



Artículo Nº 23 /2025

CAPACIDADES C-UAS (Counter-Unmanned Aerial Systems)

1 Parte



Por Manuel Quiñónez Sígala. General de Aviación en situación de retiro. Ex Director Ejecutivo CEEA. Profesor de la Academia de Guerra Aérea de la Fuerza Aérea de Chile. Investigador Asociado al CEEA.

04 de septiembre de 2025. 10 Min. Lectura.

I. ANTECEDENTES.

La OTAN define UAS (*Unmanned Aerial Systems*, UAS o *Unmanned Aerial Vehicles*, UAV), como una aeronave que no lleva un operador humano y que es operada remotamente utilizando varios niveles de funciones automatizadas. También, son normalmente conocidos como “drones” aéreos.

En los últimos años y meses hemos visto como ha aumentado el empleo de drones aéreos en una amplia gama de operaciones militares, tanto en beneficio de la maniobra propia, como también, en aplicaciones que permiten mantener actualizada la situación del espacio de batalla.

Paralelamente, el aumento exponencial a nivel mundial en la fabricación y operación de drones aéreos con posible uso militar, así como la fácil disponibilidad de estos ingenios a nivel comercial, ha puesto de relieve la vulnerabilidad a la que se enfrentan las fuerzas militares, sus instalaciones y la infraestructura crítica, tales como puertos y aeropuertos, sistemas de alimentación eléctrica, de combustibles, etc. Asimismo, se ha incrementado el uso de pequeños drones en actividades ilícitas en áreas urbanas, pudiendo incluso llegar a poner en peligro el desarrollo de las actividades diarias de la población en general.

Todo ello, tiene un alto impacto en la seguridad y defensa de los países, si no se cuentan con capacidades para hacer frente a las amenazas o riesgos que pueden representar los drones, en especial los pequeños (sUAS, *Small UAV*) más difíciles de controlar en su fabricación y también, más difíciles de detectar. Las capacidades anti-drones están contenidos dentro de las llamadas genéricamente como “Capacidades C-UAS” (*Counter-Unmanned Aerial Systems*), que es el tema de este artículo.

Los riesgos y amenazas más comunes en el uso malicioso de drones van desde la operación no autorizada, que puede provocar accidentes por colisiones o caídas, la observación ilícita o clandestina de instalaciones estratégicas, el transporte y entrega ilegal de sustancias ilícitas, hasta llegar incluso al ataque o sabotaje en contra de instalaciones, equipamiento, o directamente, en contra de las personas.

Este artículo responde a la necesidad de conocer respecto de las capacidades C-UAS, y está orientado **específicamente contra las actividades de los llamados drones pequeños (*small UAS* o *small UAV*)**. Para ello, en una primera parte se

establece un marco de referencia conceptual resumido respecto de las capacidades C-UAS y las fases que caracterizan esas capacidades, junto con analizar las diferentes metodologías empleadas para su detección, identificación y de ser necesario, su neutralización o destrucción. Basado en ese marco y análisis, en una segunda parte se establecen recomendaciones o sugerencias que contribuyan a formular los requerimientos operacionales preliminares para obtener esas capacidades, de acuerdo con distintos escenarios que se señalan.

II. MARCO CONCEPTUAL PARA LAS CAPACIDADES C-UAS.

A.- LA AMENAZA EVOLUTIVA DE LOS UAS.

La disponibilidad de drones ha experimentado un crecimiento exponencial. El mercado de drones de consumo ha crecido masivamente, con sistemas básicos que cuestan menos de cien dólares y son accesibles para todos: tanto para los actores estatales, como para los llamados “Actores Armados No Estatales (NSAA)”, y las organizaciones terroristas y criminales¹.

Dentro de los actores estatales, cabe resaltar que al menos 95 países mantienen programas militares de drones, con más de 21.000 drones militares operativos globalmente (2024)². China y Rusia son productores y exportadores prominentes, con modelos que imitan las capacidades occidentales, pero a menor costo, como las series *Wing Loong* y CH4-B de China.

Irán también, ha desarrollado UAS armados como el *Shahed*, que han tenido un empleo masivo en el conflicto Irán-Israel. Los drones iraníes también han sido suministrados a Rusia, que los emplea regularmente en su conflicto con Ucrania.

Sin duda, el caso más emblemático ha sido la defensa del territorio de Ucrania en contra de la invasión de Rusia, en donde el número de drones empleados en conflicto se eleva a miles, dando paso a una nueva industria de defensa, en donde se ha puesto el énfasis en la innovación y producción masiva a bajo costo y la operación sencilla, disponible para todo tipo de combatiente.

Una de las operaciones con drones por parte de Ucrania más sobresaliente fue el ataque coordinado a múltiples bases aéreas rusas, como parte de la “Operación Telaraña”³, que tuvo como resultado la destrucción en tierra de gran parte de la capacidad de bombarderos estratégicos de Rusia (Ver fotografía). Ello confirmó que el uso de drones pequeños, en el marco de las operaciones especiales de inteligencia, pueden ocasionar la pérdida importante en las capacidades aéreas de un país.

¹ Lt. Col A. Haider GE A. *Unmanned Aircraft System Threat Vectors*. A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems, NATO Joint Air Power Competence Centre, 2021, pág 36-38.

² Ibid.

³ Centro de Estudios Estratégicos de la Academia de Guerra, Ejército de Chile. *Operación Telaraña, Golpe Estratégico en contra de Rusia*, 2025. Disponible en: <https://ceeag.cl/operacion-telarana/>

La amplia accesibilidad a las capacidades que entregan los UAS pueden transformar incluso a los drones pequeños (o de consumo), disponibles comercialmente, en una amenaza viable y creíble para las operaciones militares.

