

Escuelas de la 1.^a División de Marines



sUAS / C-sUAS Manual de integración

Junio de 2025

DECLARACIÓN DE DISTRIBUCIÓN A: Aprobado para su divulgación pública; distribución ilimitada.

23 de junio de 2025

PRÓLOGO

Este manual proporciona a los marines una referencia sobre las consideraciones de planificación, tácticas, técnicas y procedimientos (TTP) relacionados con los sistemas aéreos no tripulados pequeños (sUAS) y los sistemas de contramedidas contra sUAS (C-sUAS) que se enseñan actualmente en las escuelas de la 1.ª División de Marines y se practican en todo el *Blue Diamond* y la I MEF.

No se trata de una referencia general sobre aspectos más amplios relacionados con el equipamiento, la organización y la formación en materia de sUAS. En cambio, sintetiza las lecciones aprendidas y las mejores prácticas de toda la 1.ª División de Marines y otros lugares para proporcionar consideraciones básicas e instrucciones prácticas que faltan o están poco desarrolladas en otras referencias. Al hacerlo, esta guía también desarrolla y busca estandarizar los procedimientos comunes de sUAS para las unidades de infantería, fuego, reconocimiento y aviación que operarán conjuntamente con esta capacidad.

Las capacidades y prácticas de los sUAS y C-sUAS siguen evolucionando a un ritmo rápido, por lo que un documento como este debe reescribirse y reeditarse periódicamente. Esta primera edición ofrece amplias actualizaciones y adiciones a las TTP compartidas por la 15.ª MEU en el *NeXt Files* Vol. 2, Número 7 del Laboratorio de Guerra del Cuerpo de Marines a finales de 2023. A pesar de las numerosas actualizaciones, lo que ofrece este manual son puntos de partida para seguir perfeccionando, no respuestas definitivas. Los marines que empiecen a utilizar los métodos aquí presentados deben seguir probándolos y mejorándolos y, lo que es igualmente importante, compartir sus resultados.

Los autores de este manual agradecen las contribuciones de muchas personas de todo nuestro Cuerpo de Marines, con un agradecimiento especial a los marines de los batallones 1.º, 2.º y 3.º del 5.º Regimiento de Marines; el 3.º Batallón de Reconocimiento Blindado Ligero; el Escuadrón 165 de Tiltrotadores Medianos de los Marines (reforzado); el 3.º Batallón de Defensa Aérea de Baja Altitud; el 6.º Regimiento de Marines; la 3.ª División de Marines; los Batallones de Entrenamiento Avanzado de Infantería Este y Oeste; el Escuadrón Uno de Entrenamiento Aéreo de Marines; el Grupo de Control de Entrenamiento Táctico y Ejercicios; la Oficina de Control de Campo de Tiro de Camp Pendleton; la Actividad de Apoyo a Sistemas Tácticos del Cuerpo de Marines; el Escuadrón de Intervención Rápida Adaptativa de la Academia Naval de los Estados Unidos; y la Oficina de Investigación Naval (Código 34). También queremos dar las gracias especialmente al capitán Jim McMahon y al primer teniente Lucas Scher, que desarrollaron y dirigieron el curso de integración de sUAS y el equipo rojo de UAS de las escuelas de la 1.ª División de Infantería de Marina durante el último año, y al capitán Justin Shin, del BLT 1/5, que ayudó a impulsar el avance de las TTP de integración de sUAS MAGTF con la 15.ª Unidad Expedicionaria de Infantería de Marina. Su huella está presente en cada sección de esta guía, que no habría sido posible sin sus esfuerzos.

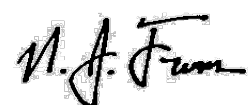
A los marines de *Blue Diamond* y más allá: no se equivoquen, estamos en una carrera muy reñida con nuestros adversarios para dominar las posibilidades de los pequeños drones aéreos. Consideren este manual como un testigo: ¡tómelo y corran con él!



Teniente primero Ben Whitesall
Curso para líderes SIGMAN OIC



Teniente primero Gannon Peifer
Curso de integración sUAS/C-sUAS OIC



Teniente Coronel Nick
Freeman
Director

Escuelas de la 1.ª División de
Marines 1.ª División de Marines,
FMF Camp Pendleton, California

DECLARACIÓN DE DISTRIBUCIÓN A: Aprobado para su divulgación pública; distribución ilimitada.

ÍNDICE

Capítulo 1. Empleo del equipo sUAS	1
sUAS y combate	1
Objetivos y efectos del empleo de los sUAS	3
Objetivos del empleo de los sUAS	3
Efectos del empleo de los sUAS	4
Misiones del equipo sUAS	5
Características del empleo de sUAS	7
Categorías de navegación operativa	7
Categorías de apoyo a la misión	7
Tipos de empleo de sUAS	8
Empleo inmediato y directo	8
Empleo inmediato cercano	9
Empleo remoto directo	10
Empleo remoto cercano	11
Elementos para un empleo eficaz del equipo sUAS	13
 Capítulo 2. Métodos de integración aérea y terrestre de los sUAS	 15
Comprensión de los riesgos verticales y horizontales de los sUAS	15
Medidas de coordinación del apoyo contra incendios	16
Medidas de control del espacio aéreo	16
Altitud de coordinación, nivel de coordinación y altura de coordinación	17
Rutas de tránsito y puntos de control	18
Zonas de operaciones restringidas y áreas de coordinación del espacio aéreo	18
Áreas de permanencia y posiciones de tarea de los sUAS	19
Puntos de contacto aéreos	20
Paredes calientes y porciones de pizza	20
Metodología Kill Box	20
Controles terminales	23
Rumbo de ataque final	23
Altitudes mínimas y máximas de vuelo	24
Distancia de seguridad	24
Técnicas, tácticas y procedimientos adicionales de mando y control	24
Autoridades de operaciones con sUAS	24
Red de control táctico de drones	24
Controladores tácticos de drones	25
Procedimientos de coordinación de ataques y reconocimiento	25
Tipos de empleo de sUAS y métodos de integración en el espacio aéreo	26
 Capítulo 3. Consideraciones para la planificación de equipos de sUAS ()	 27
Características comunes de los sUAS	27
Organización y posicionamiento del equipo sUAS	27
Organización de tareas del equipo sUAS	27
Posicionamiento y protección del equipo sUAS	28
Requisitos de planificación y ejecución de misiones del sUAS	29
Consideraciones para la planificación de misiones	29
 Comprobaciones previas a la misión	 31
Comprobaciones del estado de los sistemas	32
 Capítulo 4. Métodos de coordinación estándar de la norma sUAS de la Asociación de Sistemas Aéreos no Tripulados ()	 33

Resumen del ataque con drones de combate.....	33
Ejemplo de ataque con drones: empleo inmediato y directo	34
Ejemplo de ataque con drones: empleo remoto directo	34
Ejemplo de ataque con drones: empleo remoto cercano con control de tipo 2.....	35
Resumen sobre entregas aéreas con drones	36
Ejemplo de misión ADD.....	36
Resumen de entrega con vehículos aéreos	37
Ejemplo de coordinación de traspaso	38

Capítulo 5. Control de sensores y distribución de alimentación de sUAS 39

Consideraciones sobre el enlace descendente de vídeo.....	39
Comprobaciones de aeronaves/sistemas aéreos.....	39
Pautas de vuelo/espera	39
Diálogo y códigos de brevedad	39
Configuraciones de radio del Cuerpo de Marines.....	40
AN/PRC-163.....	41
AN/PRC-165.....	42
AN/PRC-169.....	43

Capítulo 6. Métodos de observación avanzada con sUAS 45

Descripción general de los métodos de observación avanzada con sUAS	45
Ventajas de la observación de incendios con sUAS	45
Limitaciones y consideraciones de planificación	45
Consideraciones de seguridad	47
Consideraciones sobre la formación	47
Aplicación del método UAS Gun-Target	47
Herramientas necesarias.....	47
Inicio de los disparos.....	48
Ajustar el fuego	48
Ejemplo de misión de fuego de un arma UAS contra un objetivo.....	48
Aplicación del método UAS con drones y objetivos.....	50
Herramientas necesarias.....	50
Inicio de incendios	50
Ajustar los fuegos	50
Ejemplo de misión de fuego con drones UAS como objetivo	51
Observación con sUAS de disparos de ametralladora	51
Métodos de compensación	52
Alineación directa / Método «periscopio»	52

Capítulo 7. Empleo de drones de ataque bidireccionales 53

Consideraciones sobre el empleo	53
El SkyRaider Payload and Marking Attachment (SPAM-A).....	53
Cargas útiles SPAM-A	54

Características de rendimiento	55
Cargando el SPAM-A	55
Otras consideraciones laborales	56
Consideraciones sobre la gestión de riesgos.....	57
Fallos en la liberación	57
Pérdida de enlace.....	57
Fuerzas amigas	57

Capítulo 8. Técnicas y herramientas de pequeñas unidades contra los sUAS 59

Acciones y métodos continuos contra los sUAS	59
Dispersión	59
Camuflaje visual y térmico	59
Protección física	61

