acceso donde el apoyo logístico es limitado.

Ciberseguridad y contramedidas

Dado el aumento en el uso de drones, la ciberseguridad se ha convertido en un área crítica de investigación [17]. Los drones militares son vulnerables a los intentos de hackeo y manipulación por parte de adversarios, lo que ha llevado al desarrollo de sistemas de seguridad cibernética robustos para proteger los enlaces de comunicación y los sistemas de control [18]. Además, la investigación también se ha centrado en desarrollar contramedidas antidron para proteger a las fuerzas militares de las amenazas de drones hostiles. Estas incluyen sistemas de interferencia y destrucción de drones no autorizados que puedan representar un peligro para las operaciones militares. La investigación sobre drones militares abarca una amplia gama de áreas tecnológicas que incluyen IA, tecnología de enjambres, sigilo, extensión del alcance y ciberseguridad. Estos avances están transformando las capacidades militares y redefiniendo las tácticas en el campo de batalla moderno [19].

Ventajas del uso de drones militares

La Figura 3 presenta de manera gráfica las ventajas del uso de drones militares en múltiples aspectos relacionado con las actividades militares. El empleo de drones impacta de forma directa de manera positiva en múltiples procesos optimizando el uso de recursos, tiempo y eficacia y ampliando el alcance en los resultados obtenidos.

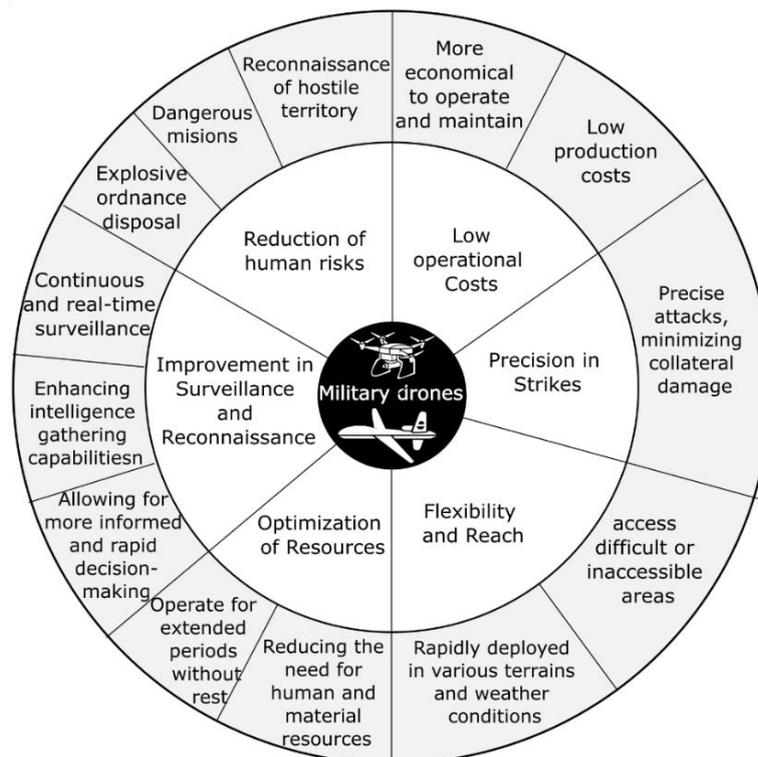


Fig. 3. Ventajas del uso de Drones militares.

B. Clasificaciones de los tipos de drones

Las tecnologías abordadas en la sección A junto a las ventajas presentadas en la Figura 3, se han aprovechado a múltiples aplicaciones para los drones militares y que se pueden clasificar de forma extensa en la figura 4 en la que se ha subcategorizado los tipos de drones considerando criterios de función, tamaño, tipo de plataforma, nivel de autonomía, rol específico y tecnologías de detección. Con respecto a las funciones desempeñadas por los drones se ha identificado el uso de drones para fines de guerra electrónica, apoyo logístico, vigilancia, ataque y reconocimiento.

El tamaño del dron (Figura 4) se ha considerado en tres categorías Grandes, tamaño medio, microdrones. Evidentemente los drones de mayor tamaño son susceptibles de una mayor capacidad de carga, lo que los vuelve adecuados para su empleo en misiones como Ataque o asalto, en tanto que, los drones de tamaño medio a menudo son utilizados en operaciones de vigilancia y ataques breves. Los microdrones son más empleados en operaciones de reconocimiento y espionaje táctico.