Dentro del uso de drones por parte de los Actores No Estatales, se puede destacar los ataques de los grupos como ISIS, las fuerzas rebeldes de la guerra civil en Myanmar y el constante asedio de las facciones de los Hutíes. En cuanto a su uso por organizaciones criminales o terroristas, se destaca el uso de drones por parte de los carteles de la droga (principalmente en México y Brasil), los que han adaptado drones comerciales para diversos fines, desde la vigilancia hasta el ataque con explosivos a bandas adversarias.



*Fotografía que muestra un avión ruso Tu-95 impactado por un dron FPV durante el ataque a la base aérea rusa de Olenya, dentro de las acciones de la llamada "Operación Telaraña"*⁴.

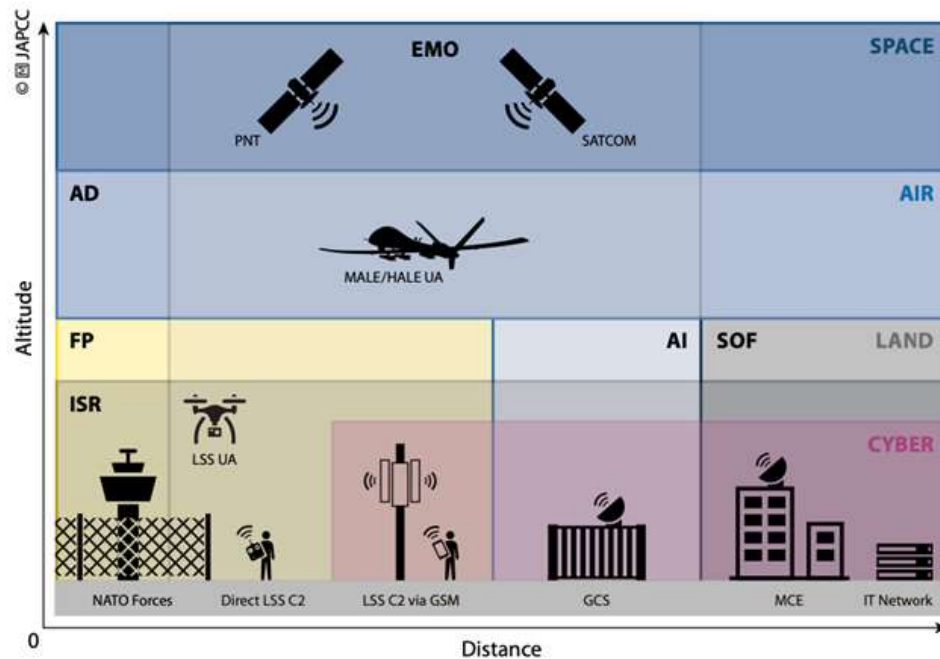
Los UAS pueden adaptarse fácilmente para portar diversos sensores y armamentos, lo que proporciona variadas alternativas de empleo para fines militares, que van desde las actividades de Inteligencia (ISR), el empleo de armamento en forma directa (tipo *kamikazes*) o como plataforma de disparo, hasta operaciones de Guerra Electrónica (EW) o de relay de comunicaciones. Todas estas alternativas en modalidades de empleo individual o en enjambre, piloteados remotamente o programados para una operación autónoma.

Dentro de la gama de sensores disponibles para su uso en UAS se cuenta desde cámaras digitales básicas, hasta sensores sofisticados como LiDAR y cámaras multispectrales EO/IR, capaces de detectar firmas térmicas y cambios en el terreno.

⁴ Fuente: <https://www.themoscowtimes.com/2025/06/04/we-analyzed-new-drone-footage-of-ukraines-operation-spiders-web-a89339>.

Por su parte, el armamento utilizado por los UAS puede variar dependiendo de su tamaño, sofisticación de los sistemas abordo y de los sistemas de comunicaciones empleado en su operación. En el caso de los UAS militares, se les han incorporado tanto armamento aire-superficie como también aire-aire, replicando en parte las capacidades de las aeronaves tripuladas.

En una menor categoría, los drones pequeños son capaces de transportar armamento con un menor poder de destrucción, contra blancos más puntuales y desprotegidos, como fue el caso de la Operación Telaraña. Lo relevante con los drones pequeños es que por lo general, se trata de elementos que están disponibles comercialmente o de fácil fabricación, que pueden ser modificados o diseñados para transportar explosivos (IED, *Improvised Explosive Devices*) o materiales peligrosos (químicos, biológicos, radiológicos o nucleares), a un muy bajo costo relativo, pero con efectos significativos en contra de los objetivos no protegidos.



Representación de una visión general de los componentes del UAS y su posición relativa a las fuerzas propias en los diferentes dominios. En la imagen también se presentan opciones para el empleo de contramedidas C-UAS (ISR, FP, AI, SOF, AD, EMO)⁵.

En términos del dominio aeroespacial, se entiende que los UAS más grandes pueden operar a altitudes de hasta 30.000 pies, y en algunos casos aún más alto. En general, la sección transversal del radar (RCS) de estos UAS es comparable a cualquier otra aeronave tripulada, por lo tanto, puede ser detectada y neutralizada por la mayoría de los sistemas de defensa aérea y antimisiles (AMD) existentes en la actualidad.

⁵ Op. Cit. A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems, pág 16-20.