Prácticas de camuflaje para personal y vehículos	61
Acciones y métodos defensivos contra C-sUAS	66
Detección y seguimiento	66
Identificación	67
Interrupción y derrota	67
Acciones y métodos posteriores a la derrota y previos a la ofensiva de los C-sUAS	70
Alertas e informes sobre C-sUAS	71
El ADEAC	71
Informe de avistamiento de sUAS	72
Simulacros de acción inmediata C-sUAS	72
Reaccionar ante un dron RSTA	73
Reaccionar ante un dron de ataque	74
Cruce de zonas de peligro aéreo	75

El camino por delante 77

Referencias 79

CAPÍTULO 1

EMPLEO DEL EQUIPO SUAS

Este capítulo tiene como objetivo asesorar a los líderes sobre el empleo de equipos sUAS. Comienza por enmarcar las capacidades de los sUAS dentro del enfoque del Cuerpo de Marines para el combate, y luego considera los objetivos y efectos que se pueden lograr con los sUAS. A continuación, analiza las misiones apropiadas para los equipos sUAS antes de presentar un marco para clasificar cuatro tipos de empleo de los sUAS. Estos tipos de empleo sustentan diversas consideraciones en los capítulos siguientes sobre tácticas, técnicas, procedimientos y entrenamiento. El capítulo concluye con un análisis de los elementos comunes del empleo eficaz de los sUAS.

SUAS Y Combate

Los pequeños sistemas aéreos no tripulados proporcionan una variedad de herramientas que pueden ayudarnos a concentrar los fuegos, los efectos y las fuerzas en puntos decisivos para lograr y aprovechar la desorganización sistémica del enemigo. Cuando se integran adecuadamente con otras capacidades, las diversas aplicaciones de los drones aéreos pueden ayudarnos a mantener la *velocidad, el enfoque y el factor sorpresa* necesarios para plantear dilemas amenazantes, romper la cohesión y causar pánico y parálisis en toda la fuerza enemiga. En combinación con *el mando de la misión y la ejecución descentralizada*, nuestra capacidad para localizar y concentrar efectos en objetivos distantes puede confundir aún más la capacidad del enemigo para orientarse hacia nuestro esfuerzo principal, al tiempo que se mantiene una escala y un ritmo operativos que el enemigo no puede afrontar.¹

El empleo de sUAS para ayudar a lograr estos efectos requiere comprender sus posibles aplicaciones en futuros campos de batalla, tanto para nosotros como para nuestros adversarios. Al igual que otros recursos de reconocimiento y ataque, son un conjunto de herramientas. Pero hasta que se desarrollen contramedidas más eficaces contra los pequeños drones aéreos, es probable que sean esenciales para las fuerzas que se enfrentan a un espacio de batalla moderno cada vez más caracterizado por «zonas» de *oportunidad, disputa y riesgo*.² Estos términos pueden ser nuevos, pero describen una geometría del campo de batalla que ha evolucionado constantemente desde la Segunda Guerra Mundial y que, con la proliferación de municiones de precisión, ha planteado retos a las maniobras masivas desde al menos la década de 1980.³ Según la definición de la fuente, una *zona de oportunidad* es aquella parte del campo de batalla que no está cubierta de forma persistente por los sensores enemigos, lo que permite una cierta concentración preparatoria de las fuerzas amigas en apoyo de la maniobra. Más allá de esta zona limitada, una *zona de disputa* consiste en un espacio de batalla cubierto de forma persistente por sensores y fuego tanto enemigos como amigos, y en el que solo pueden operar fuerzas amigas pequeñas, distribuidas y bien ocultas. En esta zona, las formaciones más grandes y visibles estarán sujetas a una observación y un fuego continuos. Por último, una *zona de riesgo* es aquella parte del campo de batalla que no está cubierta de forma permanente por sensores amigos, lo que permite al enemigo concentrarse y reabastecerse, y en la que es probable que cualquier fuerza amiga sea rápidamente localizada y atacada.

Al proporcionar una cobertura amplia y casi permanente de inteligencia, reconocimiento y vigilancia (ISR) del campo de batalla y fuego de precisión masivo con una huella o firma mínima, los sUAS ofrecen actualmente ventajas significativas dentro de la zona de combate. Su despliegue puede permitir a equipos pequeños y distribuidos interrumpir o neutralizar los esfuerzos de reconocimiento del enemigo y atacar las capacidades de defensa aérea, guerra electrónica, fuego de largo alcance y mando y control situadas en posiciones avanzadas. Cuando tienen éxito, estas *acciones de configuración* amplían en última instancia el área que las fuerzas amigas pueden amenazar, reducen el área en la que el enemigo puede ponerlas en peligro y, por lo tanto, desplazan la zona de disputa hacia adelante, a la zona interior del enemigo, hacia su zona de

¹ Estos objetivos son parte integrante de la filosofía de combate del Cuerpo de Marines. Véase MCDP 1 *Warfighting*, capítulo 4, «The Conduct of War» (La conducción de la guerra).

² Este concepto proviene de Jack Watling, *The Arms of the Future: Technology and Close Combat in the Twenty-First Century* (Londres: Bloomsbury, 2024), pp. 97-104.

³ Véase Richard Simpkin, *Race to the Swift: Thoughts on Twenty-First Century Warfare* (Londres: Brassey's Defence, 1985); Stephen Biddle, *Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle* (Princeton: Princeton University Press, 2004); William F. Owen, *Euclid's Army: Preparing Land Forces for Warfare Today* (Havant, Reino Unido: Howgate, 2025); y Ben Connable, *Ground Combat: Puncturing the Myths of Modern War* (Washington, DC: Georgetown University Press, 2025).

oportunidad.⁴ Un espacio de batalla configurado de esta manera amplía las opciones para una acción decisiva amiga, al tiempo que reduce esas posibilidades para el enemigo, lo que nos permite plantear dilemas aún más paralizantes a sus fuerzas.

La consideración de estas «zonas» no obvia el uso continuado de conceptos doctrinales de batalla única, pero ayuda a ilustrar los mayores retos tácticos —y oportunidades— que presentan capacidades como los sUAS. El gran volumen de pequeños drones aéreos nos obliga y nos permite buscar una amplia dispersión, lograr una observación profunda y persistente e intercambiar grandes volúmenes de fuego de precisión.⁵ Aplicando un concepto de «profundidad, proximidad y retaguardia» en este contexto, las operaciones profundas incluirán acciones críticas de configuración en la zona de disputa, con equipos de sUAS de baja firma posicionados en primera línea que realizarán ISR, ataques y otras funciones habilitadoras, como SEAD y operaciones de movilidad y contramovilidad. La unidad de esfuerzo que permiten una doctrina, unos procedimientos y unas redes de comunicaciones eficaces será fundamental para lograr efectos complementarios y acumulativos. Las operaciones cercanas implicarán acciones decisivas en el frente de una zona de oportunidad en expansión, con drones aéreos que proporcionarán apoyo cercano —de nuevo con ISR, ataques, movilidad y contramovilidad, pero también retransmisiones de redes de comunicaciones y apoyo logístico crítico— a las fuerzas de maniobra y asalto. Las operaciones en la retaguardia se centrarán en mantener el impulso (incluso preservando una protección adecuada) desde la zona de oportunidad hacia adelante, con los sUAS reforzando potencialmente los escudos defensivos en capas. Como ha ocurrido repetidamente, esta estructura puede aplicarse a campos de batalla tanto lineales como no lineales.

Con capacidades ampliamente desplegadas, de mayor alcance y habilitadas para sUAS en todo el GCE, junto con los probables retos que plantea la protección de los aeródromos avanzados, quizás el cambio más significativo en la forma en que se podría poner en práctica esta estructura tradicional podría ser una ampliación del papel del GCE en las operaciones profundas del MAGTF. Los comandantes del MAGTF que distribuyen grandes partes de un GCE equipado con sUAS como pequeños equipos en la zona de combate podrían entonces encontrar más difícil, pero aún más crítico, garantizar que la potencia de combate necesaria pueda seguir concentrándose rápidamente en los momentos y lugares adecuados, tanto para dirigir los esfuerzos prioritarios contra objetivos de alto rendimiento en la lucha profunda como para prevalecer contra defensores atrincherados o urbanos en la lucha cercana y decisiva. En algunos casos, una unidad de esfuerzo principal puede recibir un mayor número de sUAS que otras para ayudar a lograr este enfoque. Alternativamente, un comandante puede necesitar que otras unidades operen sus sUAS en apoyo del esfuerzo principal. Unificar las acciones de estas unidades hacia un objetivo común puede requerir un ciclo de planificación que ocasionalmente, o incluso con frecuencia, asigne el uso de los sUAS orgánicos de una unidad al apoyo de otra.⁶

Es importante reconocer que, si bien los mayores volúmenes y niveles técnicos de los sUAS pueden proporcionar ventajas a la fuerza que los maneja, por sí solos siguen siendo insuficientes para tomar decisiones en el campo de batalla. Por lo tanto, los marines deben aprender a integrar plenamente los sUAS en las operaciones de todo el MAGTF para producir fuerzas complementarias, capacidades asimétricas y efectos de armas combinadas que sorprendan y atrapen al enemigo de manera que ayuden a lograr una final decisivo.⁷ Para ganar en combate se requiere una combinación única y eficaz de capacidades y técnicas que surjan de la apreciación del enemigo, el juicio del campo de batalla y líderes que piensen y actúen con decisión. Frente a un enemigo adaptable, cualquier ventaja simple obtenida por el mero avance tecnológico es solo temporal, y siempre serán necesarias una doctrina, tácticas y un liderazgo eficaces tanto para amplificar y extender esa ventaja como para no llegar a depender peligrosamente de ella.