La plataforma empleada en los drones permite clasificarlos en drones de ala fija, multirrotores e híbridos. La ventaja de los drones de ala fija es un mayor aprovechamiento de la energía lo cual le permite vuelos de reconocimiento de largo alcance (mapeo y topografía). Los drones multirrotores aparte de las tareas que realizan los drones de ala fija, también se han empleado en operaciones de ataque. Finalmente, los drones híbridos han resultado más adecuados para misiones de reconocimiento y ataques. El nivel de autonomía es un criterio muy importante en el desempeño de los drones militares, existen tres categorías fundamentales: Controlados remotamente, autónomos y semiautónomos.

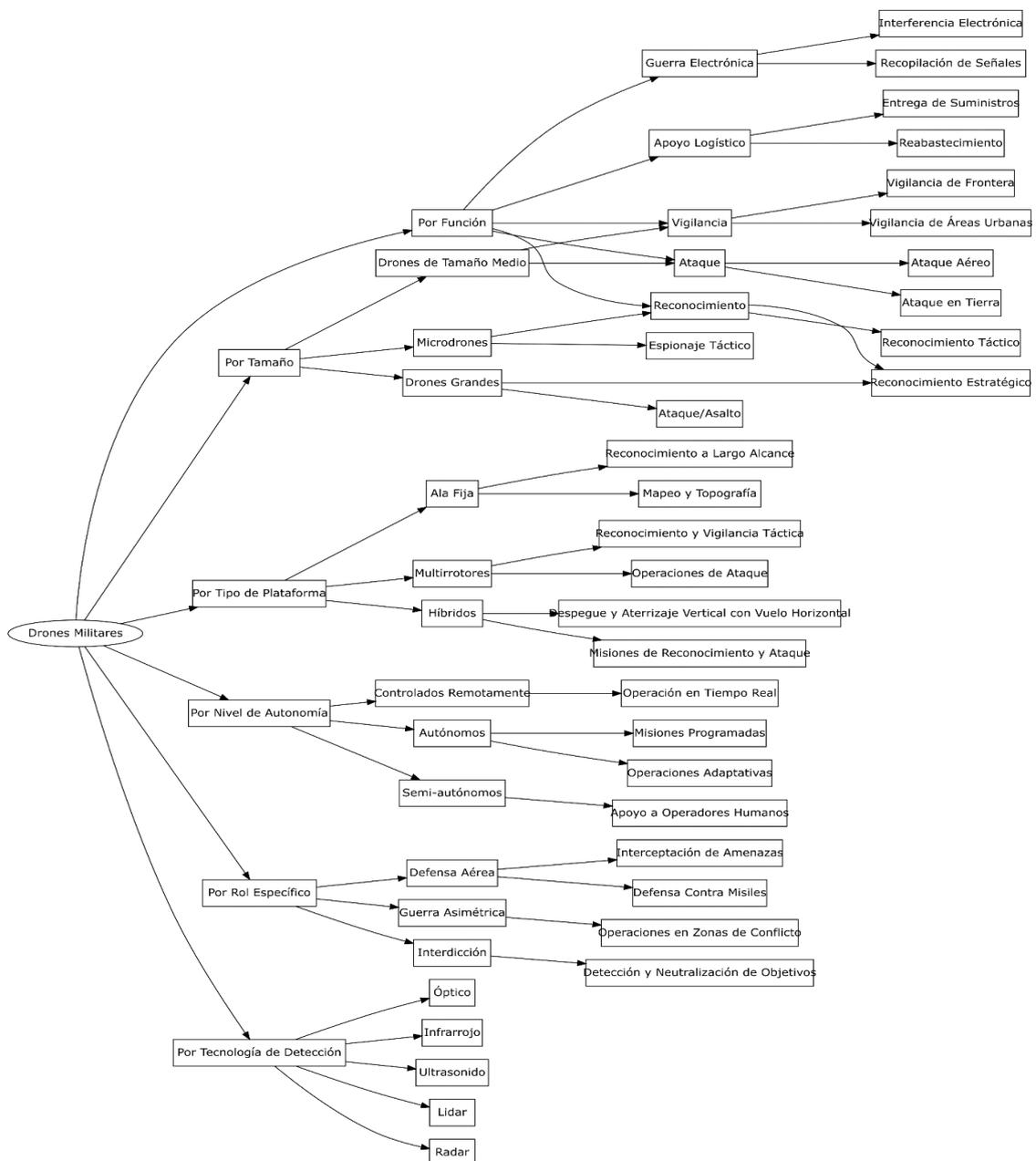


Fig. 4. Clasificación de los tipos de drones según múltiples criterios.