Sin embargo, el empleo de UAS más pequeños (sUAS, *small UAS*) en grandes cantidades o en enjambre, con sistemas producidos en masa y a bajo costo, pueden alterar rápidamente la relación costo-beneficio de la tecnología tradicional de la defensa aérea y en algunos casos, volverlas completamente ineficientes. Ello conlleva la necesidad de replantearse el estudio y análisis de las capacidades C-UAS disponibles, de manera de hacer frente a esta creciente amenaza.

En ese sentido, las amenazas y riesgos que representan los drones pequeños (sUAS, *small UAS*), se pueden resumir en 1) Ataque; 2) Sabotaje; 3) Observación maliciosa (o ISR), y; 4) Operación no autorizada, principalmente aeropuertos, eventos con gran afluencia de público, infraestructura crítica, etc.

B.- CAPACIDADES OPERACIONALES BÁSICAS PARA UNA CAPACIDAD C-UAS.

Las recientes experiencias en combate, han demostrado que para contrarrestar las amenazas o riesgos que presenta el uso malicioso de drones, en especial contra drones pequeños (sUAS), es imprescindible contar con tres capacidades operacionales básicas, que son:

- 1) La capacidad de detectar e identificar los drones (**capacidad de detección**);
- 2) La capacidad de reaccionar a su amenaza, si así se clasifican (**capacidad de reacción**), y;
- 3) La capacidad de neutralización o captura (**capacidad de neutralización**), la que puede llegar incluso a la destrucción de los drones objetivos.

Cada una de estas capacidades operacionales básicas C-UAS, son explicadas brevemente a continuación.



Representación gráfica de las amenazas o riesgos de drones, junto con las Capacidades Operacionales Básicas inherentes para lograr una Capacidad C-UAS contra drones pequeños. Confección del autor.

1.- Capacidad de Detección.

La capacidad operacional esencial y primordial de una capacidad C-UAS es la de Detección. Es decir, saber cuándo aparece la amenaza, dónde se encuentra (o en el caso de un enjambre de drones, dónde se encuentran las múltiples amenazas) e idealmente, dónde se encuentra su operador. Este primer paso es crucial, ya que el tiempo de reacción es uno de los factores más críticos. Por ende, la detección debe ocurrir en el momento más temprano posible y a la distancia medible más lejana⁶.

Las opciones para contar con esta capacidad van desde la detección por Vigilancia Humana, pasando por sensores Acústicos, Electro Ópticos (EO), Infrarrojos (IR), Termal y de Radio Frecuencia (RF), hasta llegar a la capacidad de detección Radárica.

Cada una de estas opciones posee ventajas y limitaciones, por lo que generalmente, se busca la integración entre ellas, a fin de garantizar una detección efectiva, 24/7, en toda condición de tiempo, de día o de noche, en ambiente libre o saturado de emisiones electromagnéticas o, incluso, con distintos grados de automatización, para superar las naturales deficiencias humanas. Lo anterior, de acuerdo con la complejidad de los requerimientos operacionales que se formulen.

A continuación, un resumen de los aspectos principales de cada forma de detección.

a.- Detección por Observación Humana.

La capacidad de detección más básica es la detección por observación humana. Si bien es factible, presenta una serie de limitaciones, partiendo por el tamaño diminuto de algunos drones, su fácil ocultamiento utilizando el terreno y su empleo en bajas condiciones de luz o de noche.

DETECCIÓN:

Vigilancia humana

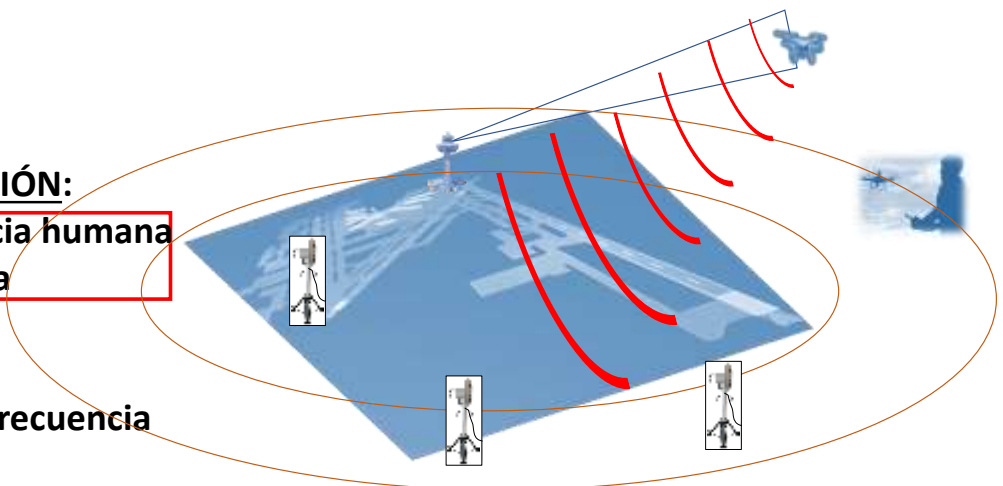
Acústica

EO/IR

Termal

Radio Frecuencia

Radár



Representación de las capacidades de detección de drones mediante vigilancia humana y acústica. Confección del autor.

⁶ Op. Cit. A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems, pág 80.

Además de las limitaciones en su detección, se suman las dificultades de identificación a simple vista, ya sea por tipo de modelo, o del tipo de guiado que se encuentre utilizando, por lo que normalmente, se requiere complementar la observación con información de otras fuentes, tales como el análisis de radiofrecuencias. Todo ello, dificulta las capacidades de clasificación de los drones observados como “amigo o enemigo”, un paso esencial para pasar a las etapas de intercepción o neutralización, lo que no hace aconsejable basar la capacidad de detección de drones en sólo la observación humana.