Este debate merece una advertencia más, y también un estímulo. Lo que sigue en este manual se centra principalmente en las técnicas y procedimientos para integrar las capacidades de los sUAS y los C-sUAS en las operaciones de GCE y MAGTF. Se trata de TTP sencillas que, no obstante, deben entrenarse, ensayarse y practicarse para mantener el ritmo en medio del caos y la fricción. Sin embargo, aunque se basan en las expectativas sobre las condiciones futuras del campo de batalla,

⁴ Algunas fuentes sostienen que esta «batalla de reconocimiento y ataque» es ahora la lucha decisiva, y no solo una acción necesaria para preparar el terreno para la maniobra y el asalto terrestres. En última instancia, las acciones que pueden ser decisivas dependen de su relación con los objetivos políticos respectivos de ambas partes y de su voluntad y capacidad continuadas para disputarlos violentamente.

⁵ Para más información sobre los conceptos de batalla única, véase MCDP 1-0 Operaciones del Cuerpo de Marines, 8-2 – 8-4 y 9-2 – 9-4.

⁶ Los procesos actuales de distribución y asignación para la aviación tripulada, que dan lugar a órdenes diarias de tareas aéreas (ATO), proporcionan ejemplos. La posibilidad de que las operaciones con sUAS puedan estar sujetas a procesos de dirección y planificación similares se deriva de la necesidad de unidad de mando en todos sus rangos efectivos. Con el aumento del alcance y el efecto, los equipos sUAS de las unidades terrestres pueden recibir cada vez más órdenes de los niveles superiores de mando para apoyar los objetivos prioritarios de la fuerza en general. Véase MCWP 3-2 Operaciones de aviación, capítulo 5; AFDP 3-03 Operaciones terrestres de contraataque, 2-3; y MCWP 3-31 Fuego y efectos de la Fuerza Operativa Aeroterrestre de la Marina, 3-23 – 3-29.

⁷ Véase MCDP 1-3 Tácticas, capítulo 3, «Obtener una ventaja».

también están fuertemente influenciados por los conflictos actuales, cuyos aspectos pueden tener o no cierta relevancia en el futuro. Por eso, los marines que practican estos métodos deben centrarse siempre en las características únicas de la fuerza enemiga, en lugar de centrarse en la ejecución mecánica de técnicas predeterminadas. Podemos estar seguros de dos cosas: en primer lugar, que los procedimientos bien ensayados siempre serán fundamentales para nuestro ritmo y nuestra capacidad de obtener ventaja en medio de los retos físicos, la incertidumbre y el miedo; y, en segundo lugar, que cualquier conjunto de procedimientos casi siempre tendrá que adaptarse, sustituirse o aplicarse de diferentes maneras contra cualquier enemigo concreto en un momento y lugar determinados. Como siempre, debemos seguir desarrollando hábitos sólidos tanto de dominio disciplinado de los procedimientos como de adaptabilidad audaz y orientada al enemigo. Para poseer verdaderamente estos hábitos cuando sea necesario, debemos comenzar a integrar los sUAS en todo nuestro entrenamiento y operaciones ya mismo.

OBJETIVOS Y EFECTOS DEL EMPLEO DE LOS sUAS

Como categoría amplia de equipos versátiles, los sUAS pueden emplearse en apoyo de cualquiera de las funciones de combate. Este manual se centra principalmente en las funciones de los sUAS en materia de **inteligencia, fuego y protección de las fuerzas**, en particular en lo que se refiere al apoyo a las maniobras. Sin embargo, también se incluyen algunas TTP para el empleo orientado a la logística, así como consideraciones sobre el mando y el control.

Como herramientas para funciones ISR y de fuego, los objetivos de empleo de los sUAS son similares a los de **la interdicción aérea y el apoyo aéreo cercano (CAS)**. La interdicción aérea se define en parte como «operaciones aéreas realizadas para desviar, interrumpir, retrasar o destruir el potencial militar del enemigo antes de que pueda utilizarse eficazmente contra las fuerzas amigas»⁸. Dado que se orienta hacia las fuerzas enemigas antes de que entren en contacto con las unidades terrestres amigas, la interdicción aérea se lleva a cabo a distancias tales de las fuerzas terrestres amigas que no se requiere una integración aire-tierra detallada y dinámica. Por el contrario, el CAS proporciona ISR o fuego contra objetivos enemigos muy próximos a las fuerzas amigas, lo que requiere una integración detallada y controles dinámicos. Estos dos métodos tradicionales de empleo de la aviación proporcionan objetivos y efectos superpuestos pero distintos, que ahora pueden lograrse en parte con los sUAS.

Objetivos del empleo de sUAS

Ninguna lista puede abarcar todos los posibles objetivos de empleo de los sUAS, pero la siguiente enumera varios que pueden ser los más críticos y duraderos en la más amplia variedad de conflictos.⁹ Esta lista comienza con los objetivos que pueden requerir menos recursos —en términos de equipos, sistemas y operaciones sostenidas a lo largo del tiempo— para alcanzarlos, pero que pueden tener los efectos más transitorios, y continúa con objetivos progresivamente más amplios que pueden ser más duraderos, pero que solo se pueden alcanzar con recursos significativamente mayores.

Facilitar la acción terrestre. Cuando se emplean en estrecha coordinación con las tropas apoyadas, los sUAS pueden proporcionar vigilancia y seguimiento en tiempo real de las fuerzas enemigas; detección, ocultación y apoyo en la demolición para la ruptura y limpieza de vías; retransmisión de comunicaciones; y ataques oportunos contra las defensas, refuerzos o atacantes enemigos que restauran las condiciones para los planes tácticos de maniobra amigas. Aunque aquí se menciona como uno de los muchos ejemplos de objetivos de empleo de los sUAS, facilitar la acción terrestre es el objetivo más común y crítico, y el más adecuado para las capacidades únicas que ofrecen actualmente los pequeños drones aéreos.

Inducir conmoción, perturbación y desorden. Los ataques masivos con sUAS pueden provocar conmoción física y psicológica en las fuerzas enemigas. Cuando se coordinan con otros fuegos y efectos en puntos decisivos, estas acciones pueden prolongar la perturbación y la parálisis el tiempo suficiente para proporcionar ventajas abrumadoras para las maniobras y los asaltos de las fuerzas amigas. Este tipo de situación de rápido deterioro para el enemigo puede, a su vez, crear un desorden sistémico que conduzca a la culminación o al colapso de la acción enemiga.

⁸ AFDP 3-03 *Operaciones terrestres de contraataque*, 20-21.

⁹ Adaptado de *Ibíd.*, capítulos 3 y 4.

Interrumpir las comunicaciones del enemigo. En una medida que depende de la misión del enemigo, la distribución de fuerzas, la doctrina y los sistemas C2, los sUAS pueden interrumpir las funciones de mando y control del enemigo localizando y atacando puestos de mando, equipos de comunicaciones y frecuencias de radio. Este objetivo tendrá mayor impacto cuando se combine con maniobras de las fuerzas amigas.

Forzar el movimiento urgente del enemigo. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos utiliza el término «movimiento urgente» para referirse a los movimientos de las fuerzas enemigas que sacrifican la cobertura, el ocultamiento y las capacidades de protección con el fin de cumplir con restricciones de tiempo reales o percibidas.¹⁰ Para los marines, esto equivale a un enemigo en una trinchera que, al enfrentarse a fuego indirecto y directo sobre su posición, decide escapar del fuego indirecto saliendo corriendo de la trinchera y exponiéndose al fuego directo. Del mismo modo, el empleo concentrado de sUAS contra fuerzas enemigas parcialmente protegidas puede influir en que se expongan más al aire libre de forma apresurada y concentrada, lo que las hace vulnerables a fuego adicional y sorpresa.

Canalizar los movimientos del enemigo. El empleo de sUAS centrado en determinadas líneas de comunicación puede influir en el enemigo para que concentre sus movimientos en rutas predecibles, incluidas aquellas que pueden ser más fácilmente atendidas con otras capacidades ISR y de ataque. Los sUAS pueden ayudar a lograr este objetivo observando los movimientos del enemigo para que otros activos de fuego puedan atacarlo, atacando directamente a las fuerzas enemigas con ataques unidireccionales o bidireccionales, o colocando minas a lo largo de las rutas seleccionadas.

