



Aplicaciones de los sistemas de aeronaves remotamente tripuladas para la seguridad y defensa nacional

Applications of remotely manned aircraft systems for national security and defense

German Quintero Morales  Omar Leonardo Salas Galindo 

CITACIÓN APA:

Quintero Morales, G., & Salas Galindo, O. L. (2023). Aplicaciones de los sistemas de aeronaves remotamente tripuladas para la seguridad y defensa nacional. *Ciberespacio, Tecnología e Innovación*, 2(3), 57-80.

<https://doi.org/10.25062/2955-0270.4772>



Publicado en línea: **Junio 30 de 2023**



[Enviar un artículo a la Revista](#)



Los artículos publicados por la *Revista Ciberespacio, Tecnología e Innovación* son de acceso abierto bajo una licencia *Creative Commons*: [Atribución - No Comercial - Sin Derivados](#).

Aplicaciones de los sistemas de aeronaves remotamente tripuladas para la seguridad y defensa nacional

Applications of remotely manned aircraft systems for national security and defense

DOI: <https://doi.org/10.25062/2955-0270.4772>

German Quintero Morales  Omar Leonardo Salas Galindo 

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto", Bogotá D. C., Colombia

Resumen

La utilización de los sistemas no tripulados para la defensa y seguridad de una nación son esenciales en la actualidad, abarcan toda una gama de sistemas para la protección de la soberanía y el sostenimiento del bienestar requerido por la población, es así, que casi todos los países tienen un alto grado de utilización de esta tecnología, bien sea en forma adquirida o por desarrollo propio, para lo cual, los estados invierten grandes recursos que les permitan apropiarla y a su vez logran posicionarse a nivel mundial en esta área. Ahora mismo, los sistemas no tripulados también juegan un papel muy importante en el avance económico de las naciones, toda vez que, contemplan varios campos donde se pueden desempeñar como tecnologías de uso dual, tanto a nivel civil como a nivel militar, siendo este último, principalmente, el campo de aplicación que se desea analizar en el presente artículo. La facilidad de su utilización y el bajo costo de desarrollo de los sistemas no tripulados civiles actuales, permiten que cualquier persona pueda acceder a ellos y operarlos incluso con fines económicos; por otra parte, los sistemas no tripulados militares tienen una concepción orientada a su utilización en los diferentes teatros de operación del multidominio, con capacidad de cumplir un amplio espectro de misiones y tareas, dependiendo de sus capacidades, las cuales van desde la vigilancia, interferencia electrónica, pasando por la aplicación de la fuerza y hasta con disposición para el combate aire-superficie y aire-aire.

En este artículo se desea hacer una verificación de las aplicaciones actuales que tienen los sistemas no tripulados en el campo civil y principalmente en el campo militar, pensando en la seguridad y defensa la nación.

Palabras Clave: Sistema no tripulado, Drone, RPA, UCAV, UAV, Aplicaciones Militares.

The use of unmanned systems for the defense and security of a nation are essential today, covering a wide range of systems for the protection of sovereignty and the maintenance of the welfare required by the population, so that almost all countries have a high degree of use of this technology, either acquired or self-developed, for which the states invest large resources that allow them to appropriate it and in turn manage to position themselves globally in this area. Right now, unmanned systems also play a very important role in the economic progress of nations, since they contemplate several fields where they can be used as dual-use technologies, both at civil and military level, being the latter, mainly, the field of application to be analyzed in this article. The ease of use and low development cost of current civilian unmanned systems allow anyone to access and operate them, even for economic purposes; on the other hand, military unmanned systems are designed for use in the different theaters of operation of the multi-domain, with the ability to perform a wide range of missions and tasks, depending on their capabilities, ranging from surveillance, electronic jamming, through the application of force and even with provision for air-to-surface and air-to-air combat.

In this article we want to verify the current applications that unmanned systems have in the civil field and mainly in the military field, thinking about the security and defense of the nation.

Key words: Unmanned Aerial Vehicle, Drone, RPA, UCAV, UAV, Military Applications.

Abstract



Artículo de reflexión

Recibido: 24 de marzo de 2023 • Aceptado: 6 de junio de 2023

Contacto: German Quintero Morales  quinteromg@esdeg.edu.co

Introducción

Desde la primera revolución industrial a mediados del siglo XVIII, el desarrollo de la industria y la tecnología en todas las áreas ha sido notable, esto puede ser recientemente apreciado en el campo de la automatización de máquinas y sistemas. En el campo militar, la automatización de la tecnología es mucho más evidente, ya que, a través de los años, los sistemas de armas son cada vez más sofisticados, toda vez que, desde la aparición de la aviación en 1903, la evolución del poder aéreo en el siglo XX ha sido fundamental para todos los estados, sobre todo de las grandes potencias; evidenciándose mediante su participación casi todos los conflictos del siglo XX y XXI.

El gran avance de la tecnología militar aeronáutica / aeroespacial, puede ser observado a través de los años, desde sus inicios en la I Guerra Mundial, como vehículos utilizados simplemente para la observación del enemigo, hasta llegar a ser el equipo militar de vanguardia en cualquier tipo de confrontación presente, capacidades que, a su vez, son un elemento esencial para sostenimiento del estatus quo de paz, principalmente entre los países más poderosos del sistema internacional.

En relación a los sistemas no tripulados, éstos fueron creados a mediados de 1918 a partir de la implementación de un control de vuelo que permitiera remplazar al piloto por un sistema de vuelo completamente automático, buscando evitar los problemas sobrevenientes de la naturaleza humana en relación con sus limitaciones, en ese momento, se desarrolló un sistema giroestabilizador que permitía el control completo de la aeronave, este fué el denominado "*Curtiss-Sperry Aerial Torpedo*", desarrollado como un torpedo aéreo para la Marina de los Estados Unidos (Cuerno-Rejado et al., 2016), sin embargo no pudo ser utilizado en el campo de batalla, toda vez que coincidió con el fin de la Primera Guerra mundial (Newcome, 2004); es a partir de este desarrollo, que el sistema de control de la aeronave pudo ser sustituido por un mando a distancia, el cual, ahora se conoce como sistema no tripulado y que también puede ser preprogramado para el caso de cohetes y misiles guiados (Singhal et al., 2018).

Los sistemas no tripulados tienen varios nombres en la actualidad, algunos de ellos se conocen como RPA por las palabras *Remote Pilot Aircraft* o UAV por *Unmanned Aerial Vehicle* que significan aeronave remotamente tripulada de acuerdo a la Organización de Aviación Civil Internacional – OACI, también pueden conocerse popularmente como Drone que proviene de la palabra anglosajona zumbido (Martínez, 2020), palabras que durante el artículo podemos encontrar y que se pueden usar indiscriminadamente.

Con la aparición de los sistemas no tripulados, tanto las guerras regulares como las irregulares han sufrido grandes transformaciones en las formas de enfrentamiento, donde ya no se requiere la presencia de un soldado o grupo especializado buscando

objetivos, sino que se utiliza un sistema que aplica la fuerza y el poder de combate con precisión para ubicar y neutralizar blancos estratégicos, también se pueden aplicarse para la vigilancia de áreas enemigas y apoyar las labores de inteligencia, por otra parte, se debe tener en cuenta que el costo beneficio es un factor muy relevante para ser considerado, en comparación con la aviación tripulada (Merola et al, s.f.).

Aprovechando las capacidades de la tecnología y la reducción de costos de los sistemas no tripulados, éstos han permitido que sean de aplicación militar como para la aplicación en el campo civil, donde, se tiene un sinnúmero de equipos y sistemas disponibles, que van desde los sistemas nano hasta los sistemas estratégicos, los cuales pueden participar en el reconocimiento y vigilancia de zonas, comunicaciones, entrega de armamento en tierra, combate aéreo, llegando a participar en la entrega de suministros y hasta en la prestación de servicios médicos (Sivakumar & Malleswari, 2021).