Fotografía: Un equipo anti-drones ucraniano usando un haz buscador de luz para detectar drones rusos durante la noche. Fuente: Gobierno de Ucrania.

A pesar de las dificultades, la observación humana puede llegar a tener una gran efectividad, cuando se emplea a toda la población como un sensor. Tal fue el caso de Ucrania, que desarrolló localmente la aplicación “EPPO” para celulares, que permite a sus ciudadanos reportar la observación de drones y misiles rusos. Los usuarios de la app apuntan la cámara de su teléfono hacia el dron o misil y presionan un botón para guardar su ubicación, la que se transmite a una central de datos.



Representación gráfica de la app EPPO de Ucrania, para reporte ciudadano de avistamiento de drones, aviones o misiles rusos.

En solo 2-7 segundos, los datos aparecen en todos los mapas de defensa aérea. Además, el sistema utiliza inteligencia artificial para predecir la trayectoria de los objetivos, ayudando a los equipos móviles de defensa antiaérea a eliminar las amenazas.

Además, el programa también tiene una función "Viene hacia ti", que advierte directamente a los usuarios que un misil o dron puede dirigirse en su dirección. De acuerdo a sus administradores, la app EPPO permite una cobertura de un 80% de los cielos ucranianos⁷.

b.- Detección Acústica.

El uso de sensores acústicos, es una modalidad de detección cada vez más utilizada en el monitoreo de drones, especialmente en contextos militares. A diferencia de los radares o los sistemas de detección por radiofrecuencia, los sensores acústicos no emiten señales que puedan ser detectadas, lo que los hace ideales para operaciones encubiertas. Adicionalmente, son de bajo costo y fácil implementación y pueden detectar drones autónomos que no utilizan radiofrecuencias en su operación.

Aunque el alcance individual de cada sensor es limitado, (generalmente entre 300 y 500 metros), y su efectividad puede verse afectada por condiciones meteorológicas, como el viento o cambios de temperatura, su cobertura puede alcanzar valores operacionalmente aceptables, al operar en redes o formar parte de sistemas híbridos, con otras fuentes de detección.

Los sistemas de detección acústica de drones operacionales consisten en un conjunto o arreglo de micrófonos que permiten determinar la

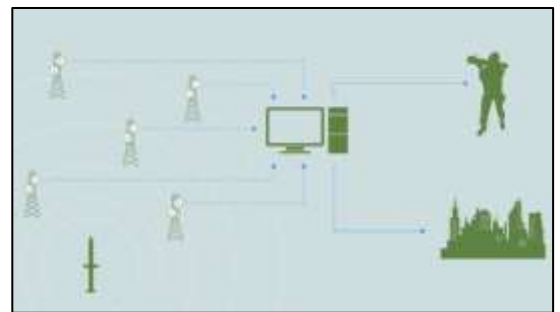
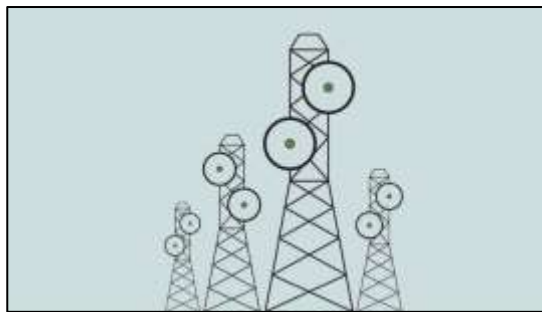
⁷ Ukrinform, *EPPO app helps Ukraine close sky by 80%*. Obtenida de <https://www.ukrinform.net/rubric-ato/3930665-eppo-app-helps-ukraine-close-sky-by-80.html>.

ubicación de la fuente. Los datos de escucha son procesados por un software que elimina el *clutter* de fondo, enfocándose en el ruido producido por las palas y/o el motor del UAS, comparándolo con la base de datos de firmas acústicas. Al igual que la detección por Radiofrecuencias (RF), se necesita contar con una biblioteca actualizada de firmas acústica de drones para ser efectivos en su identificación. En la actualidad, la capacidad de proceso y la efectividad de los sistemas acústicos han mejorado notablemente gracias a la incorporación de inteligencia Artificial (IA).

La aplicación efectiva de estos sistemas se ha evidenciado en Ucrania, en donde la empresa ucraniana *Zvook* ha sido pionera en el uso de sensores acústicos para detectar amenazas aéreas. Para ello, desplegó redes de micrófonos de alta calidad cerca del frente de batalla para identificar firmas acústicas específicas, formando una base de datos que incluye desde pequeños drones hasta misiles y aviones tripulados.

Estos micrófonos están equipados con algoritmos de inteligencia artificial que filtran los sonidos ambientales generados por la actividad civil, lo que mejora la precisión del sistema.⁸

Para ampliar su alcance, *Zvook* también ha desarrollado “espejos acústicos”: dispositivos en forma de platos curvos de aproximadamente medio metro de diámetro que concentran las ondas sonoras hacia los micrófonos, aumentando su cobertura. Estos espejos suelen estar ocultos en torres de telefonía móvil y funcionan con energía solar, lo que permite su operación autónoma y discreta.