Interrumpir el sustento del enemigo. Atacar los almacenes y los activos de distribución reduce la potencia de combate disponible, limita las opciones del enemigo y obliga a una redistribución apresurada y potencialmente vulnerable de los recursos. Cuando el enemigo está maniobrando, atacar los activos de combustible y movilidad puede detener su impulso; cuando se mantiene en terreno, atacar los almacenes de municiones y los activos de distribución puede agotar la potencia de combate efectiva de esas fuerzas. Para lograr este objetivo es necesario priorizar los objetivos entre las rutas, los vehículos, los suministros, los lugares de concentración y las fuentes de energía que son más críticos y menos reemplazables.

Desgaste de las fuerzas enemigas. Los sUAS pueden utilizarse para desgastar las fuerzas y el material enemigos, destruir capacidades críticas y lograr un equilibrio favorable del poder de combate relativo. Para emplear los sUAS de la forma más eficaz en apoyo de un objetivo de desgaste, hay que tener en cuenta una serie de factores. En primer lugar, los objetivos deben constituir capacidades críticas o proporcionar requisitos críticos para el funcionamiento de esas capacidades. En segundo lugar, lo ideal es que los objetivos sean activos que al enemigo le resulte más difícil reemplazar o sustituir. Por ejemplo, aislar las formaciones enemigas destruyendo los activos logísticos, las capacidades de sostenimiento o la infraestructura de apoyo puede lograr efectos más generalizados y duraderos con muchos menos recursos que atacar directamente los sistemas de armas enemigos, especialmente si estos están mejor defendidos o pueden ser reemplazados más rápidamente.

Efectos del empleo de sUAS

Para alcanzar objetivos como los enumerados anteriormente, los sUAS deben emplearse para lograr los siguientes efectos sobre las fuerzas enemigas y el terreno.

Interrumpir. La interrupción es el efecto de romper la formación y el ritmo del enemigo, interrumpir su cronograma, provocar un compromiso prematuro o fragmentado de sus fuerzas, o inutilizar temporalmente sus capacidades o hacerlas inservibles¹¹. El empleo de los sUAS debe centrarse en proporcionar información o aplicar fuego contra los activos y actividades de recopilación de inteligencia, mando y control, transporte y suministro del enemigo para interrumpir el sistema enemigo en su conjunto. Además, la disrupción bien coordinada de los activos de fuego de superficie, la defensa aérea y las capacidades de maniobra terrestre del enemigo puede crear ventanas temporales para la libertad de acción de las fuerzas amigas.

Neutralizar y destruir. La neutralización inutiliza o deja fuera de combate a un objetivo enemigo, mientras que la destrucción daña un objetivo de tal manera que no puede funcionar según lo previsto ni ser restaurado a un estado utilizable. Ambos efectos suelen requerir más recursos en términos de esfuerzos de recolección de intel y municiones que la interrupción.

¹⁰ Ibid.

¹¹ MCWP 3-31, 4-13.

Los grandes volúmenes de drones de ataque de precisión rápidamente empleables pueden facilitar la consecución de estos efectos contra muchos objetivos que antes. Sin embargo, incluso con esta posibilidad, los planificadores y líderes deben priorizar cuidadosamente los objetivos cuya neutralización o destrucción degradará más el sistema general del enemigo, limitará sus opciones futuras y abrirá oportunidades para acciones decisivas favorables.

Retraso. Los retrasos en las acciones del enemigo mejoran la situación táctica de las fuerzas amigas, permitiéndoles recuperarse, reaccionar y ganar o mantener la iniciativa. Los sUAS pueden proporcionar un medio económico para retrasar las acciones del enemigo al amenazar con ataques de precisión contra fuerzas descubiertas.

Desviar. Las capacidades enemigas desviadas son aquellas que se ven influidas para desplazarse a lugares más favorables para las fuerzas amigas. La ISR, la contramovilidad y la cobertura de ataque de los sUAS en una zona crítica pueden llevar al enemigo a repositionar ciertas capacidades en otros lugares. Alternativamente, los ataques repetidos de los sUAS contra un conjunto o tipo de objetivos pueden hacer que el enemigo reasigne las capacidades de los C-sUAS, exponiendo así otro conjunto de objetivos al ataque.

MISIONES DE EQUIPOS sUAS

Los operadores de sUAS pueden emplear sus sistemas como parte de la misión de su propia unidad o en apoyo de otra. Por ejemplo, una compañía de fusileros puede emplear un equipo sUAS dedicado para cumplir con sus propios requisitos de RSTA, y ese equipo también puede proporcionar apoyo directo a una de las secciones de la compañía mientras esta última realiza una misión asignada. Una escuadra de fusileros puede atacar una posición enemiga situada justo delante de ella con pequeños drones de ataque orgánicos, solicitar fuego de artillería utilizando sUAS orgánicos de reconocimiento, vigilancia y adquisición de objetivos (RSTA) para observar y ajustar los disparos, o coordinar ataques precisos desde equipos sUAS de apoyo equipados con cargas explosivas.

En todos los casos, es poco probable que el operador de cualquier sistema aéreo pueda cumplir la misión de la unidad por sí solo; en cambio, el operador realiza tareas como parte de un *equipo* equipado con sUAS cuyos demás miembros pueden desempeñar diversas funciones relacionadas con las comunicaciones, la selección de objetivos, la movilidad, la protección, los fuegos, las maniobras/explotación y otras. Por esta razón, este manual se refiere a *los equipos sUAS* como la unidad básica de empleo de estos sistemas, incluso cuando la unidad que los opera (por ejemplo, una escuadra de fusileros o un cuartel general de artillería) puede no tener el empleo de sUAS como su objetivo principal.

Los líderes de las unidades deben considerar las siguientes misiones para sus equipos sUAS orgánicos, adscritos o de apoyo. Del mismo modo que deciden la mejor secuencia de fuego indirecto, ametralladoras, cohetes y otros sistemas de armas para lograr los efectos necesarios sobre el enemigo, los líderes de las unidades deben decidir cómo aprovechar las capacidades de los sUAS en todas las fases y aspectos de sus operaciones. Sin embargo, alcanzar tales niveles de integración puede ser un reto, por lo que los líderes deben entrenarse regularmente con los operadores/equipos de sUAS para desarrollar una apreciación de la mejor manera de emplearlos.

Reconocimiento de área. El reconocimiento del área es un esfuerzo dirigido a obtener información detallada sobre el terreno o la actividad enemiga dentro de un área determinada, como una ciudad, una línea de crestas, bosques u otras características críticas para las operaciones.¹² El reconocimiento del área también puede realizarse en un **solo punto**, como un puente, la cima de una colina, una posible ubicación ORP o un sitio de brecha previsto, y puede llevarse a cabo como parte de planes de recopilación deliberados o simplemente como un **reconocimiento del líder** sobre la marcha. Actualmente, los sUAS pueden utilizarse para recopilar información en términos de observaciones visuales/térmicas o detección de señales. Los líderes deben comprender que cuanto más precisas sean las preguntas que se deben responder, más centrado y eficiente podrá ser el operador del sUAS con el tiempo de vuelo del sistema. El tiempo de vuelo limitado es la razón por la que el reconocimiento *de zona*, que se ocupa de la imagen de inteligencia integrada total de un espacio más amplio, no suele ser una tarea adecuada para un solo equipo sUAS. Por la misma razón, es poco probable que un equipo de sUAS sea capaz de llevar a cabo una tarea *de vigilancia*, que implica la observación sistemática y, por lo general, a más largo plazo de algo.¹³ Sin embargo, los equipos de sUAS pueden y deben emplearse como parte de la misión de reconocimiento o vigilancia de una zona de una unidad más grande.

¹²Véase MCRP 2-10A.6 *Operaciones de reconocimiento terrestre*, capítulo 6.

¹³ *Ibíd.*

Ruta de reconocimiento proporciona información nueva o actualizada sobre las condiciones y actividades que podrían influir en el movimiento a lo largo de una línea de comunicación específica, como un sendero, una carretera o una vía fluvial.¹⁴ Aunque es posible que los sUAS actuales no siempre puedan proporcionar mediciones precisas o evaluar las condiciones del suelo, ofrecen un medio excelente para identificar rápidamente la presencia de posibles obstáculos, buscar actividad enemiga y determinar la ubicación de zonas peligrosas, puentes o zonas útiles para ocultarse. Al igual que con todo reconocimiento de rutas, los líderes deben tener cuidado de no permitir que la fuerza de reconocimiento (en este caso, el vehículo aéreo) revele al enemigo los movimientos previstos de la unidad.