Sobre el punto anterior, el presente artículo pretende abordar la investigación de las aplicaciones actuales y futuras de los sistemas no tripulados, RPAs, UAVs o Drones, que puedan ser utilizados en el campo civil, pero, principalmente para la defensa y seguridad de Colombia, para esto, se plantea la siguiente pregunta: **¿Qué aplicaciones se han investigado de los sistemas de aeronaves remotamente tripuladas para la seguridad y defensa nacional?** Esta pregunta se crea, en razón a que actualmente en el país se tiene la capacidad militar de utilizar los sistemas no tripulados para labores de inteligencia, vigilancia y reconocimiento principalmente, pero, no se tiene previsto a corto plazo por parte de las FF.MM. que sean utilizados en otro tipo de aplicaciones que pueden potenciar en gran medida las capacidades militares aéreas del país; sobre todo y teniendo en cuenta, que naciones con gran poderío armamentista como Estados Unidos, Rusia o Israel, usan esta tecnología en muchas más aplicaciones militares. También, para responder la pregunta, se debe tener en cuenta la normatividad existente a nivel mundial para esta tecnología, principalmente en lo relacionado con los Derechos Humanos y la capacidad de vuelo en espacio aéreo controlado.

Metodología

El presente artículo es una investigación documental con propósito profesional, que tiene un alcance descriptivo, para lo cual se efectuó una revisión de las bases de datos disponibles en las suscripciones de la Escuela Superior de Guerra, la Universidad de San Buenaventura, tales como Digitalia, GALE, Google Académico, MDPI, Oxford University Press, Preprints, ResearchGate, SAGE Journals, Scielo, ScienceDirect, Springer y Taylor & Francis, encontrando Journals, Artículos y publicaciones de gobierno, mediante el empleo de ecuaciones de búsqueda con palabras clave y limitación de fecha de publicación a partir del año 2005, se seleccionaron tres ecuaciones de búsqueda, teniendo en cuenta la variación de la denominación como se conocen el tipo de aeronaves sobre las cuales

se efectuaron los artículos objeto de la investigación y dos tesauros principales de acuerdo a la base de datos de la UNESCO "aeronave" y "fuerzas militares", estas fueron:

1. "Aeronaves no tripuladas" and "uso fuerzas militares".
2. "Aeronaves remotamente pilotadas" and "uso fuerzas militares".
3. "Drones" and "aplicaciones"

Sin embargo, debido a que la mayoría de la bibliografía relacionada con el tema de investigación se encuentra en inglés, también se usaron las ecuaciones de búsqueda en este idioma:

1. "Unmanned aerial vehicle" and "military forces use".
2. "Remotely piloted aircraft" and "military forces use".
3. "Drones" and "applications"

Estos documentos fueron revisados y analizados para ordenarlos por la relevancia de su contenido y la calidad de sus conclusiones, seleccionando los 39 mejores para conformar el marco referencial objeto de la investigación. Finalmente, se identificaron los artículos mejor estructurados, que se alinean con el marco teórico seleccionado, para servir como base de este documento.

Para la organización de la información consultada, se estableció una organización consistente en definir los documentos que tenían un fin informativo con aplicación al marco teórico, luego, se establecieron los documentos que contenían la información para extraer los usos de los sistemas no tripulados, con el fin de identificar las aplicaciones a nivel civil como a nivel militar que sirvieran como insumo del desarrollo del artículo. Por último, se determinaron los documentos que aportaban información complementaria para análisis y conclusiones del documento.

Marco Conceptual

Los sistemas no tripulados integran una aeronave o vehículo aéreo con una estación de control en tierra, un sistema de comunicaciones que puede ser por enlace directo (*data-link*) o por medios satelitales y su capacidad de carga útil (Circular OACI, 2011), que, de acuerdo con esta última característica se define el tipo de misión a cumplir. Estos sistemas surgieron en la segunda guerra mundial donde Alemania comenzó a utilizar esta tecnología para guiar en forma autónoma bombas dirigidas hacia Inglaterra como las de tipo V-2 y con el paso de los años, el desarrollo de esta tecnología se impuso en el campo militar para el diseño de cohetes, bombas y misiles guiados. La aplicación de la

tecnología de los RPAs se ha visto bien reflejada a través del último siglo en varias confrontaciones, donde podemos encontrar fácilmente su uso en las guerras de Corea, Yom Kippur, la guerra del golfo pérsico (Bruno et al., s.f.) e incluso ahora en pleno siglo XXI en la confrontación entre Rusia y Ucrania.

Los grandes desarrollos en el campo de los Sistemas de Aeronaves Remotamente Tripuladas (RPA's por sus siglas en inglés) han sido llevados a cabo principalmente por Estados Unidos e Israel, los cuales tienen como línea estratégica el uso de la tecnología para su defensa y globalización. En este caso, es subjetivo pensar si los drones son una evolución o una revolución militar (Bruno et al., s.f.), por otra parte, el uso de los drones en combate ha sido poco documentado por tratarse de operaciones secretas de las grandes potencias; sin embargo, el Departamento de Defensa de Estados Unidos DoD realizó un estudio que definió las misiones en que se aplicarán los RPAs para el año 2030 en ese país (Unmanned Aircraft System, 2005, p. A-1), así:

- "Inteligencia, reconocimiento y vigilancia
- Ataque/eliminación de la defensa enemiga
- Ataque electrónico
- Relevo de comunicaciones
- Reabastecimiento y entrega de carga"

Por otra parte, un estudio realizado a 299 sistemas no tripulados con uso militar estableció la aplicación de los drones en las siguientes misiones principales (Torossian, 2020,

p. 16), así:

- "Inteligencia
- Uso de fuerza para la defensa
- Uso de fuerza ofensiva
- Soporte logístico"

La clasificación de los sistemas no tripulados ha tenido varias connotaciones a través de los años, ya que algunos países los clasifican de acuerdo a su conveniencia, teniendo en cuenta, tamaños, pesos, cargas, tripulaciones, comunicaciones, etc., pero, de acuerdo a la Organización Tratado Atlántico Norte - OTAN que es un organismo reconocido mundialmente, los RPAs se clasifican de la siguiente manera teniendo en cuenta el peso máximo de la aeronave al momento del despegue (Riera, 2021):

Tabla 1 Clasificación UAVs OTAN

UAS: CLASIFICACION PROPUESTA EN EL JCGUAV				
Clase (MTOW)	Categoría	Empleo	Altitud Operacional	Radio de Misión
CLASE III > 650 Kg	HALE (High Altitude Long Endurance)	Estratégico	Hasta 65.000 ft	Sin Límite (BLOS, radio sin visibilidad directa entre antenas)
	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Operacional	Hasta 40.000 ft	Sin Límite (BLOS)
CLASE II 150 / 650 Kg	TÁCTICO	Formación Táctica	Hasta 3.000 ft	200 Km (LOS, radio con visibilidad directa entre antenas)
CLASE I < 150 Kg	SMALL	Unidad Táctica	Hasta 1.200 ft	50 Km (LCS, servicios de localización)
	MINI	Subunidad Táctica	Hasta 1.000 ft	25 Km (LCS)
	MICRO	Táctico, Pelotón, Sección, Personal	Hasta 200 ft	5 Km (LOS)

Fuente: Riera Gomila, M. F. (2021).

En el campo militar, toda la amplia gama de RPAs es utilizada para misiones miliares, que van desde el apoyo táctico para la Clase I (hasta 150 kg), clase II (hasta 650 kg), hasta los de tipo operacional y estratégico de la Clase III (desde 650 kg en adelante). Así mismo, la capacidad de llevar equipos a bordo depende de su peso máximo, entre mayor capacidad de carga es mayor el peso del RPA.

Ahora bien, en el campo civil los RPAs también son empleados para un sinnúmero de aplicaciones, entre las cuales podemos encontrar: fotografía, monitoreo de obras, minería, agricultura, entrega de mercancías, logística y vigilancia (Singhal et al., 2018).