Representación gráfica de las torres con sensores acústicos y su operación en red conectada a procesadores con IA, operando en Ucrania. El sistema fue diseñado por la empresa Zvook, cuya traducción al español es Sonido. Fuente: Empresa Zvook.⁹

En conclusión, los sensores acústicos representan una solución innovadora y de bajo costo para la detección de drones, especialmente en zonas de conflicto. Aunque tienen limitaciones, su capacidad para operar de manera pasiva y su facilidad de integración los convierten en una

⁸ <https://euromaidanpress.com/2023/03/03/hear-and-destroy-ukrainian-artificial-intelligence-project-zvook-helps-shoot-down-russian-missiles/>

⁹ <https://www.zvook.tech/en>

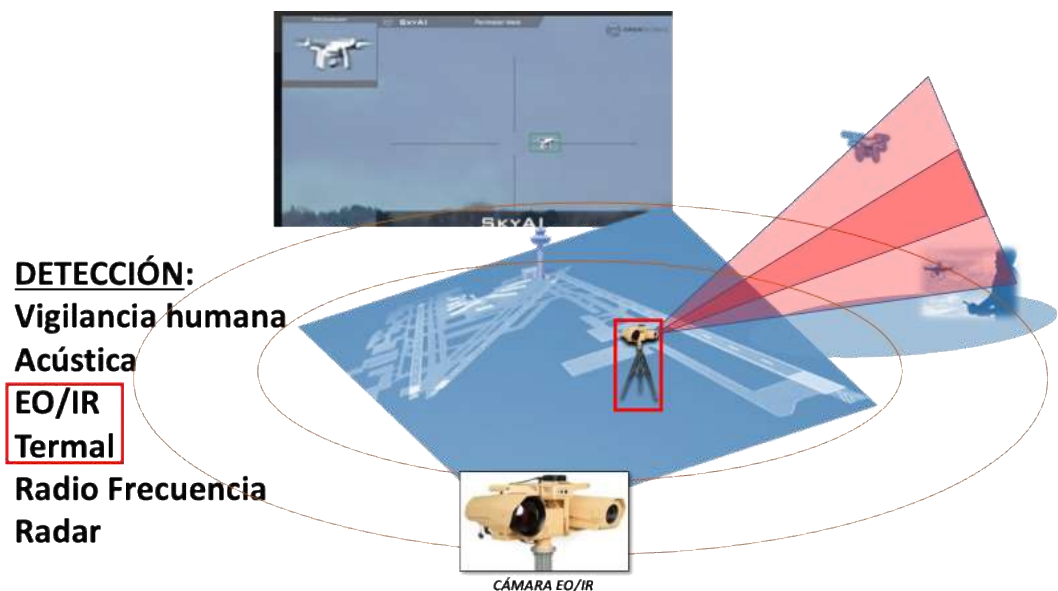
herramienta valiosa cuando se combinan con otras tecnologías de detección tales como radares, cámaras o sistemas de radiofrecuencia, además de sistemas de procesamiento con IA.

c.- Detección Óptica (EO/IR)

El equipamiento óptico para detección de drones incluye principalmente cámaras electroópticas (EO) e infrarrojas (IR), utilizadas de forma independiente o combinada (EO/IR). Estos sistemas ofrecen capacidades críticas para la identificación visual y clasificación precisa de objetos aéreos, permitiendo evaluar si constituyen una amenaza real o un riesgo menor. Por esta razón, suelen integrarse con otros sensores en las denominadas soluciones antidrones multisensor.

En los sistemas ópticos EO o EO/IR existe un compromiso entre el campo de visión (FOV) y el alcance de detección: cuanto más amplio sea el ángulo de monitoreo, menor será el alcance efectivo. Por ello, se utilizan sistemas de cámaras móviles tipo Pan-Tilt-Zoom (PTZ) que permiten ampliar el campo y enfocar en áreas específicas bajo seguimiento activo.

La tecnología óptica ha mejorado considerablemente gracias a los avances en inteligencia artificial (IA) y el procesamiento digital de imágenes, incorporando algoritmos de detección automática y clasificación de alta precisión para aeronaves no tripuladas (UAS), incluso a partir de patrones térmicos o de comportamiento en vuelo.



Representación de las capacidades de detección de drones mediante sensores EO/IR y térmicos. Confeción del autor.

En beneficio de brindar soluciones prácticas y móviles costo-efectivas, es necesario prever que los equipos ópticos actúen en forma conjunta con radares de detección de drones y equipos de detección de RF, que integren

la capacidad de neutralización de drones mediante jamming o interferencia, a efectos de reducir costos de integración.



En las imágenes se observa un sistema de cámaras EO/IR usado para la detección y traqueo de sUAS (Izquierda). La superposición roja (derecha) representa "objeto dron" rastreado por el software DroneOptID de DroneShield¹⁰.

Los equipos de detección óptico tienen la ventaja de ser empleados generalmente en forma portátil, de fácil despliegue en distintos escenarios. La tecnología óptica disponible permite contar con capacidad de observación día/noche, con sensores termales, traqueo automático y sistemas de procesamiento de video externo con capacidad de grabación, lo que constituye un elemento esencial para registro de evidencia forense, generalmente requerida en operaciones C-UAS de seguridad y defensa.