Misiones de seguridad. Las misiones adecuadas para los sUAS actuales pueden incluir la detección, que consiste en localizar y alertar con antelación de las amenazas enemigas a una fuerza protegida. Dada la corta duración de los vuelos de la mayoría de los sistemas, lo mejor es emplearlos por delante de los elementos de vanguardia como parte de las acciones de vigilancia móvil o de cobertura. Aunque (todavía) no son misiones adecuadas para los pequeños vehículos aéreos por sí solos, las combinaciones de RSTA y sUAS de ataque pueden y deben emplearse para apoyar las misiones de seguridad de unidades más grandes, incluidas las tareas de guardia y cobertura.¹⁵ Por último, a los operadores de sUAS también se les puede encomendar la tarea de apoyar los esfuerzos de seguridad locales, lo que implica prevenir sorpresas por parte del enemigo y mitigar sus acciones.¹⁶

Adquisición de objetivos, observación avanzada y evaluación de daños en combate. La adquisición de objetivos consiste en la detección, identificación y localización de un objetivo con suficiente detalle como para permitir el empleo eficaz de las armas.¹⁷ Cuando se combina con el reconocimiento y la vigilancia, se denomina RSTA. Los equipos de sUAS pueden llevar a cabo esta tarea localizando y rastreando objetivos más allá del alcance visual o al otro lado del terreno intermedio, utilizando la propia ubicación del vehículo aéreo y la información de la cámara para proporcionar la ubicación de los objetivos. Del mismo modo, los equipos de sUAS entrenados en métodos de observación avanzada (Sección 4) pueden controlar las armas de apoyo para atacar esos objetivos. Después de los enfrentamientos, los equipos de sUAS también pueden realizar evaluaciones de daños en combate.

Ataque. Los equipos sUAS equipados con drones de ataque unidireccionales y/o bidireccionales con carga explosiva pueden recibir la orden de atacar objetivos. Este manual utiliza el término «ataque bidireccional» para referirse a los drones aéreos que lanzan o disparan municiones y luego pueden regresar para rearmarse y reutilizarse. El grado de dirección y control ejercido por el líder de la unidad debe depender de la proximidad a las fuerzas amigas, los requisitos de integración con aeronaves tripuladas y/o armas de apoyo, y los efectos deseados sobre el enemigo y el momento oportuno. Cuando se proporcionan medidas de control permisivas, autoridades suficientes, prioridades de objetivos y medios para la coordinación entre múltiples operadores, los equipos sUAS con combinaciones de RSTA y plataformas de ataque también pueden realizar **coordinaciones y reconocimientos de ataque terrestre (GSCAR)** locales y de duración limitada en un área designada. El capítulo 2 proporciona métodos y medidas de control para su consideración y el capítulo 3 proporciona plantillas de información y coordinación.

Oscurcimiento y marcado. Los drones de ataque pueden emplearse para lanzar municiones de humo, ya sea para oscurecer de forma limitada en apoyo de una maniobra o para marcar en apoyo de la correlación de objetivos con otras plataformas aéreas.

Despeje. Los drones aéreos pueden, en determinadas condiciones y en áreas limitadas, eliminar las fuerzas enemigas o su resistencia, ya sea destruyéndolas o obligándolas a retirarse. Esto es posible ahora para objetivos pequeños, como una sola línea de trincheras, un edificio o un desfiladero, pero las posibilidades pueden ampliarse en un futuro próximo.

Movilidad y contramovilidad. Los sUAS con capacidades de detección y municiones especializadas pueden ser capaces de localizar y reducir las minas, lo que ayuda a abrir vías despejadas para la incursión y la maniobra de las fuerzas amigas. Además, los sUAS pueden ser capaces de implementar medidas de contramovilidad como parte de un plan general de obstáculos.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Véase MCWP 3-01 *Tácticas ofensivas y defensivas*, capítulos 13 y 14. Concretamente, «las plataformas UAS [...] amplían el área bajo vigilancia y dan la señal a las fuerzas de seguridad». En un futuro próximo, las unidades equipadas con docenas o cientos de ISR y sUAS de ataque replicarán el ACE, a distancias más cortas, al ser capaces de ejecutar «la detección y el informe de las fuerzas enemigas [...] de manera tan eficaz —y atacar lo que ven— que a menudo pueden servir como fuerza de protección».

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Del JP 1-02 *Diccionario de términos militares y asociados del Departamento de Defensa*.

Reabastecimiento / Posicionamiento de suministros. El SkyRaider y el TRV-150 pueden cargarse con materiales y dirigirse a puntos de lanzamiento o aterrizaje para apoyar las necesidades logísticas tácticas. La sección 3 proporciona una plantilla para coordinar los reabastecimientos entregados por sUAS.

Otras tareas de manipulación o engaño. Los sUAS pueden emplearse de formas creativas para confundir o engañar al enemigo sobre la disposición y las intenciones de las fuerzas amigas; para influir de otro modo en la atención y la orientación del enemigo de forma que favorezca el plan de maniobra de las fuerzas amigas; o para provocar que el enemigo realice actividades que revelen su ubicación y disposición.

Retransmisión de comunicaciones. Aunque no es una capacidad integrada en los sUAS actuales del Cuerpo de Marines, los líderes pueden configurar el SkyRaider y el TRV-150 para que lleven transceptores de radio programados para servir como nodos de retransmisión, lo que amplía considerablemente el alcance de las comunicaciones por radiofrecuencia (RF) en línea de visión (LOS).

CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO DE LOS SUAS

Dependiendo de la situación táctica, cada misión de sUAS enumerada en este capítulo podría llevarse a cabo mediante un tipo de empleo de sUAS más o menos complejo en lo que respecta a *la navegación* del vehículo aéreo y *la coordinación* con unidades adyacentes o de apoyo. Estas dos escalas de complejidad se aplican a las opciones de cómo se emplea el sUAS para una misión, no a la misión en sí. Las variaciones en estas escalas permiten o requieren variaciones en las técnicas, los procedimientos y los acuerdos de comunicación preferidos, junto con los niveles de formación y competencia del equipo del sUAS. Por lo tanto, las TTP y la formación del sUAS deben desarrollarse teniendo en cuenta el tipo o tipos de empleo con los que están asociados. A continuación se caracterizan estas dimensiones, denominadas *navegación operativa* y *apoyo a la misión*, y se definen las categorías de empleo básicas y avanzadas para cada una de ellas.

Categorías de navegación operativa

Los sUAS pueden emplearse en distancias que van desde unos pocos metros hasta decenas de kilómetros. A distancias más cortas, el equipo del sUAS puede rastrear visualmente (o con algunos radares) la ubicación del vehículo aéreo, lo que permite confirmar de forma independiente la posición del dron. Más allá del campo de visión (LOS) del equipo del sUAS o del sistema de rastreo, se produce una reducción de la redundancia de navegación. Más allá de este punto, la posición del vehículo aéreo no puede confirmarse de forma independiente, por lo que la navegación y el cumplimiento de los controles procedimentales del espacio aéreo dependen de una combinación de instrumentación (por ejemplo, GPS o sistemas de navegación inercial) y de la asociación del terreno por parte del operador (o del software) a través de los sensores del vehículo aéreo. La pérdida de la capacidad independiente para rastrear la posición del vehículo aéreo marca una distinción que da lugar a los dos tipos de empleo siguientes con respecto a la navegación operativa.

Operación inmediata. El empleo inmediato describe operaciones a corta distancia en las que el equipo sUAS puede mantener contacto visual con el vehículo aéreo y con el objetivo, la fuerza amiga más cercana o ambos. Entre los ejemplos de empleo inmediato se incluyen el reconocimiento rápido de una cresta por parte del líder y los ataques contra objetivos adquiridos visualmente desde la posición del equipo sUAS.

Operación remota. El empleo remoto describe la operación de vehículos aéreos fuera del alcance visual del equipo sUAS. A distancias más largas (o en terrenos más compartimentados), el equipo sUAS debe navegar a través de las características del terreno, las medidas de control táctico y, a veces, los reposicionamientos dinámicos de las fuerzas amigas y enemigas. El empleo remoto también puede implicar el paso hacia adelante (y hacia atrás) de las líneas amigas, lo que requiere coordinación para garantizar que el vehículo aéreo no se confunda con uno enemigo.

Categorías de apoyo a la misión

Al igual que el empleo de la aviación tripulada en el apoyo aéreo directo (DAS) y el apoyo aéreo cercano (CAS), los tipos de apoyo *directo* y *cercano* de las misiones sUAS distinguen si el empleo se lleva a cabo en las proximidades de las fuerzas apoyadas. En el caso de los sUAS, las fuerzas apoyadas de cerca pueden incluir tripulaciones de aviación tripulada, además de fuerzas terrestres. Las diferencias clave radican en la proximidad a las fuerzas amigas y el nivel de integración y coordinación

necesario. En la mayoría de los casos, el apoyo cercano a la misión también implicará el control parcial del empleo del vehículo aéreo por parte de un controlador avanzado de la unidad apoyada.

Apoyo directo a la misión. El apoyo directo a la misión no implica la proximidad de vehículos aéreos a las fuerzas apoyadas o adyacentes, y generalmente se realiza para cumplir una misión asignada al equipo sUAS. Por lo general, no implica una coordinación estrecha en tiempo real ni una integración dinámica con otras unidades terrestres o aéreas. Entre las misiones de esta categoría se incluyen el reconocimiento de área, la adquisición de objetivos y los ataques muy por delante de las posiciones amigas.