Por otra parte, para tener un grado de percepción sobre los avances y usos de esta tecnología, se debe tener en cuenta que el mercado de esta tecnología generó en ventas para el año 2020 cerca de USD 6.59 billones (Miller C, 2018) que corresponde al 10% de ventas del Departamento de Defensa de Estados Unidos, entre las cuales, las ventas del sector defensa tuvieron un mercado de USD 2.37 billones, lo que implica que esta tecnología es de vital importancia para el campo militar a nivel mundial.

Para el caso colombiano, su aplicación en el campo miliar es vital para la seguridad y defensa nacional, que se puede revisar en el Manual de Doctrina Básica Aérea, Espacial y Ciberespacial de la Fuerza Aérea Colombiana (Doctrina Básica Aérea, Espacial

y Ciberespacial, 2020. P. 10-4), donde se plantea el uso de los RPAs para las siguientes misiones:

- "Gestionar IVR. En operaciones de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento
- Aplicar la Fuerza. En operaciones de ataque estratégico principalmente"

Con base en lo anterior, se encuentra que la aplicación de los sistemas no tripulados para la defensa y seguridad del estado está supeditada a las siguientes variables:

- Tipo de RPA (Tamaño)
- Tipo de carga útil (Peso)
- Tipo de misión (Estratégica, Operacional o Táctica)
- Capacidad de la Fuerza en aplicar la tecnología

Teniendo en cuenta lo tratado en cuanto a los roles, características, clasificaciones, misiones y hasta presupuestos, se puede evidenciar que los sistemas no tripulados son la aviación del futuro y es bueno analizar en profundidad las capacidades y aplicaciones de esta tecnología en el campo militar y para Colombia, revisar las aplicaciones futuras de estos sistemas en la seguridad y defensa de la nación.

Desarrollo del Objetivo

Los sistemas no tripulados se fabrican teniendo en cuenta varios aspectos en el diseño como el desempeño, si opera en día y noche, condiciones climatológicas, alcance, tiempo de vuelo, pero principalmente, por el rol o misión que piensa desempeñar el sistema (Torun, 1999), en este aspecto, los sistemas de corto alcance son pequeños, principalmente eléctricos y de bajo costo que sirven para vigilancia, por otra parte, los sistemas de largo alcance, ya poseen motores de combustión que permiten vuelos de larga duración y pueden llevar cargas de mayor capacidad para realizar operaciones más específicas como lo son las misiones militares.

Para el desarrollo de este artículo, los sistemas no tripulados que se van a analizar son los militares, los cuales, de acuerdo a Torossian, son los que tienen más aplicaciones en comparación con los civiles, los cuales están integrados en cuatro áreas que van desde inteligencia, uso de la fuerza, fuerza ofensiva y servicios (Torossian, 2020, p. 16), de estas áreas en Colombia sólo se está aplicando la de inteligencia e información a través de los sistemas no tripulados disponibles en el país y que opera la Fuerza Aérea Colombiana. A su vez, las áreas están divididas en varias aplicaciones más específicas que van encaminadas a las misiones particulares de cada sistema.

Para el estudio realizado por Torossian, se seleccionaron 299 sistemas no tripulados de todas las especificaciones y usos, se seleccionaron los que de acuerdo a sus capacidades se alineaban con las áreas seleccionadas y es así que se dividieron de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2 Número de Sistemas No Tripulados y sus Aplicaciones

Inteligencia e información	Uso de la fuerza para la defensa		Uso de la fuerza ofensiva	
Ciber inteligencia: 64	Apoyo: 39	Defensa Aérea: 35	Letal: 65	No letal: 6
Adquisición de Blancos: 120	Defensa de Infraestructura: 53			
	Servicios y soporte			
Monitoreo, Vigilancia y Reconocimiento: 179	Ingeniería: 51		Mantenimiento y Cuidado Médico: 30	
	Transporte y Entrega: 63		Comunicaciones: 44	

Fuente: Torossian, B., Bekkers, F., Sweijts, T., Roelen, M., Hristov, A., & Atalla, S. (n.d.).

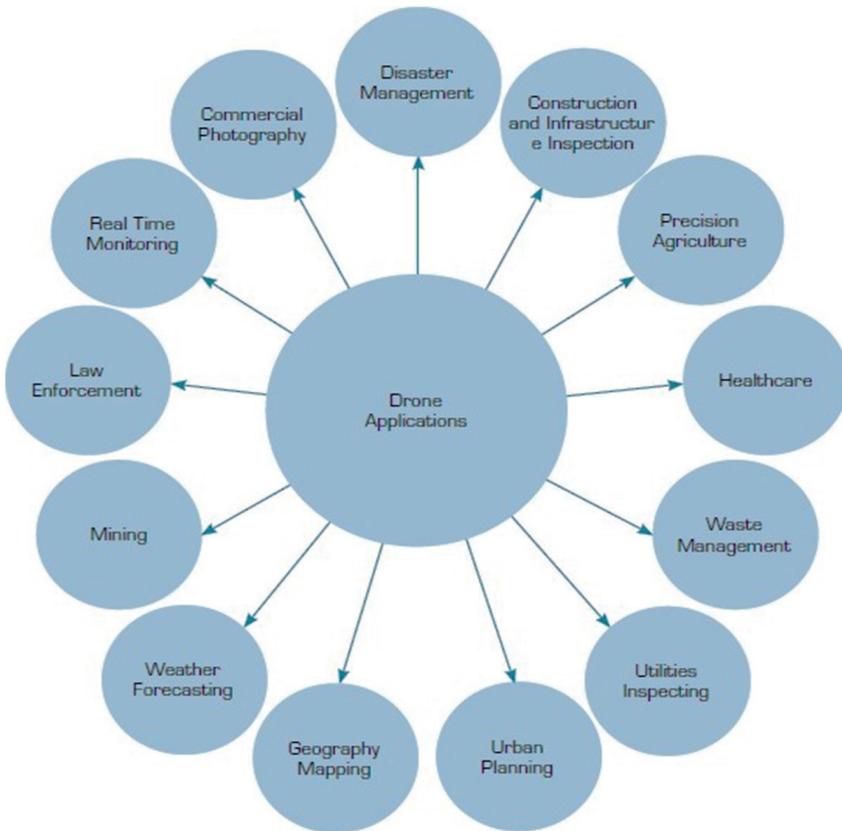
De la Tabla 2, se encuentra que para el área de inteligencia e información las actividades de ciberinteligencia, ubicación de objetivos, vigilancia y reconocimiento son las que mayor aplicación tienen de todos los RPAs consultados; en Colombia los sistemas Hermes y Scan Eagle realizan estas funciones de acuerdo a la doctrina FAC para el empleo del poder aéreo. Los sistemas no tripulados netamente militares, se utilizan para las áreas de la defensa y la ofensiva aérea de un país, se debe tener en cuenta que hay sistemas que simplemente sirven de persuasión como los de tipo no letal y los que entregan armas como los letales tipo UCAV *Unmanned Combat Aerial Vehicle*. Por otra parte, los sistemas con enfoque más civil se utilizan para servicios y soporte entre ellos el servicio médico, apoyo a trabajos de ingeniería, comunicaciones y transporte.