C. Aspectos éticos sobre el uso de dron de militares

El uso de drones militares plantea importantes cuestiones éticas, derivadas de su capacidad para realizar misiones de vigilancia y ataques letales a distancia. Uno de los principios clave en su uso es la proporcionalidad, que exige que la fuerza utilizada en las operaciones sea proporcional a la amenaza enfrentada. Los drones han sido defendidos como herramientas que permiten reducir el daño colateral debido a su precisión, sin embargo, los errores en la identificación de objetivos han generado críticas por las bajas civiles que han provocado. Estos sistemas son más efectivos en la distinción entre combatientes y no combatientes, pero la incertidumbre en tiempo real sobre la información recopilada puede comprometer estos principios éticos.

La deshumanización del conflicto es uno de los puntos más polémicos del uso de drones. Debido a que los operadores de drones no están físicamente presentes en el campo de batalla, existe una desconexión emocional entre las acciones militares y las consecuencias humanas. Algunos argumentan que esta distancia reduce la responsabilidad moral de los operadores, y facilita la aceptación de la violencia militar por parte de los gobiernos y la opinión pública, ya que se reduce el riesgo para los soldados. No obstante, los defensores de los drones sostienen que su uso permite decisiones más objetivas, ya que los operadores no están sometidos al estrés del combate. Este dilema entre la despersonalización de la guerra y la eficiencia operativa sigue siendo un tema central en el debate ético.

Otro desafío importante es el uso de drones autónomos. Con los avances en inteligencia artificial, se ha planteado la posibilidad de que los drones puedan tomar decisiones letales sin intervención humana directa, lo que genera profundas preocupaciones éticas. Aunque las máquinas pueden tomar decisiones basadas en datos, la delegación de la capacidad de matar a un sistema autónomo plantea preguntas sobre la responsabilidad y las consecuencias en caso de errores. La falta de capacidad moral en las máquinas y la posibilidad de fallos técnicos son cuestiones críticas que deben abordarse antes de implementar drones completamente autónomos en escenarios de combate.

La falta de transparencia en las operaciones con drones y la supervisión legal inadecuada son factores que agravan los dilemas éticos. Las decisiones sobre los objetivos y los resultados de las misiones a menudo se mantienen en secreto, lo que socava la rendición de cuentas y la confianza pública. La ausencia de regulaciones internacionales claras sobre el uso de drones militares aumenta el riesgo de abusos. Por tanto, para garantizar un uso ético de los drones, es fundamental que se establezcan normas globales y mecanismos de supervisión robustos que protejan los derechos humanos y limiten el uso desproporcionado de la fuerza.

D. Discusión

Los drones militares están experimentando avances tecnológicos significativos que prometen transformar el panorama de la guerra moderna. La integración de inteligencia artificial avanzada permitirá una autonomía mayor, facilitando decisiones en tiempo real y aumentando la precisión de las misiones. Además, la tecnología de enjambre permitirá a múltiples drones operar de manera coordinada para realizar tareas complejas con mayor eficiencia. Los avances en sensores, como los de alta resolución y multispectrales, mejorarán la recolección de datos en condiciones adversas, mientras que los nuevos materiales y diseños harán a los drones más ligeros, duraderos y sigilosos. Las innovaciones en energía, incluyendo baterías eficientes y fuentes alternativas como la solar, extenderán el rango y la duración de las operaciones de los drones.

Sin embargo, estos avances también conllevan desafíos significativos. La creciente autonomía y conectividad de los drones intensificarán las preocupaciones sobre la seguridad cibernética, haciendo esencial proteger contra hackeos y guerra electrónica. Además, el uso de drones en operaciones letales plantea cuestiones éticas y legales sobre la toma de decisiones autónoma y su conformidad con el derecho humanitario. Aunque la precisión mejorada podría reducir las bajas civiles, también es crucial considerar el impacto humanitario de los drones, tanto en conflictos como en misiones de ayuda. A medida que la tecnología de drones sigue avanzando, es vital abordar estos desafíos para asegurar que los beneficios sean maximizados y los riesgos minimizados.