Apoyo cercano a la misión. El apoyo cercano a la misión implica la proximidad de vehículos aéreos a las fuerzas amigas. Por lo general, se lleva a cabo cuando el equipo sUAS tiene la tarea de apoyar a otra unidad con sensores, ataques, reabastecimiento u otras capacidades, y el empleo de vehículos aéreos suele estar controlado, al menos en parte, por la unidad apoyada mediante una combinación de medidas procedimentales y positivas. Este tipo de empleo suele implicar una estrecha integración con otras capacidades de aviación y fuego. Algunos ejemplos son la vigilancia o el control por delante de un convoy apoyado, el suministro de imágenes de vídeo de un objetivo a la infantería que se aproxima y/o a las tripulaciones aéreas cercanas, y la realización de ataques en apoyo de las tropas en contacto cercano con las fuerzas enemigas.

TIPOS DE EMPLEO DE SUAS

Las combinaciones de las categorías de navegación operativa y apoyo a la misión dan lugar a cuatro tipos distintos de empleo de sUAS. La tabla 1 enumera estos tipos de empleo y proporciona ejemplos de escenarios y medidas de control aplicables para cada uno de ellos. En el cuadrante superior izquierdo, el empleo *inmediato-directo*, o el uso de sUAS orgánicos a corta distancia para la misión propia de una unidad, suele implicar los niveles más bajos de aprobación y requiere el menor número de controles y otras medidas de coordinación. Por el contrario, el empleo *remoto cercano*, representado en el cuadrante inferior derecho, suele ser la forma más compleja de empleo y normalmente requiere aprobaciones externas al equipo de sUAS, además de implicar una serie de controles procedimentales y terminales.

		Tipos de apoyo a la misión	
		DIRECTO	CERCA
Tipos de navegación operativa	INMEDIATO	Empleo inmediato-directo	Empleo inmediato-cercano
		<i>Ejemplo: Una escuadra emplea RSTA y/o drones de ataque en su frente inmediato mientras se acerca a un objetivo o repele un ataque enemigo.</i>	<i>Ejemplo: Un equipo sUAS apoya a un pelotón que ataca una posición enemiga con ataques con drones de corto alcance contra los equipos de armas tripuladas del enemigo.</i>
	REMOTO	Empleo directo remoto	Empleo cercano remoto
		<i>Ejemplo: Un equipo sUAS utiliza RSTA y drones de ataque para localizar y atacar objetivos prioritarios en una zona designada alejada de las fuerzas amigas y fuera del campo de visión de los controladores.</i>	<i>Ejemplo: Un equipo sUAS utiliza RSTA y/o drones de ataque desde BLOS para apoyar a una compañía de fusileros en contacto con el enemigo.</i>

Tabla 1. Tipos de empleo de sUAS.

A continuación se presentan consideraciones adicionales y ejemplos para cada tipo de empleo de sUAS.

Empleo inmediato y directo

El empleo inmediato-directo es la forma más sencilla de utilizar un sUAS, ya que generalmente requiere la menor cantidad de planificación, coordinación y competencia por parte del operador. El equipo del sUAS puede observar el área objetivo desde su posición, confirmar visualmente el pequeño espacio aéreo necesario y seguir visualmente el vehículo aéreo en vuelo para confirmar

la navegación adecuada (Figura 1). Además, este empleo no implica la dirección o el control del vehículo aéreo o de su carga útil por parte de una unidad avanzada que opera en la zona objetivo.

Coordinación y control. El empleo es planificado y dirigido por el jefe del equipo sUAS. La coordinación no suele ir más allá de lo que ya es aplicable al empleo de armas de fuego directo.

Requisitos de comunicaciones. En los casos en que el equipo sUAS necesite operar su vehículo aéreo a través de una medida restrictiva de apoyo de fuego o coordinación del espacio aéreo (FSCM/ACM), el equipo debe ser capaz de comunicarse con unidades superiores o adyacentes para coordinar sus operaciones y efectos (Figura 1).

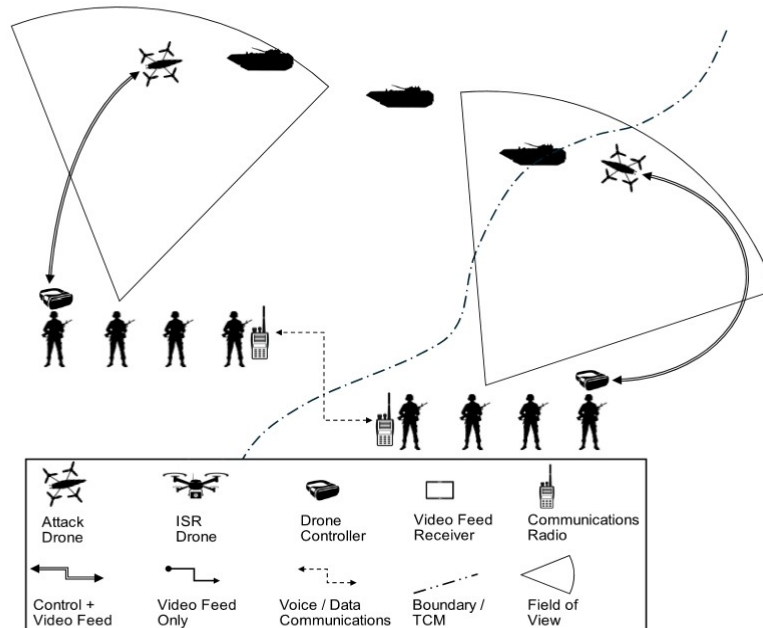


Figura 1. Ejemplo de empleo inmediato y directo de drones de ataque con coordinación de unidades adyacentes.

Empleo inmediato y cercano de los sistemas aéreos no tripulados

Con los drones de ataque, el empleo inmediato de sUAS puede compararse con el fuego de ametralladoras que apoya el aproximamiento de una unidad de maniobra con las posiciones enemigas (Figura 2). Con los drones RSTA, este empleo puede ser análogo al uso de un elemento de seguridad puntual o de vigilancia. En cualquier caso, el equipo sUAS mantiene la capacidad de despejar visualmente el espacio aéreo necesario, rastrear su vehículo aéreo y rastrear la(s) posición(es) de la unidad apoyada mientras responde a las tareas de esta última y otros controles.

Coordinación y control. El empleo inmediato y cercano suele requerir más medidas de coordinación y otros controles para permitir mayores niveles de integración con la unidad apoyada y otros fuegos y efectos. Por ejemplo, las líneas de fase vinculadas a las distancias estimadas de riesgo (RED) para las cargas explosivas de los drones de ataque contra objetivos planificados pueden favorecer una mejor integración entre los fuegos y las maniobras. La unidad apoyada también mantendrá un mayor control sobre las acciones del equipo sUAS, por ejemplo, dirigiendo la orientación del sensor de un dron RSTA o aprobando positivamente (o, por excepción, denegando) los sucesivos ataques con drones de ataque. Si también se emplea aviación tripulada en la zona objetivo (Tabla 2), el operador del sUAS deberá cumplir los controles adicionales implementados por un controlador aéreo avanzado (FAC) o un controlador táctico de drones (TDC).

Requisitos de comunicación. El equipo sUAS debe ser capaz de mantener una comunicación bidireccional positiva con la unidad apoyada y, si es necesario, con una autoridad de aprobación de nivel superior (por ejemplo, un centro de coordinación de apoyo de fuego de batallón -FSCC-). Si se coordina antes de la operación, esta comunicación puede adoptar la forma de diversos dispositivos de señalización.

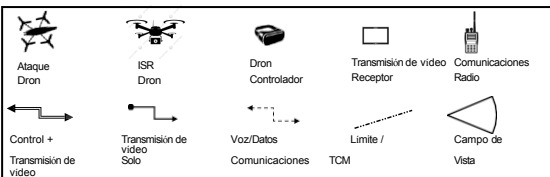
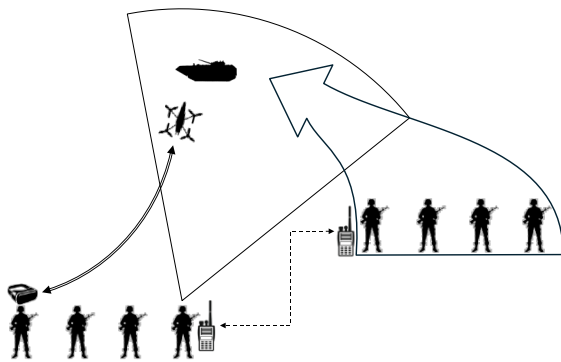


Figura 2. Ejemplo de empleo inmediato de drones de ataque para apoyar un asalto de infantería.