Otro aporte sobre las aplicaciones sobreviene de Sivakumar & Malleswari, donde especifica que los Drones civiles se pueden agrupar de la siguiente manera y se puede ver su organización en la Figura 1:

- "Administración del Riesgo:
 - Preparación pre-desastres
 - Evaluación de desastres
 - Respuesta al desastre
- Agricultura
 - Monitoreo de cultivos
 - Manejo de irrigación

- Agricultura de precisión
- Cosecha
- Polinización artificial
- Cuidado Médico
 - Transporte de Equipo Médico
 - Recolección de muestras
 - Asistencia remota de pacientes
- Construcción e Inspección
 - Administración de construcciones
 - Inspección de infraestructura
 - Viabilidad" (Sivakumar & Malleswari, 2021)

Figura 1. Uso de los Drones Civiles

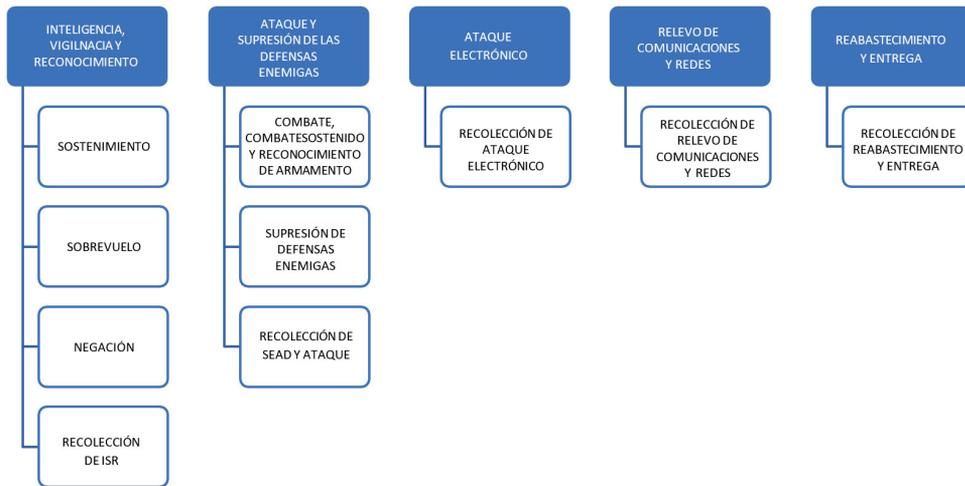


Fuente: Sivakumar, M., Malleswary, N. (2021).

Otras aplicaciones civiles en que se pueden dividir los RPAs son las de cartografía, agricultura, servicios forestales, geología, hidrología, medio ambiente, control de obras, planificación urbanística, gestión del patrimonio y seguridad fronteriza (Brito, 2014).

Para el departamento de Estados Unidos DoD, la aplicación de los sistemas no tripulados militares están determinados en las áreas de inteligencia, defensa, ataque electrónico, comunicaciones y reabastecimiento, lo cual, se puede observar en la Figura 2 (Unmanned Aircraft System, 2005, p. A-1):

Figura 2 Aplicaciones Militares de los Drones DoD USA



Fuente: Elaboración propia a partir de: Unmanned Aircraft Systems Roadmap. (2005).

En el área de inteligencia, se tienen varios tipos de misiones que incluyen la de apoyo a las fuerzas, sobrevuelo de zonas estratégicas, negación de uso del espacio aéreo al enemigo y recolección de información de inteligencia; en el ataque y supresión de las defensas enemigas se incluyen las misiones de combate y reconocimiento de armamento del enemigo; el ataque electrónico, utiliza las capacidades de interceptar comunicaciones y hacer uso de las capacidades de ciberataque y ciberdefensa. El área de comunicaciones relaciona todas las capacidades de relevo de comunicaciones para extender el alcance de los RPAs, relevo de comunicaciones con la tropa en tierra y relevo de comunicaciones con otras aeronaves, por último, el DoD aplica el concepto de extender las capacidades por medio del reabastecimiento en vuelo utilizando los sistemas no tripulados.

Normatividad

Por tratarse de vehículos utilizando el espacio aéreo, los sistemas no tripulados civiles están regidos, así como las aeronaves tripuladas por la normatividad OACI, que establece las condiciones en las que deben operar los drones, esta reglamentación está consignada en la Circular 328 del año 2011 (García, 2017), para este caso, los drones deben cumplir la reglamentación aeronáutica para poder operar bien sea en espacios aéreos segregados o no segregados como la aviación de pasajeros.

Para Colombia, la Aerocivil como entidad encargada de controlar el espacio aéreo civil, emitió la Circular Reglamentaria No. 002 que organiza y controla la operación de los drones civiles en el espacio aéreo colombiano.

La normatividad de los sistemas no tripulados de tipo militar es diferente, ya que por sus características y misiones no pueden ser controlados por control aéreo civil, pero, en caso de utilizar espacios aéreos no segregados, deben alinearse a la normatividad exigida por la OACI en cuanto a la navegación y comunicaciones aeronáuticas, para evitar accidentes con aeronaves tripuladas.

El uso de la fuerza para los sistemas no tripulados es complejo y debe plantearse en el objetivo de otro artículo, sin embargo, se puede decir que está en juego los DDHH con el uso de los drones con capacidad de entrega de armamento, ya que a pesar que son controlados a grandes distancias deberían aplicarse los principios de la guerra como la distinción, proporcionalidad, necesidad militar y humanidad (Lopez-Jacoiste, 2018), aunque el tema es delicado por tratarse de la aplicación de la fuerza por parte de las grandes potencias militares.

Discusión

Drones Civiles

A través del artículo, se puede observar que las aplicaciones de los sistemas no tripulados están claramente divididas en dos campos, los de aplicaciones civiles y los de aplicaciones militares, es de revisar que los drones de carácter civil son los de tipo comercial que se pueden adquirir fácilmente y a precios accesibles, es por ello que los drones civiles tienen más aplicaciones que los de tipo militar.

Haciendo una revisión de las aplicaciones civiles, se encuentra que éstos se usan principalmente para servicios personales y comerciales, como pueden ser fotografía, topografía, geología, agricultura, logística, entrega de paquetes, vigilancia de residencias, industria de la construcción, monitoreo de propiedades y minería, por otra parte, los drones civiles se pueden utilizar en servicios a la comunidad como servicios de transporte de equipo médico, telemedicina y para atención de desastres; estos UAS han sido

utilizados por entidades no militares del estado, dentro de las más destacadas, la Policía Nacional en apoyo a las actividades de vigilancia y la Defensa Civil Colombiana, en algunos desastres que ha sufrido el país, como el de la isla de providencia por el huracán Iota, los deslizamientos y en atención también a los desbordes de los ríos en el departamento del Putumayo.

Drones Militares

Los sistemas no tripulados con configuración militar, son aquellos que están diseñados propiamente para servicios de defensa y seguridad, donde sus aplicaciones están claramente definidas: monitoreo, vigilancia y reconocimiento, escolta aéreo, ciber inteligencia, ubicación de blancos, defensa activa, ataque armado y comunicaciones principalmente, dentro de estas misiones, se debe analizar cuál de ellas podría en el mediano plazo ser implementada en Colombia para la defensa y seguridad del país.

Para la utilización de sistemas aéreos remotamente pilotados, las Fuerzas Armadas de Colombia han adoptado la clasificación inicial de los mismos de acuerdo lo establecido por la OTAN (Headquarters, 2017), así:

Tácticos: Agrupa las categorías "*Micro/Mini UAS*", caracterizados por su corto alcance, limitado a línea de vista por radiocontrol, tienen baja capacidad de carga y pueden transmitir video en tiempo real, "*Smal Tactical*", son UAS de tamaño pequeño, con una sección de reflexión radar reducida, tienen una autonomía y alcance medianas, limitado a tener línea directa con la señal de radiofrecuencia de la estación de control, "*Tactical*" **estos** UAS requieren un nivel de logística y equipamiento más robusto que los anteriores, sus capacidades de autonomía y rango de operación pueden variar sustancialmente dependiendo del sistema específico, normalmente el centro de control puede estar ubicado en unidades móviles tales como vehículos me mando y control, así como unidades a flote.

Operacional: los UAS pertenecientes a esta categoría, presentan fuselajes relativamente grandes, pueden operar a mediana y gran altitud, tienen capacidad de extender su rango de operación al poder utilizar estaciones repetidoras de control, normalmente requieren una pista de aterrizaje para su despegue y recuperación, también pueden utilizar catapultas y ganchos de recuperación (especialmente al utilizarlos a bordo de unidades a flote), o, en algunos casos, tienen capacidad de despegue y aterrizaje vertical.