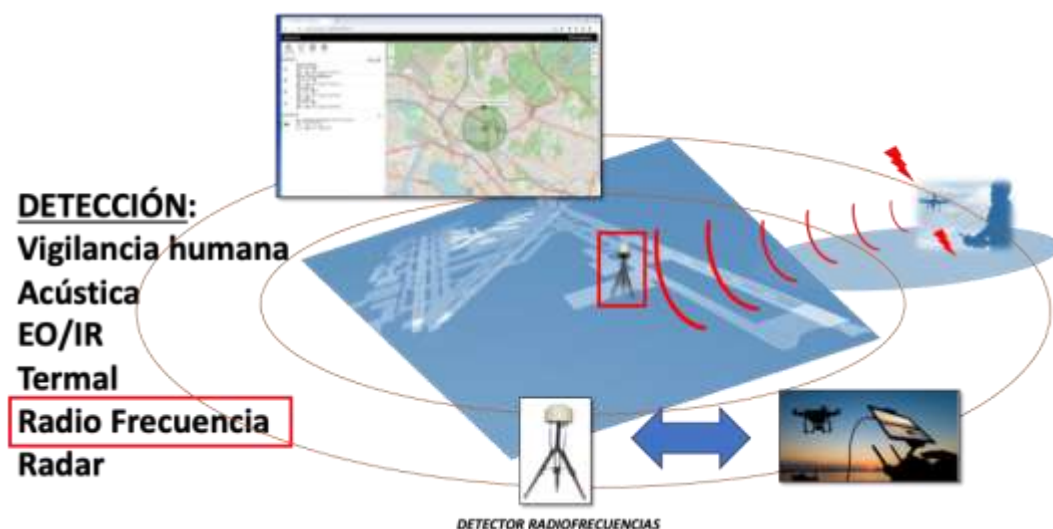
La mayor aplicación de los sistemas ópticos, es cuando actúan en un sistema multisensor. Las cámaras ópticas pueden funcionar en una función anclada a la detección que proporcionen otros sensores, para enfocarse en el UAS y seguirlo en forma automática. Adicionalmente, los sistemas ópticos con gran acercamiento (*zoom*), que usan procesamiento de imágenes con IA más avanzados, resultan muy útiles para identificar la potencial carga útil del dron, para efectos de análisis de la amenaza¹¹.

d.- Detección por Radio Frecuencia (RF).

La detección pasiva de las radios frecuencias usadas en las operaciones de los UAS son una fuente fundamental de información para un sistema C-UAS eficaz. Los sensores de detección por RF, son por lo general de naturaleza "pasiva" y no transmiten emisiones electromagnéticas. Esto permite que estos sistemas funcionen sin causar interferencias en las redes de comunicaciones propias o en los sistemas operativos, o sin ser detectados por los sensores de los drones o por sus operadores. La excepción a los sistemas pasivos de RF es aquellos que utilizan activamente la manipulación de protocolos, intentando "*hackear*" los UAS.

¹⁰ DroneShield. *C-UAS Factbook*. 7a. Edición, noviembre de 2022, pág. 20-21.

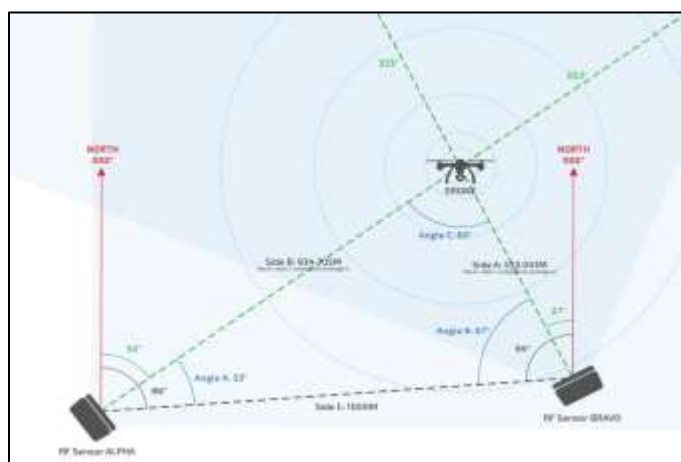
¹¹ Ibid., pág. 20.



*Representación de las capacidades de detección de drones mediante RF.
 Confección del autor.*

Los sensores de RF no sólo permiten detectar la presencia de drones, sino que también, proporcionan información de la ubicación de sus operadores y de los protocolos de comunicación utilizado con los UAS, la que ayuda a su clasificación y en la elección de las contramedidas a emplear.

Los sistemas basados en RF existentes en la actualidad abarcan una amplia gama, que varía de acuerdo a su calidad, rango de frecuencias cubiertas, biblioteca de firmas de RF (que le permiten identificar los drones), su capacidad para determinar dirección en azimut (DF, *Direction Finder*) y para localizar tanto al UAS como a su controlador.



Representación gráfica del uso de la intersección de RF de la ubicación de un dron (usando dos sensores)¹².

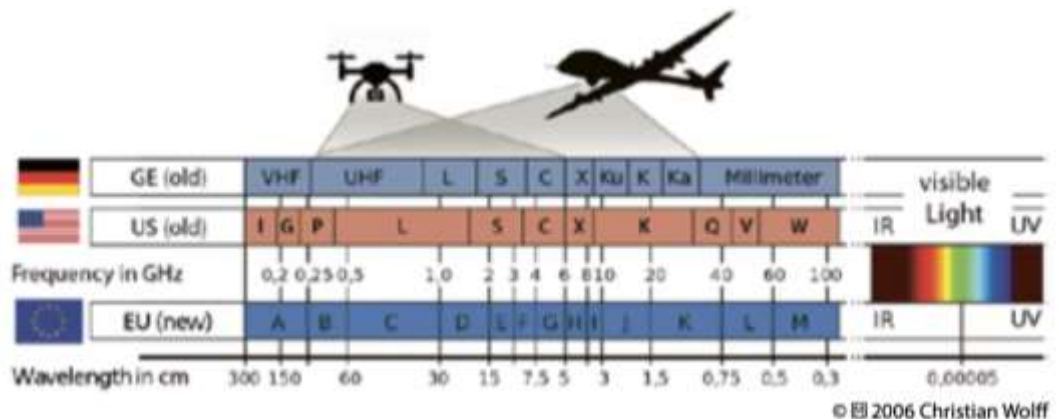
¹² Ibid., pág. 15.