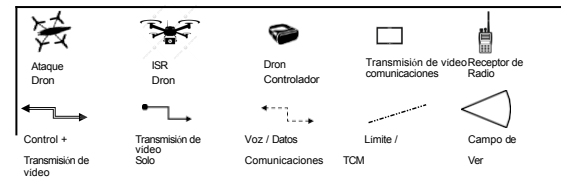
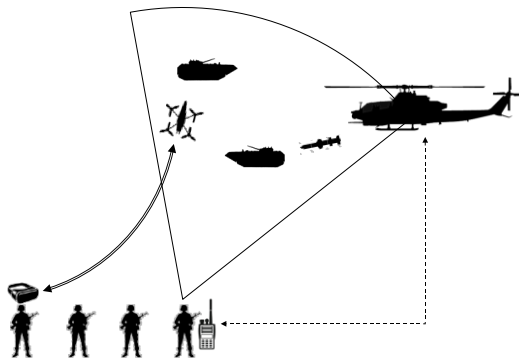


Figura 3. Ejemplo de empleo inmediato y cercano de un dron de ataque para permitir el CAS de ala giratoria.

Empleo remoto directo

El empleo remoto directo de sUAS puede compararse, a grandes rasgos, con el empleo de DAS en aviación. En comparación con otros tipos de empleo de sUAS, requiere una planificación de navegación más detallada que el empleo inmediato directo y menos coordinación para las operaciones en el área objetivo que el empleo inmediato cercano. Sin embargo, puede seguir siendo necesaria una coordinación significativa con unidades superiores y adyacentes para un tránsito sin conflictos entre el punto de lanzamiento y las áreas objetivo.

Coordinación y control. El empleo remoto directo depende generalmente de FSCM y ACM permisivos en el área objetivo y puede requerir controles tanto procedimentales como positivos mientras se opera el vehículo aéreo en ruta. Cuando los tránsitos pasan por unidades amigas y el espacio de batalla circundante, o sobre ellos, suele ser necesaria la coordinación para garantizar la descongestión con otras operaciones de aviación y fuegos de superficie, y para evitar que el vehículo aéreo sea blanco de las fuerzas amigas. Las medidas restrictivas incluyen rutas de tránsito y puntos de contacto aéreos, mientras que las medidas permisivas incluyen líneas de fuego coordinadas, líneas de coordinación de apoyo de fuego, alturas de coordinación y zonas de destrucción. Cuando se utilizan zonas de destrucción, el coordinador de la zona de destrucción puede emitir cierto nivel de control y asignación de tareas. Estas medidas y conceptos se detallan en el capítulo 2. Para las misiones de ataque con drones, el equipo de sUAS también debe coordinarse normalmente con un sensor ISR para la adquisición de objetivos. Esto puede hacerse internamente (a través de un dron RSTA orgánico, como en la figura 4) o con otro elemento de apoyo.

Requisitos de comunicación. El equipo sUAS debe mantener comunicaciones bidireccionales positivas con cualquier autoridad de aprobación para el tránsito por el espacio aéreo entre el punto de lanzamiento y la zona objetivo. Esto puede incluir comunicaciones directas con unidades de primera línea (Figura 4) o simplemente con un coordinador de defensa aérea y antimisiles de rango superior. Cuando se realizan tareas dinámicas en apoyo de un coordinador de coordinación y reconocimiento de ataques terrestres o aéreos (GSCAR o SCAR), el equipo sUAS también debe mantener comunicaciones con este elemento.

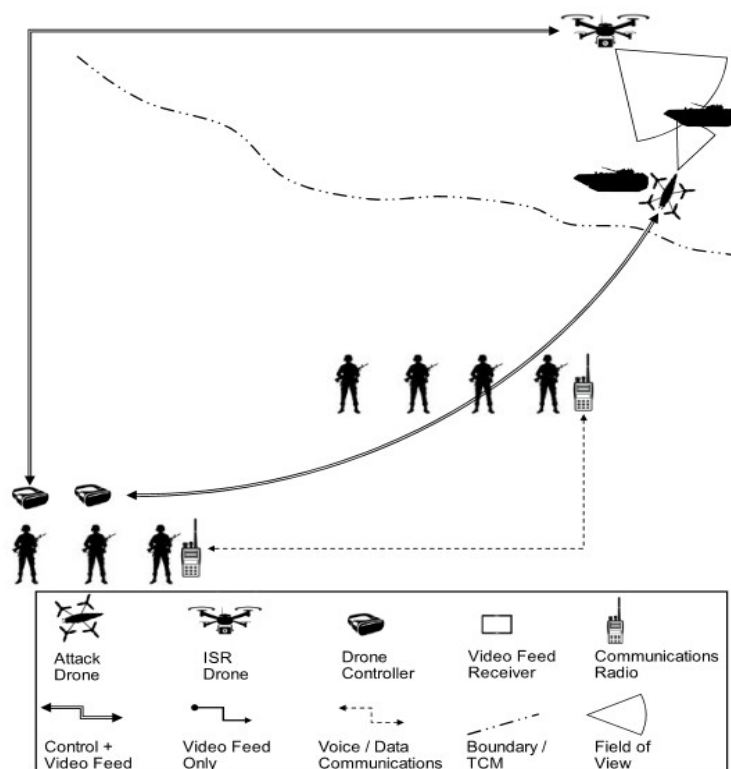


Figura 4. Ejemplo de empleo remoto directo de RSTA y drones de ataque más allá de un FSCM permisivo con sobrevuelo de la unidad de vanguardia.

Empleo remoto cercano de sUAS

El empleo remoto-cercano es generalmente la forma más compleja de empleo de sUAS. Implica la navegación del vehículo aéreo más allá de la capacidad del equipo sUAS para rastrearlo visualmente, así como la integración dinámica con una unidad de apoyo distante y el control parcial por parte de esta. Tenga en cuenta que «distante» puede ser simplemente al otro lado del terreno intermedio, dentro de un edificio o línea de trincheras, o en cualquier otro lugar que el equipo sUAS no pueda observar directamente. Este tipo de empleo está estrechamente relacionado con la CAS de la aviación e implica muchas de las mismas técnicas o técnicas similares.

Coordinación y control. Al igual que con el empleo remoto directo, los tránsitos que pasan por o sobre unidades amigas y el espacio de batalla circundante suelen requerir coordinación para evitar conflictos con otras operaciones aéreas, fuego de superficie y capacidades contra UAS. Las medidas de coordinación incluyen rutas de tránsito, puntos de contacto aéreo, coordinación de alturas y, con la unidad apoyada, áreas de coordinación del espacio aéreo (ACA), como áreas de espera y posiciones de tarea. La correlación de los objetivos designados entre el controlador avanzado y el equipo sUAS requerirá una combinación de «talk-ons», marcas y uso compartido de video de sensores. Sobre el área objetivo, el controlador avanzado de la unidad apoyada puede controlar positivamente el posicionamiento del vehículo aéreo y el empleo de la carga útil. Para los drones de ataque unidireccionales, este control puede adoptar la forma de CAS de tipo 2; y para los drones de ataque bidireccionales que realizan múltiples pasadas sobre el objetivo, el tipo 3. En ocasiones, pueden ser necesarios controles de tipo 1 cuando hay otras aeronaves presentes o cuando las condiciones dinámicas en tierra hacen que sea más probable el fuego amigo sin ellos.

Requisitos de comunicación. El tránsito por el espacio aéreo entre el punto de lanzamiento y la zona objetivo puede requerir una comunicación bidireccional positiva con las autoridades competentes. Sobre la zona objetivo, el equipo del sUAS debe mantener la comunicación con los controladores avanzados de la unidad apoyada para completar las tareas asignadas y cumplir con los controles dinámicos. En particular, las comunicaciones deben permitir al controlador avanzado y al equipo del sUAS «correlacionar» o garantizar sus identificaciones independientes del objetivo correcto. Al igual que con el CAS, esto puede hacerse con una combinación de «talk-ons», marcas físicas como proyectiles de humo de mortero (Figura 5) y enlaces descendentes de video de sensores (Figura 6) o transmisiones en red (Figura 7). Con

capacidades de enlace descendente de vídeo, el empleo remoto cercano de drones RSTA también puede apoyar la correlación de objetivos entre un controlador avanzado y las tripulaciones aéreas CAS, como se muestra en la Figura 8.

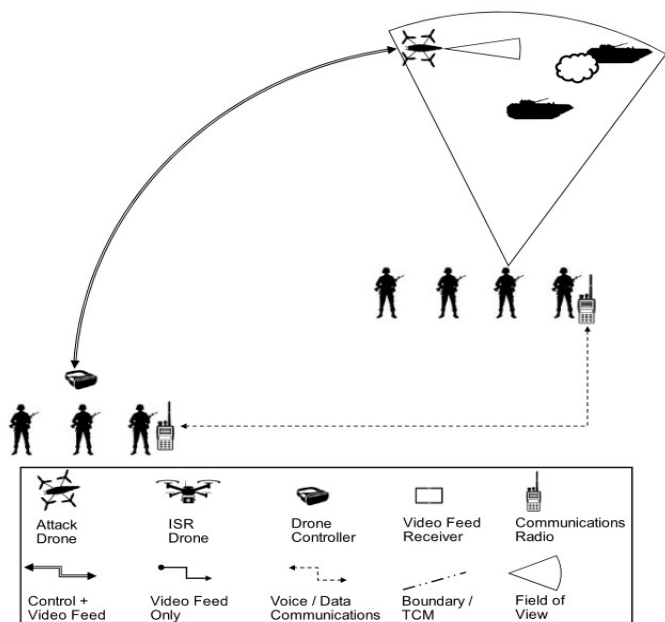


Figura 5. Ejemplo de ataque remoto con drones en combate de proximidad con el objetivo fijado por el controlador adelantado en vanguardia.