Estratégicos: A esta categoría pertenecen los UAS más rápidos, pesados, grandes, de mayor rango de operación y autonomía, operan a mediana y gran altitud, normalmente son controlados satelitalmente, debido a que su tamaño puede llegar a ser igual al de una aeronave de combate, recientemente, los más avanzados ostentan tecnologías "*stealth*", capacidades de entrega de armas aire-aire, aire-superficie y guerra electrónica,

lo cual les permite competir directamente contra aeronaves tripuladas, en cuanto a capacidad e incluso enfrentados en combate.

Tabla 3. Niveles de aplicación de los ART en las Fuerzas Armadas de Colombia

	EJC	ARC		FAC	PNC
		Unidad a flote	Misiones entierra		
Nivel	TÁCTICO	OPERACIONAL	TÁCTICO	ESTRATÉGICO	OPERACIONAL
Peso máximo	20 LBS	55 LBS	20 LBS	+1320 LBS	55 LBS
Velocidad Máxima	30 KT	65 KT	30 KT	+250 KT	65 KT
Altitud de operación máxima	1500 FT	10000 FT	1500 FT	65000 FT	10000 FT
Rango de operación máximo	20 KM	120 NM	20 KM	+250 NM	54 NM

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos internos de las Fuerzas.

Dentro de la doctrina de las Fuerzas Armadas de Colombia, se tiene especificada la disposición de los drones de acuerdo con las capacidades de cada una de las Fuerzas Militares y la Policía Nacional, es así que, dentro del territorio continental, el Ejército Nacional y la Armada nacional pueden operar drones de tipo táctico, que realizan acompañamiento y apoyo a la tropa en tierra. La Policía Nacional, puede operar sistemas no tripulados hasta el tipo operacional dentro del territorio para cumplir su misión constitucional. En la zona marítima, la Armada Nacional puede operar sistemas no tripulados hasta el tipo operacional, con mayor capacidad que los de tipo táctico continentales. Ahora bien, la Fuerza Aérea Colombiana, puede operar sistemas no tripulados en el territorio y en la zona marítima desde el tipo táctico, pasando por los de tipo operacional, hasta los estratégicos, resaltando que la FAC puede utilizar la capacidad armamentista de los drones para cumplir su misión de dominio del espacio aéreo colombiano.

Teniendo en cuenta que la FAC es la que abarca toda la gama de aplicaciones, la discusión se va a centrar en las capacidades actuales y futuras que tiene esta fuerza para aplicar los drones en varias misiones típicas de acuerdo con su doctrina de poder aéreo (Doctrina Básica Aérea, Espacial y Ciberespacial, 2020):

- “Contrapoder aéreo
- Inteligencia, vigilancia y reconocimiento aéreo - IVR
- Contrainteligencia aérea
- Ataque estratégico

- Guerra Electrónica
- Operaciones especiales aéreas
- Operaciones de información
- Soporte y servicios para el combate
- Recuperación de personal en apoyo a la población civil
- Control y prevención del empleo ilegal del espacio aéreo"

Actualmente, la FAC utiliza las capacidades de los drones en las misiones típicas de IVR, operaciones de información, soporte y servicios para el combate, control y prevención del empleo ilegal del espacio aéreo, sin embargo, debido a la falta de recursos para implementar más sistemas no tripulados con otras capacidades, no se han aplicado en las demás misiones típicas; por ejemplo, teniendo capacidad de armamento de un dron se podría utilizar este sistema en misiones típicas de ataque estratégico, contrapoder aéreo y operaciones especiales aéreas que incluirían actividades de entrega de armamento, tal como lo hacen países más avanzados en esta tecnología.

Por otra parte, incluyendo en los drones la capacidad de guerra electrónica, se podrían efectuar misiones de control de comunicaciones en el territorio y zonas específicas para aplicación de la fuerza.

Trayendo en contexto los drones militares a nivel mundial, se encuentra lo manifestado por Sarah E. Kreps (2016), que menciona que desde la aparición de los sistemas no tripulados y su desarrollo actual, se puede ver que los Estados Unidos de Norteamérica, fueron los primeros en la utilización de sistemas no tripulados armados para el desarrollo de misiones de ataque, los cuales fueron empleados en Afganistán en 2001, en Yemen en 2002 y luego en Pakistán in 2004; el empleo efectivo de estos medios les permitió efectuar ataques sobre objetivos críticos sin la ocurrencia de bajas y gracias a ello, lograron demostrar que esta tecnología le ofrecía al Estado Norteamericano una ventaja militar y política sobre sus enemigos (p. 59); desde entonces, han liderado la investigación en el desarrollo y aplicación de los RPAs en el campo de la seguridad nacional, motivo por el cual se le confiere la mayor relevancia a los campos de aplicación por ellos propuestos.

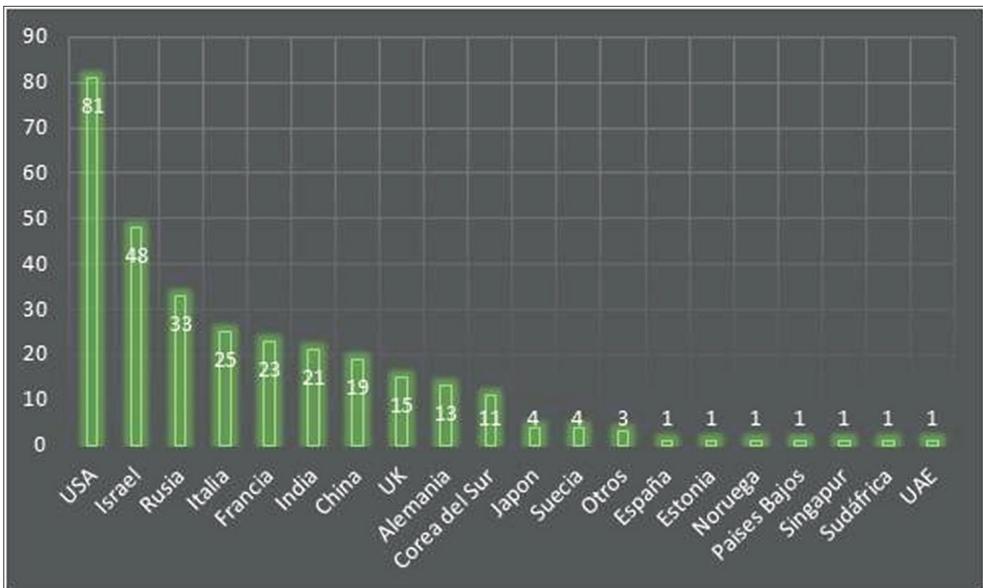
Teniendo en cuenta que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos definió las misiones típicas de los drones para la defensa y seguridad de ese país, se hace una analogía con las misiones típicas que podrían cumplir los drones militares de Colombia, entre los cuales encontramos las siguientes capacidades:

- Inteligencia, vigilancia y reconocimiento - IVR, con sus misiones típicas como sostenimiento, sobrevuelo, negación al espacio aéreo.

- Ataque y supresión de la defensa aérea enemiga con las misiones típicas de ataque, ataque persistente y reconocimiento armado. En esta misión, el uso de la fuerza por los sistemas no tripulados es autorizado.
- El ataque electrónico abarca misiones de ciberataque, interrupción de comunicaciones e incluso se contempla el uso de pulsos electromagnéticos y el uso de energía directa sobre un blanco.
- Las comunicaciones es otra misión típica donde se aplica la tecnología para hacer relevo de comunicaciones en el teatro de operaciones.
- Entrega y reabastecimiento en vuelo se consideran como operaciones especiales como parte de las operaciones psicológicas

De igual forma, es interesante observar cómo otros estados más desarrollados evidencian las bondades de la aplicación de estas tecnologías e iniciaron sus propios programas de investigación y desarrollo, es así como se dio inicio a lo que se conoce como la "Carrera de los Drones Armados", en la cual para el año 2019, las principales potencias ya contaban con sistemas operativos en servicio para el desarrollo de operaciones de entrega de armas en sus fuerzas militares, teniendo como referencia la siguiente gráfica:

Figura 3. Número de sistemas no tripulados por país



Fuente: Torossian, B., Bekkers, F., Sweijs, T., Roelen, M., Hristov, A., & Atalla, S. (n.d.).