En general, los sensores de RF pueden proporcionar un alcance de detección mayor que los demás sensores. En algunos casos, la capacidad RF-DF también, permite proporcionar una capacidad de geolocalización similar al radar.

Por otra parte, el nivel de autonomía en la operación de los UAS está marcado por los sistemas de navegación y comunicaciones que emplean, lo que puede ser detectado por los sensores de RF.

Por lo general, el control de los UAS se lleva a cabo a través de un enlace de radio LOS o BLOS. Dependiendo del nivel de autonomía del sistema, este enlace está activo de forma permanente o sólo bajo demanda. Los enlaces de radio de UAS abarcan desde redes inalámbricas comunes hasta frecuencias de comunicaciones por satélite dedicadas en la banda Ku. El próximo estándar de comunicaciones 5G utilizará frecuencias aún más altas, lo que permitirá mejorar las capacidades de control a través de las aplicaciones de teléfonos móviles.

Un resumen de las bandas de frecuencias empleadas por los sistemas UAS de la OTAN, la Unión Europea (EU) y los EE.UU., se muestran en la representación gráfica a continuación.



Representación gráfica de las bandas de frecuencias UAS más usadas por EE.UU., la UE y Alemania¹³.

La detección de drones basada en RF puede ser una solución adaptable a los requerimientos operacionales, al poder ser empleados tanto como dispositivos portátiles o en sitios fijos, además de incorporarse en vehículos para operaciones "en movimiento".

Con la llegada de los drones de navegación autónoma y los controlados por LTE¹⁴, la pregunta es cómo evolucionará la tecnología de detección RF de UAS en el futuro. Si bien muchos de los llamados UAS autónomos todavía necesitan emitir datos de telemetría o transmisión video, lo que

¹³ Ibid, pág 95.

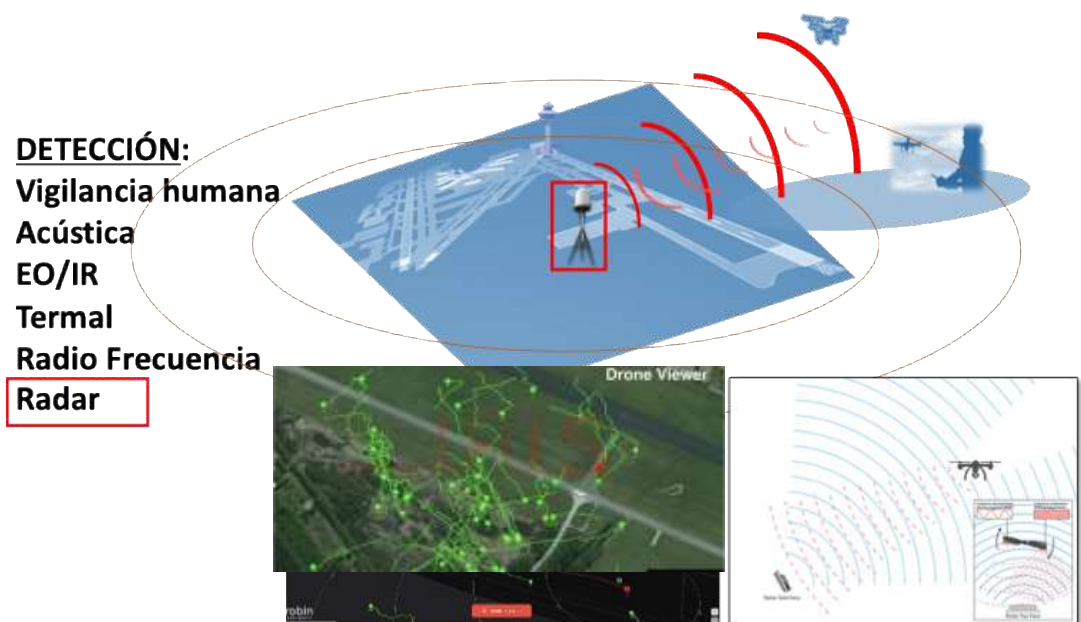
¹⁴ Long-Term Evolution (LTE) es un estándar para la comunicación inalámbrica de banda ancha para dispositivos móviles celulares y terminales de datos.

los hace detectables por parte de los sensores de RF, existen drones completamente silenciosos de RF, como los UAS piloteados por fibra óptica.

Por el momento, existe una amplia gama de equipos y empresas que pueden cubrir la capacidad de detección por radiofrecuencias, con soluciones prácticas y móviles costo-efectivas. Esto los convierte en una opción muy aconsejable, si pueden, además, actuar en forma conjunta con otros sensores, tales como las cámaras EO/IR y los radares de detección de drones, aumentando la efectividad del sistema, ante una grama de amenazas más amplia.