CONCLUSIONES

Los avances en los drones militares han mejorado significativamente la eficiencia y precisión de las operaciones militares, permitiendo la ejecución de misiones complejas con menores riesgos para los soldados y un uso más controlado de la fuerza. Estos sistemas no tripulados, apoyados por tecnologías de inteligencia artificial (IA) y sensores avanzados, pueden realizar tareas de vigilancia en tiempo real durante periodos prolongados sin la fatiga humana, proporcionando información detallada y en directo sobre zonas de conflicto. Esto ha permitido a los ejércitos realizar ataques quirúrgicos con una precisión sin precedentes, reduciendo los daños colaterales y minimizando las bajas civiles. Además, la capacidad de integrar IA para el análisis de datos masivos obtenidos por estos drones ha incrementado exponencialmente la velocidad y exactitud con que se procesan las imágenes y otros tipos de inteligencia, mejorando la capacidad de respuesta frente a amenazas en tiempo real. El desarrollo de drones autónomos, equipados con sistemas de autoaprendizaje y capacidad para tomar decisiones tácticas, representa un salto cualitativo hacia la futura guerra automatizada, donde los seres humanos podrían desempeñar un rol más distante en la toma de decisiones.

A pesar de los avances tecnológicos que los drones militares han alcanzado, su despliegue en el campo de batalla ha planteado numerosos desafíos éticos y legales que siguen siendo objeto de debate en la comunidad internacional. Uno de los principales problemas es la falta de regulación clara sobre el uso de drones en situaciones de guerra, lo que abre la puerta a la posibilidad de abusos de poder y violaciones de los derechos humanos. Las operaciones no tripuladas, aunque eficaces desde el punto de vista militar, pueden deshumanizar el conflicto, donde las decisiones de vida o muerte se toman desde una distancia segura, lo que podría reducir la responsabilidad moral de los actores implicados. El uso de drones armados en ataques a objetivos terroristas ha suscitado controversia por la falta de transparencia en los criterios para seleccionar blancos y la falta de supervisión judicial o política. A medida que los drones se vuelven más autónomos, la cuestión de si las máquinas deben tener la capacidad de tomar decisiones letales sin intervención humana plantea preocupaciones profundas sobre la responsabilidad y las leyes de la guerra. Por último, existe el riesgo de que estas tecnologías sean accesibles para actores no estatales o grupos terroristas, lo que podría desestabilizar aún más las relaciones internacionales y aumentar el riesgo de conflictos armados no convencionales.

REFERENCIAS

- [1] H. Han, «Analysis of the Status of Basic Industries in Military Drone», *The journal of the convergence on culture technology*, vol. 6, n.º 4, pp. 493-498, nov. 2020, doi: 10.17703/JCCT.2020.6.4.493.
- [2] «The Future of Military Drones: Advancements and Innovations - Defence Agenda». Accedido: 4 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://defenceagenda.com/the-future-of-military-drones/>
- [3] R. Steen, N. Håheim-Saers, y G. Aukland, «Military unmanned aerial vehicle operations through the lens of a high-reliability system: Challenges and opportunities», *Risk Hazard & Crisis Pub Pol*, vol. 15, n.º 3, pp. 347-373, sep. 2024, doi: 10.1002/rhc3.12279.