Aplicaciones en el multidominio, espacial, ciberespacial y cognitivo

De acuerdo a la hoja de ruta planteada por el ejército de los Estados Unidos de Norteamérica, en su publicación *"Eyes of the Army - U.S. Army Unmanned Aircraft Systems*

- *Roadmap 2010-2035"*, Julian Gran (2016), plantea un escenario futuro, en el cual confluirán las tecnologías ciber espaciales y físicas en un nivel sinérgico superlativo, generando una simbiosis que permitirá la operación autónoma de enjambres de drones operados por inteligencias artificiales desde el ciber espacio, transmitidos mediante constelaciones de satélites de comunicaciones, los cuales alimentaran en tiempo real sistemas predictivos, de selección de blancos, determinación de amenazas, proposición y resolución de cursos de acción, información que será suministrada simultáneamente a los decisores en los centros de operaciones así como a las tropas en tierra. Con ello se conseguirá la mayor eficiencia en la toma de decisiones, incrementará la flexibilidad de las operaciones, permitiendo el control y desarrollo de maniobra con una velocidad y precisión nunca vistos.

El desarrollo de la nanotecnología y su implementación en los UAS, le brindara la capacidad a las unidades de desplegar enjambres de drones que mapearán y monitorearán en tiempo real todo el ambiente operacional en una zona específica, generando una realidad aumentada, brindando información que se desplegara directo a los visores de las tropas, indicando las posibles amenazas, ubicación de objetivos, rutas de aproximación y maniobras recomendadas.

Es de esperar que de igual forma la confrontación se lleve a cabo en el ciber espacio, el riesgo de la tecnificación implica que organizaciones e individuos con los recursos y los medios adecuados puedan atacar e incluso tomar control de las armas del adversario, en este sentido, se plantea el ciclo de escalada tecnológica, en el cual los adversarios alternan indefinidamente entre el ataque y la defensa mientras tratan de mantenerse al frente de esta.

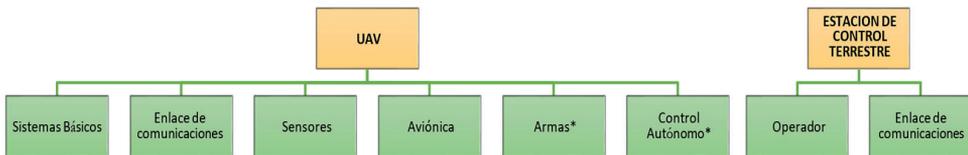
Para el año 2035 se espera que el 95% de las operaciones de reconocimiento e inteligencia sean efectuada por UAS autónomos, de igual forma, el 25% de las misiones restantes serian llevas a cabo por Sistemas Remotamente Pilotados, incluyendo evacuaciones aeromédicas, entrega de armas y transporte de tropas (U.S. Army Unmanned Aircraft Systems - Roadmap 2010- 2035, 2009).

La trasmisión de video en tiempo real, así como la masificación de la utilización de los drones, permitirá a los decisores tener tal cantidad de información y dominio sobre el teatro de operaciones, que será utilizada para minar la moral del enemigo, de igual forma, esta también será utilizada para manipular la percepción de la población, tanto del enemigo como la propia, para obtener una ventaja sobre este.

Riesgos

Los drones tienen alta tecnología de vanguardia que permite que un estado plantee su sistema de defensa y seguridad a partir de las aplicaciones de los sistemas no tripulados, sin embargo, como en toda tecnología militar, se desarrollan tecnologías para contrarrestar las capacidades de los drones, como perturbadores de comunicaciones o *jamming*, ciberataques, interrupción de señales, entre otros, y es ahí, donde surgen los riesgos que posee la tecnología de los drones, ya que son susceptibles de pérdida o robo en las comunicaciones y pueden ser derribados o extraídos del control militar propio para ser adoptados por el país enemigo. En este aspecto, si los drones no tienen una excelente protección son muy susceptibles de interceptación, derribo o robo por el enemigo.

Figura 4. Componentes de los UAV



Fuente: UAV Exploitation: A New Domain for Cyber Power (Hartmann & Giles, 2016).

Cada uno de los componentes representan una oportunidad para ser atacados por el enemigo a través de guerra electrónica, cibernética, cinética o una combinación de estas; con el propósito de interferencia y robo de información, tomar control del sistema para usarlo en contra del adversario o destruirlo. Cabe resaltar que estas posibilidades ya han sido materializadas, dentro de las más reconocidas están la pérdida un UAV "RQ-170 Sentinel" de los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo control fue tomado por la Unidad de Guerra Informática de las fuerzas militares iraníes, las cuales lograron hacerlo aterrizar con éxito en la región nororiental de Irán, en cercanías de la ciudad de Kashmar; en el año 2016, basados en los documentos clasificados divulgados por Edward Snowden, se pudieron identificar indicios que videos transmitidos por UAV Israelíes habían sido interceptados por instalaciones de recolección de señales Británicas en Chipre (Hartmann & Giles, 2016).

A partir de este tipo de amenazas, los desarrolladores de UAS militares se han esforzado por mejorar sus sistemas de seguridad y encriptación de datos y comunicaciones, sin embargo, lo mismo no sucede con los drones civiles, cuyo desarrollo está enfocado en ofrecer al cliente funcionalidad y capacidades al menor precio, relegando la seguridad de control y comunicaciones en un segundo plano, ello los ha hecho especialmente vulnerables y se han convertido en el blanco perfecto para su instrumentalización dentro de los escenarios de guerra irrestricta, un ejemplo de ello fue llevado a cabo en el año 2013, por el grupo Hak5, el cual, mediante la utilización de un dron de uso civil DJI

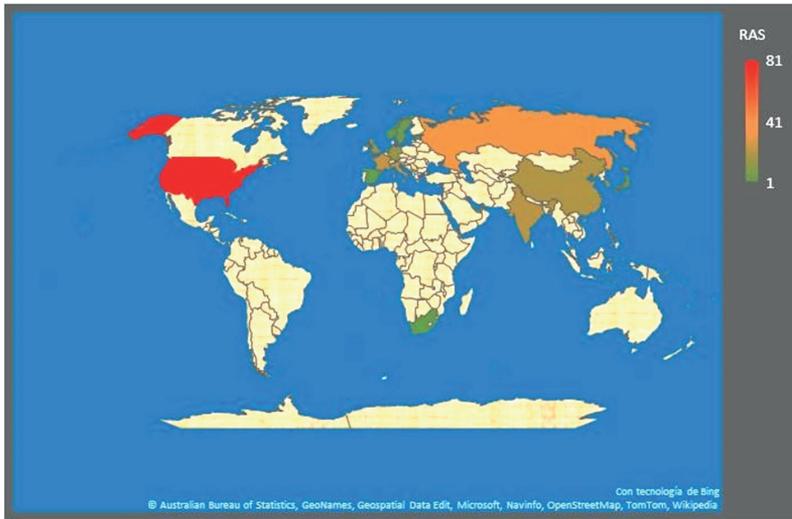
Phantom lograron intervenir las señales de control y tomaron control de todos los drones Parrot que se encontraban en su rango de influencia, de esta forma, demostraron como UAS de uso civil pueden ser intervenidos y empleados para acciones irregulares como la paralización de aeropuertos civiles y negación del uso del espacio aéreo, entre otras (Hartmann & Giles, 2016).

Conclusiones

Sobre todos los escenarios descritos, se hace evidente que las aplicaciones militares que se han planteado para los drones permiten que el Estado las utilice con fines de brindar seguridad y defensa para su nación, es así, que para los países desarrollados los sistemas no tripulados son los equipos de avanzada para las acciones ofensivas, así mismo, son sistemas de disuasión para las acciones defensivas.