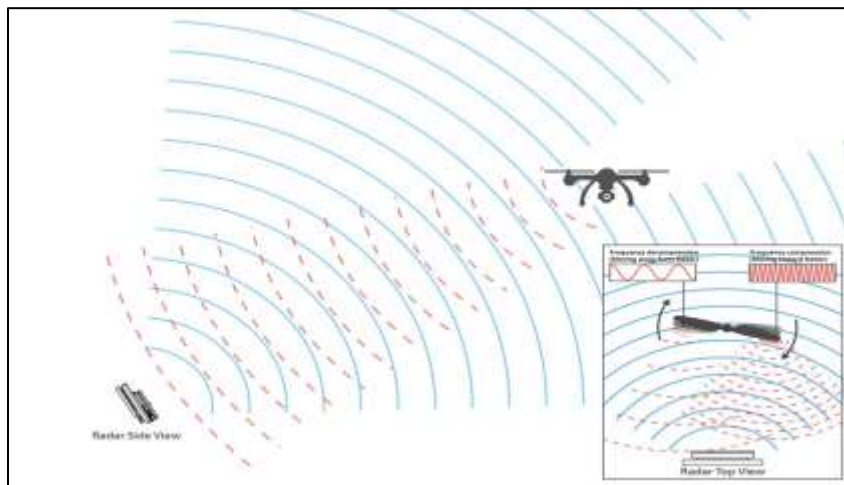
e.- Detección por Radar.

La capacidad de detección radar es clave para garantizar **la detección de todo tipo de UAS**, sean estos guiados por operadores remotos o de vuelo de programación autónoma, algunos incluso en forma independiente de información GPS o GNSS.



*Representación de las capacidades de detección de drones por Radar.
Confeción del autor.*

Para el caso de los drones pequeños (sUAS), la detección radárica ofrece el mejor alcance y la cobertura más amplia de cualquier solución de detección. Los sistemas radar no se ven afectados por el clima y la baja visibilidad, pueden traquear blancos múltiples y, a diferencia de los observadores humanos, nunca descansan. Los radares de drones 3D especialmente diseñados también pueden distinguir entre aves y drones para proporcionar un conocimiento completo de la situación.



Representación de la metodología Doppler utilizada en la detección de drones pequeños¹⁵.

Las opciones más costo-eficientes para proveer una capacidad detección radar son aquellos sistemas de detección que permitan una alta precisión en la localización de drones, mediante el uso combinado de sensores radáricos con tecnología *Micro Doppler*, asociados a algoritmos de procesos basados en Inteligencia Artificial. En estos casos, el alcance típico bordea los 5 km, dependiendo del tamaño de dron.

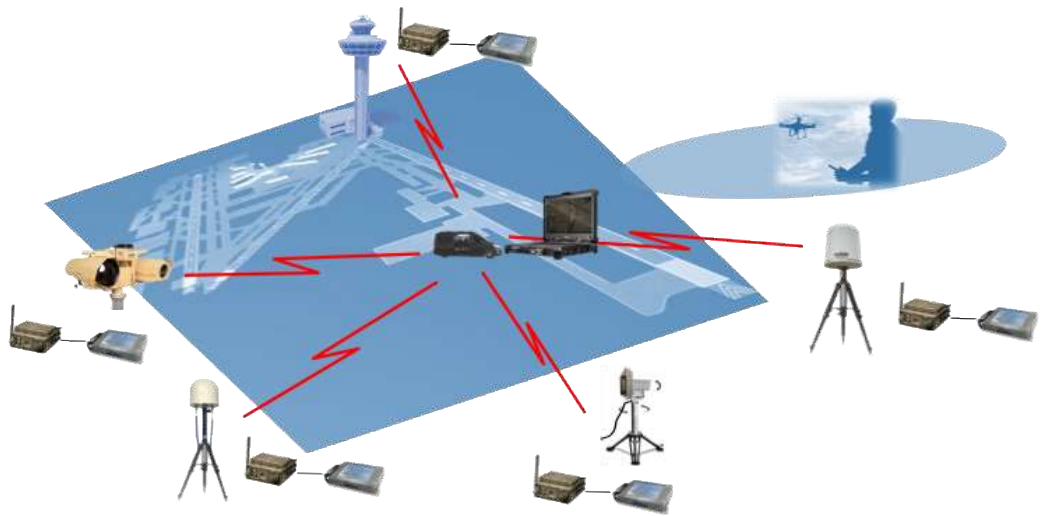
Adicionalmente, los sistemas de detección radar de drones permiten una perfecta integración de otros elementos de vigilancia, lo que garantiza alcanzar una completa *Conciencia Situacional* en la operación de Drones, o “*Drone Situational Awareness*”.

Esta condición requiere de una correcta y oportuna **Clasificación** de los drones presentes en un determinado espacio aéreo, para poder entregar la **Alerta** a las unidades o sistemas bajo protección y, a la vez, activar el paso a la acción siguiente, de reacción, en caso de considerarse la operación de un dron como amenaza o riesgo. Esta certeza requiere la integración de la capacidad de detección radar.

¹⁵ Op. Cit. C-UAS Factbook, pág. 18.

f.- Sistemas de Detección C-UAS con multisensores.

Para sobrellevar las limitaciones inherentes a cada tipo de detección, en la actualidad se utilizan sistemas de detección de UAS multisensores o integrados, que incorporan una combinación de las capacidades de detección visual, por sensores acústicas, de RF y sensores radáricos, además de sensores ópticos y térmicos, de acuerdo los requerimientos operacionales de los usuarios. Esta combinación de sensores proporciona una defensa contra drones utilizando múltiples "capas" de detección.



Representación de las capacidades de detección de drones utilizando una combinación integrada de sensores visuales, EO/IR, acústicos, de RF y Radar.

Confección del autor.

Estas capas mitigan las posibles brechas de capacidad del método basado en un sensor único, haciendo al sistema más completo y complejo, sin embargo, la integración de software y protocolos pueden ser complejas y tener un mayor costo en comparación con las soluciones de un solo método.