- [4] I. Marzaki, A. A. Supriyadi, y S. Arief, «Leveraging drone technology for advancements in photogrammetry, remote sensing, and military intelligence: a review», *RSTDE*, vol. 1, n.º 1, pp. 1-9, feb. 2024, doi: 10.61511/rstde.v1i1.2024.840.
- [5] M. J. Guitton, «Fighting the Locusts: Implementing Military Countermeasures Against Drones and Drone Swarms», *Scandinavian Journal of Military Studies*, vol. 4, n.º 1, pp. 26-36, ene. 2021, doi: 10.31374/sjms.53.
- [6] A. Jackman, «'Manning' the 'unmanned': Reapproaching the military drone through learning the/to drone», *Political Geography*, vol. 104, p. 102894, jun. 2023, doi: 10.1016/j.polgeo.2023.102894.
- [7] A. Jackman, «Drone sensing volumes», *Geographical Journal*, vol. 189, n.o 3, pp. 501-513, sep. 2023, doi: 10.1111/geoj.12517.
- [8] P. Burt, «Out of Sight, Out of Mind? Ethical Issues Relating to the Use of Autonomous Armed Drones in Promotional Videos», *Journal of War & Culture Studies*, vol. 15, n.o 4, pp. 388-407, oct. 2022, doi: 10.1080/17526272.2022.2119662.
- [9] J. D. Schnepf, «Military Technologies and Human Labor», *American Literature*, vol. 95, n.o 2, pp. 351-363, jun. 2023, doi: 10.1215/00029831-10575134.
- [10] «Drone Survival Guide». Accedido: 18 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.dronesurvivalguide.org/>
- [11] D. Caballero-Martin, J. M. Lopez-Guede, J. Estevez, y M. Graña, «Artificial Intelligence Applied to Drone Control: A State of the Art», *Drones*, vol. 8, n.o 7, p. 296, jul. 2024, doi: 10.3390/drones8070296.
- [12] I. Jeelani y M. Gheisari, «Safety Challenges of Human-Drone Interactions on Construction Jobsites», en *Automation and Robotics in the Architecture, Engineering, and Construction Industry*, H. Jebelli, M. Habibnezhad, S. Shayesteh, S. Asadi, y S. Lee, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 143-164. doi: 10.1007/978-3-030-77163-8_7.
- [13] Z. Xiaoning, «Analysis of military application of UAV swarm technology», en *2020 3rd International Conference on Unmanned Systems (ICUS)*, Harbin, China: IEEE, nov. 2020, pp. 1200-1204. doi: 10.1109/ICUS50048.2020.9274974.
- [14] G. S. Kim, S. Lee, T. Woo, y S. Park, «Cooperative Reinforcement Learning for Military Drones over Large-Scale Battlefields», *IEEE Trans. Intell. Veh.*, pp. 1-11, 2024, doi: 10.1109/TIV.2024.3472213.
- [15] H. Wang, Q. Shen, Z. Deng, Y. Guo, y S. Zhang, «A Joint Detection Method for Military Targets and Their Key Parts for UAV Images», *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 73, pp. 1-15, 2024, doi: 10.1109/TIM.2024.3460951.
- [16] C. Oliveros-Aya, «Artificial intelligence in drones and robots for war purposes: a biolegal problem», *JANUS NET*, vol. 14, n.o 2, nov. 2023, doi: 10.26619/1647-7251.14.2.5.
- [17] A. E. Omolara, M. Alawida, y O. I. Abiodun, «Drone cybersecurity issues, solutions, trend insights and future perspectives: a survey», *Neural Comput & Applic*, vol. 35, n.o 31, pp. 23063-23101, nov. 2023, doi: 10.1007/s00521-023-08857-7.
- [18] W. F. Lawless, «Risk determination vs risk perception: From hate speech, an erroneous drone attack, and military nuclear wastes to human-machine autonomy», en *Putting AI in the Critical Loop*, Elsevier, 2024, pp. 21-40. doi: 10.1016/B978-0-443-15988-6.00001-7.
- [19] M. Ünsaldı, «The Future of Military Drones: Advancements and Innovations», *Defence Agenda*. Accedido: 23 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://defenceagenda.com/the-future-of-military-drones/>

LOS AUTORES



Paul Balladares, Mayor e Ingeniero Militar de la Brigada No. 17 "PASTAZA", Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, Licenciado en Ciencias Militares de la Universidad del Fuerzas Armadas ESPE, Magíster en Hidráulica de la Escuela Politécnica Nacional EPN, Diplomado en Modelación Hidráulica e Hidrológica por CIDHMA Capacitación Perú.



Angélica Bustos-Estrella es Licenciada en Criminalística por el Instituto Universitario de la Ciudad, ubicado en Buenos Aires, Argentina. Además, posee el título de Técnica Superior en Criminalística de Campo y Escopometría, obtenido en el Instituto Superior de Seguridad Pública de Buenos Aires. Es también Perita en Papiloscopía, formación que completó en el Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina. Asimismo, ha obtenido el título de Técnica Universitaria en Balística y Armas Portátiles, en el Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina, también en Buenos Aires, Argentina.



Geovanny Rolando Albuja Ruales, Mayor de Infantería comandante de la Base de Movilización "Oriental" del CC.FF.AA. Licenciado en Ciencias Militares Escuela Superior Politécnica del Ejército Ecuador. Cursante Maestría en Gestión de TT. HH, Universidad Yacambú Venezuela. Curso de Liderazgo EE UU. Área de investigación: sistema de inteligencia militar, pedagogía, idiomas y recursos humanos.



Diego Miguel Alarcón Salazar, Capitán de Artillería. Licenciado en Ciencias Militares Escuela Superior Militar Eloy Alfaro Ecuador. Máster en Gerencia de Seguridad y Riesgos Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Diplomado en Gestión del Riesgo Organizacional Colombia. Diplomado de Liderazgo y Productividad Colombia. Curso de Reconocimiento de Largo Alcance Ecuador. Área de investigación: Seguridad Física, Personal y Prospectiva, Geopolítica, Estrategia y Tecnología Militar.