Los países que tienen apropiada esta tecnología utilizan todo su poder en la aplicación de las capacidades que estos sistemas pueden generar, desde inteligencia, relevo de comunicaciones para apoyo militar, reconocimiento, reabastecimiento y ataque estratégico. La revisión de la información encontrada para este artículo no es fácil de analizar, ya que los drones aún siguen siendo equipos con categoría reservada y los países no facilitan la entrega de información a la luz pública, especialmente a su empleo real y los resultados con ellos obtenidos, sin embargo, con el material consultado, se puede evidenciar que las aplicaciones que los países desarrollados han planteado para estos sistemas son casi las mismas que las Fuerzas Militares de Colombia tienen previstas para los sistemas no tripulados propios. En la doctrina de la FAC, se tiene contemplada la aplicación de la fuerza por los no tripulados para sus diferentes misiones típicas, siendo así que en caso de poseer estas capacidades ya se tiene un camino avanzado en su implementación, sin embargo, se hace evidente que nos encontramos rezagados en el tipo de RPAs empleados actualmente, así como en las capacidades adquiridas hasta el momento. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario establecer dentro del plan de capacidades de las fuerzas militares, una identificación de aquellas que pueden ser mejoradas o implementadas a partir del empleo de la tecnología de RPAs.

Haciendo una revisión geopolítica con base en la gráfica de la Figura 5, de los Estados con sistemas no tripulados que tienen la capacidad de efectuar misiones de ataque, se puede observar que, en la región, no hay estados que tengan sistemas no tripulados que permitan la entrega de armamento, por lo cual, el desarrollo e implementación de la capacidad de utilización de RPAs en misiones de ataque y defensa, le daría una ventaja militar al país, lo cual sería clave para contribuir a garantizar la defensa de la soberanía nacional e integridad territorial, teniendo en cuenta posibles ataques de estados vecinos.

Figura 5. Estados con RPAs armados operativos

Fuente: Torossian, B., Bekkers, F., Sweijs, T., Roelen, M., Hristov, A., & Atalla, S. (n.d.).

Esta estrategia de defensa se ha evidenciado recientemente, de forma amplia, en el conflicto armado entre Rusia y Ucrania, en el cual, las fuerzas militares ucranianas han utilizado efectivamente los drones de ataque turcos “Bayraktar TB2”, los cuales han tenido una alta efectividad, principalmente contra los tanques rusos, dándonos un ejemplo claro de la utilización medios tecnológicos de bajo costo contra lo que otrora fuera considerado uno de los principales factores a considerar en el cálculo del poder militar de un estado.

Figura 6. Bayraktar TB2 “Unmanned Combat Aerial Vehicle”

Fuente: euromaidanpress.com

Igualmente, se ha podido evidenciar la efectividad de pequeños drones de tipo táctico, que tienen la capacidad de llevar cargas explosivas, los cuales se impactan directamente contra el objetivo para causar su destrucción, esto drones “Switchblades” suministrados por el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica a Ucrania han demostrado ser igualmente contundentes contra unidades autopropulsadas, incluso contra tanques.

Figura 7. Lanzamiento de un “Switchblade” UAV



Fuente: dw.com (Fuchs, 2022)

Finalmente, para terminar de redondear una actuación sobresaliente de los drones en el teatro de guerra ucraniano, tenemos la utilización de estos como piezas esenciales de suministro de información de inteligencia, para la detección de amenazas y objetivos en tiempo real, permitiendo tener una efectividad sobresaliente en el fuego de artillería y en la designación de blancos tras las líneas enemigas, que de inmediato son atacados por los sistemas de misiles HIMARS sin dar posibilidad de reacción a sus contrapartes rusas. En este mismo sentido, y no menos importante, ha sido la utilización de drones civiles de venta comercial, para efectuar cobertura permanente de las operaciones y el abatimiento de blancos rusos, lo cual ha permitido tener una cobertura y difusión de estas en medios de comunicación que han afectado la moral del enemigo, generado el levantamiento de protestas contra la guerra al interior del territorio ruso y elevando la moral combativa de los soldados ucranianos.

Figura 8. Fuerzas ucranianas con el dron táctico "Quantum-Systems Vector VTOL"

Fuente: osinttechnical.net (2022)

Por otra parte, de la misma forma en que los sistemas no tripulados se desarrollaron para el uso militar y mediante el concepto de tecnología de uso dual, esta tecnología fue llevada al campo de las aplicaciones civiles, ahora y debido a la evolución del concepto de seguridad, que ha dejado de ser un monopolio de las fuerzas de seguridad de los estados, migrando a lo que ahora entendemos como seguridad multidimensional, en la cual participan todos los campos de acción del estado, de la misma forma ahora las aplicaciones civiles desarrolladas para los RPAs deben implementarse en gran escala para potenciar la generación de seguridad multidimensional, en palabras de Bonett (2009):

"El sistema de seguridad y defensa en un escenario de postacuerdo debe consolidarse sobre el concepto de Seguridad Multidimensional, esto significa que su contenido y extensión debe incluir seis pilares básicos que son la defensa nacional, la seguridad ambiental, la política institucional, la seguridad humana, la seguridad ciudadana y la seguridad económica" (p. 54).

Este concepto permite efectuar una relación directa con el eje de central del actual gobierno de Colombia, que basa su estrategia en la seguridad humana (la cual hace parte de la seguridad multidimensional), para que a partir de este, se pueda desarrollar una estrategia que tenga como uno de sus principales medios, el empleo de la tecnología de Aeronaves Remotamente Pilotadas, tanto militares como civiles, bajo la acción unificada por parte de los entes estatales en los diferentes campos de acción del estado, generando la sinergia necesaria para garantizar la seguridad multidimensional de la nación.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

Autores

German Quintero Morales. Especialista en Sistemas de Aviónica Universidad de San Buenaventura, Colombia. Ingeniero Aeronáutico Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-0373-4911> Contacto.: quinteromg@esdeg.edu.co

Omar Leonardo Salas Galindo. Especialista en Mecatrónica Universidad del Valle, Colombia. Ingeniero Aeronáutico Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-4554-6353> Contacto: salaso@esdeg.edu.co

Referencias

- AEROCIVIL. (2015). Circular Reglamentaria 002. Requisitos Generales de aeronavegabilidad y operaciones para RPAS (Numeral 4.25.8.2). Colombia. Recuperado de: <http://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/certificacion-y-licenciamiento/Documents/CIRCULAR%20REGLAMENTARIA%20%20002%20-%20RPAS.pdf>
- AIRSPACE. Recuperado de: https://www.academia.edu/36200803/The_Utilization_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_UAV_for_Military_Action_in_Foreign_Airspace
- Beltrán Pineda, E., & Bolívar Pedraza, W. (2017). EL USO DE LOS DRONES ARMADOS Y SU IMPACTO EN LA GUERRA CONTEMPORÁNEA
- Bonett, M. (2009). Seguridades en construcción en América Latina. Tomo II (Universidad del Rosario, Ed.). <https://editorial.urosario.edu.co/gpd-seguridades-en-construccion-en-america-latina-tomo-ii.html>
- Brito, M. (2014). Los drones, un nuevo socio en el espacio aéreo de Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Recuperado de: https://www.academia.edu/download/34880509/Trabajo_Políticas_Aeronauticas_2014.pdf
- Bruno, G., Ronconi, A., Batista, J., & Merola, V. (n.d.). THE UTILIZATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) FOR MILITARY ACTION IN FOREIGN
- Callahan, A. L. (2014, Summer). Reinventing the drone, reinventing the navy: 1919-1939. *Naval War College Review*, 67(3), 98. <https://link.gale.com/apps/doc/A375581446/PPWT?u=esdegue&sid=bookmark-PPWT&xid=21d9f774>
- Circular OACI 328-AN/190. (2011). Organización de Aviación Civil Internacional. Recuperado de: https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_es.pdf
- Cuerno-Rejado, C., García-Hernández, L., Sánchez-Carmona, A., Carrio, A., Sanchez- Lopez, J. L., & Campoy, P. (2016). Evolución histórica de los vehículos aéreos no tripulados hasta la actualidad. *Dyna (Spain)*, 91(3), 332. <https://doi.org/10.6036/7781>.
- Diego Fernando Ortiz Castillo Ing Ruby Dalila Sánchez Posada Tutores Juan José Fernández Dusso Juan Carlos Gómez Benavides, I. (n.d.). EL EMPLEO DE DRONES COMO ESTRATEGIA DE GOBIERNO Tesis de grado para optar al título de Magister en Gobierno. Recuperado de: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/87634/1/T01987.pdf

- Doctrina Básica Aérea, Espacial y Ciberespacial. (2020). Fuerza Aérea Colombiana. Manual-FAC-0-B-Público. Recuperado de: https://www.fac.mil.co/sites/default/files/linktransparencia/Planeacion/Manuales/face_mabda_2013.pdf
- Drake, A. M. (2011). Current U.S. Air Force drone operations and their conduct in compliance with international humanitarian law – an overview. *Denver Journal of International Law and Policy*, 39(4), 629.
- ESTADOUNIDENSE. Bogotá DC: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17595/BeltranPinedaEduardo%20y%20BolivarWilliam2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=El%20uso%20de%20los%20drones%20permite%20hacer%20un%20cambio%20radical,deshumanizan%20la%20guerra%2C%20tambi%C3%A9n%20le>
- Fuchs, H. (2022). Los drones están cambiando la guerra. <https://www.dw.com/es/los-drones-est%C3%A1n-cambiando-la-guerra/a-61613746>
- Galvis, V. (2017). Drones: Seguridad y defensa. *Revista Disputatio*. Vol. 2. Recuperado de: https://facultadgobiernoyrelinter.usta.edu.co/images/documentos/Disputatio_Vol2_Drones.pdf
- García, Israel. (2017). Estudio sobre vehículos aéreos no tripulados y sus aplicaciones. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. España. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/23021/tfg-p-528.pdf?sequence=1>
- Grand, J. (2016). Drones and the Modern Battlefield. https://www.academia.edu/31813330/Drones_and_the_modern_battlefield_pdf
- Hartmann, K., & Giles, K. (2016). UAV Exploitation: A New Domain for Cyber Power. Vol. Cyber Power. NATO CCD COE Publications, Tallinn. https://www.academia.edu/25921967/UAV_Exploitation_A_New_Domain_for_Cyber_Power
- Headquarters, D. of the A. (2017). ATP 3-01.81 Counter-Unmanned Aircraft System Techniques. <https://irp.fas.org/doddir/army/atp3-01-81.pdf>
- Igoe Walsh, J., & Schulzke, M. (n.d.). Drones and Support for the Use of Force. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/j.ctvh4zhx8>
- Kreps, S. E. (2016). DRONES: WHAT EVERYONE NEEDS TO KNOW (Oxford University Press, Ed.). Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jT-BCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=leading+country+in+the+use+of+drones&ots=ua44Kfq25i&sig=x-Edyblme44qg3nUpVM7j2Ftt0o>
- Legalidad, P. la, & Emprendimiento La Equidad, E. Y. (n.d.). POLÍTICA DE DEFENSA Y SEGURIDAD PDS. Recuperado de: https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/Prensa/Documentos/politica_defensa_deguridad2019.pdf
- López-Jacoiste, E. (2018). Drones armados y el derecho internacional humanitario. Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE). Recuperado de: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_investig/2018/DIEEEINV10-2018_Drones_DchoInt_Lopez-Jacoiste.pdf
- Martínez, J. 2020. Estudio y caracterización de materiales estructurales para drones. Universidad Simón Bolívar. España. Recuperado de: <https://212.128.20.127/xmlui/handle/10317/8904>
- Merola, V., & Jesinski Batista, T. (n.d.). The Utilization of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for Military Action in Foreign Airspace. Recuperado de: https://www.academia.edu/36200803/The_Utilization_of_Unmanned_Aerial_Vehicles_UAV_for_Military_Action_in_Foreign_Airspace
- Military Unmanned Aerial Vehicles and Diversification Opportunities. (2018). Recuperado de: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25777.02402>.
- Miller, C. (2018). Military Unmanned Aerial Vehicles and Diversification Opportunities. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25777.02402>. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/328616114_Military_Unmanned_Aerial_Vehicles_and_Diversification_Opportunities
- Mukhamediev, R. I., Symagulov, A., Kuchin, Y., Zaitseva, E., Bekbotayeva, A., Yakunin, K., Assanov, I., Levashenko, V., Popova, Y., Akzhalova, A., Bastaubayeva, S., & Tabybaeva, L. (2021). Review of some

- applications of unmanned aerial vehicles technology in the resource-rich country. In *Applied Sciences* (Switzerland) (Vol. 11, Issue 21). MDPI. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/app112110171>
- Newcome, L. (2004). *Unmanned Aviation: A brief history of unmanned aerial vehicles*. American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HH_VZID81rkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=military+drones+history&ots=tLT47ETk2&sig=dmgr-QDnXTDIPY00pn4mefZt5CQ#v=onepage&q=military%20drones%20history&f=false
- OACI. (2011). Circular 328 AN 190. *Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS)*. Organización de Aviación Civil Internacional. Recuperado de: https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_es.pdf
- Osinttechnical.net. (2022). Ukrainian forces with the Quantum-Systems Vector VTOL drone. https://twitter.com/Osinttechnical/status/1517901725532839936?ref_src=twsrc%5Etfw%7C-twcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1517901725532839936%7Ctwgr%5Ebc8f280c-03d2b9915aac08c03bf8ca879635f4d9%7Ctwcon%5Es1_&ref_url=https%3A%2Fwww.dw.com%2Fes%2Flos-drones-estC3A1n-cambiando-la-guerra%2Fa-61613746
- Riera Gomila, M. F. (2021). *Tècniques de detecció d'UAVs* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/349259>
- Rushby, R. S. (2017). Drones armados y el uso de fuerza letal: nuevas tecnologías y retos conocidos. *CES Derecho*, 22–47. <https://doi.org/10.21615/cesder.8.1.2>
- Segundo, T., Farrow, A., & Resumen, U. (n.d.). La guerra con drones como instrumento militar de la estrategia antiterrorista*. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-77192017000100003
- Singhal, G., Bansod, B., & Mathew, L. (2018). *Unmanned Aerial Vehicle Classification, Applications and Challenges: A Review Facile Synthesis of Nano Sized ZnO by Hydrothermal Method View 33roject Remote sensing for Precision 33roject33ura View 33roject Babankumar shyam Bansod Central Scientific Instruments Organization Unmanned Aerial Vehicle classification, Applications and challenges: A Review*. <https://doi.org/10.20944/preprints201811.0601.v1>.
- Sivakumar, M., Malleswary, N. (2021). A Literature Survey of Unmanned Aerial Vehicle Usage for Civil Applications. *Review Article*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/jatm.v13.1233>
- Torossian, B., Bekkers, F., Sweijts, T., Roelen, M., Hristov, A., & Atalla, S. (n.d.). *Hague Centre for Strategic Studies Report Part Title: Current RAS applications in the land domain Report Title: The Military Applicability of Robotic and Autonomous Systems*. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/resrep24199.5>
- Torun, Erdal. (2000). *UAV Requirements and Design Consideration*. Turkish Land Forces Command. Turkey. Recuperado de: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADP010321>
- U.S. Army Unmanned Aircraft Systems – Roadmap 2010- 2035. (2009). *EYES OF THE ARMY, U.S. Army Unmanned Aircraft Systems – Roadmap 2010-2035*. <https://irp.fas.org/program/collect/uas-army.pdf>
- Unmanned aerial vehicles: current developments and future utility. (2008). *The Military Balance*, 108(1), 455–460. <https://doi.org/10.1080/04597220801912929>
- Unmanned Aircraft Systems Roadmap. (2005). Department of Defense. United States of America. Recuperado de: <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/17032/Toscanopt.pdf;sequence=1>