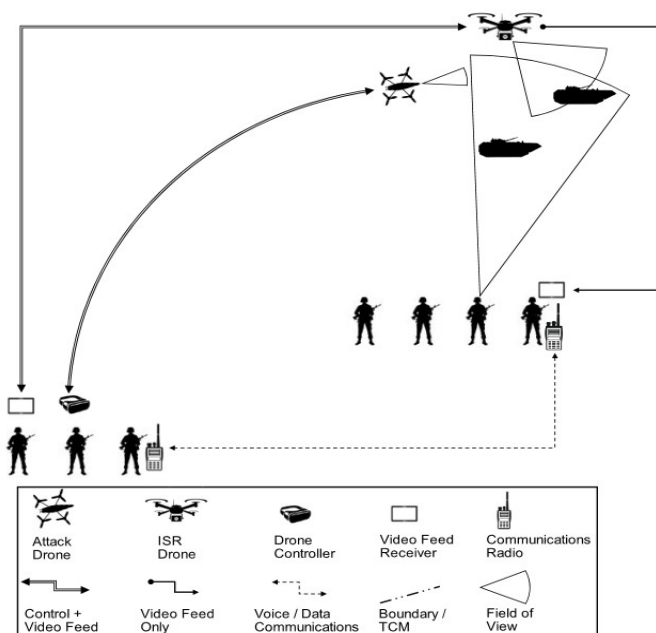


Figura 6. Ejemplo de ataque con drones en combate de proximidad, con correlación de objetivos mediante enlace-descarga de vídeo.

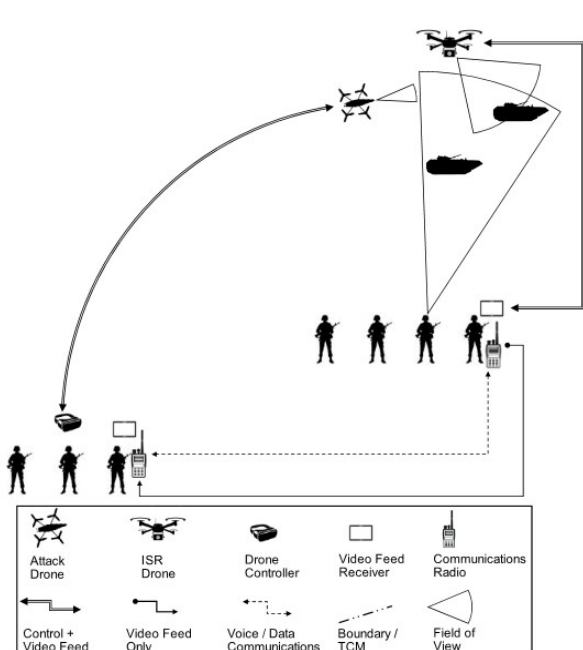


Figura 7. Ejemplo de ataque remoto con drones en combate de proximidad con correlación de objetivos a través de la retransmisión de la red de sensores.

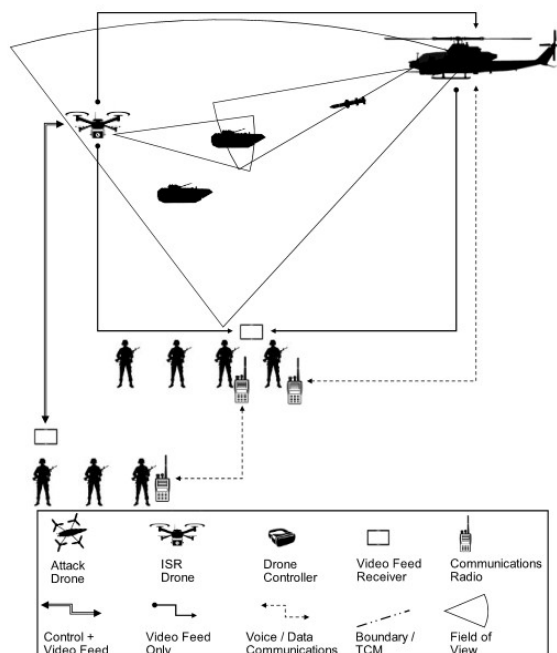


Figura 8. Ejemplo de empleo de drones RSTA en combate de proximidad, que apoyan la correlación de objetivos por la tripulación aérea para fuegos de aviación.

ELEMENTOS DEL EMPLEO EFICAZ DE EQUIPOS sUAS (SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS PEQUEÑOS)

A partir de los diferentes objetivos, efectos, misiones y tipos de empleo considerados en este capítulo, se derivan varios principios para el empleo eficaz de los sUAS.

Apoyo a las maniobras. El viejo adagio «sin fuego no hay maniobra, sin maniobra no hay fuego» se aplica también, en términos generales, al empleo de los sUAS. Frente a un enemigo capaz y decidido, el éxito de las maniobras y los asaltos requerirá altos niveles de perturbación sistémica y localizada que solo podrán lograrse temporalmente con aplicaciones específicas y complementarias de fuego y otros recursos. Como se ha comentado a lo largo de este capítulo, el empleo de equipos sUAS tendrá mayor efecto en la medida en que apoye o establezca las condiciones para la maniobra.

Colecciones combinadas, armas y efectos. Los equipos sUAS se emplean mejor como partes integradas de redes de selección de objetivos más amplias. Sus acciones deben integrarse con otros medios de reconocimiento y adquisición de objetivos, tanto apoyándolos como siendo apoyados por ellos; con otros fuegos aéreos, terrestres y espectrales; y con la búsqueda simultánea o secuencial de otros efectos localizados o generalizados. En el nivel más bajo, los equipos sUAS pueden emplearse mejor con una combinación de drones RSTA, drones de ataque y tipos de carga útil, lo que les proporciona su propia capacidad para crear y mantener rápidamente dilemas para las fuerzas enemigas objetivo. En niveles más altos, el empleo eficaz de los sUAS requiere una estrecha integración con los fuegos aéreos y terrestres y las maniobras. Véase el capítulo 2 de este manual para conocer los métodos de integración aérea y terrestre de los sUAS. Véase el capítulo 6 para conocer los métodos de observación de fuegos de los sUAS.

Adquisición y correlación de objetivos. La eficacia de los drones de ataque y otros tipos de fuego mejora considerablemente con la vigilancia continua de los objetivos durante cada ataque, junto con métodos fiables para garantizar que los operadores de drones de ataque se orienten hacia los objetivos correctos. Los líderes que emplean equipos de drones de ataque deben considerar si se proporcionan recursos suficientes para el reconocimiento y la vigilancia de objetivos, y solicitar más si es necesario. Además, los métodos de correlación de objetivos deben estar estandarizados y bien entrenados entre los controladores de avanzada, los operadores de sensores y los operadores de drones de ataque. Véase el capítulo 4 de este manual para conocer los métodos de coordinación de los drones de ataque y el capítulo 5 para obtener información sobre el control de los sensores aéreos y la distribución de las transmisiones.

Capacidad de respuesta y flexibilidad. El empleo de los sUAS debe ser eficaz para que resulte efectivo, permitiendo a los líderes aprovechar oportunidades fugaces o recuperar la iniciativa frente a un enemigo adaptable. La capacidad de respuesta del equipo de sUAS es el resultado de una combinación de asignaciones adecuadas y eficaces, autoridades, posicionamiento, relaciones de apoyo, arquitecturas de comunicaciones, procedimientos de coordinación, capacidades y habilidades de navegación y sostenimiento logístico. Por lo general, estas disposiciones se logran mejor con una dirección centralizada (caracterizada por una planificación descendente y un perfeccionamiento ascendente) y una coordinación y ejecución descentralizadas.

C2 integrado. El empleo eficaz de los sUAS requiere una unidad de mando con una intención clara y prioridades definidas en cuanto a misiones, unidades de apoyo, objetivos y recursos. Además, se beneficia de unas comunicaciones fiables e interoperables entre todas las fuerzas implicadas, desde los equipos de exploración avanzada y los operadores de drones RSTA hasta los agentes de fuego indirecto y las tripulaciones aéreas. El C2 integrado es fundamental para lograr la combinación de recopilación de información, armas y efectos; para garantizar la correlación precisa de los objetivos; y para mantener la capacidad de respuesta y la flexibilidad.

Posicionamiento y protección. El posicionamiento del equipo sUAS es fundamental para permitir un apoyo ágil a las maniobras y el ahorro de energía. El posicionamiento eficaz viene determinado por los requisitos de las unidades apoyadas, las amenazas enemigas y las capacidades relacionadas con las comunicaciones (incluido el control de los drones), la navegación de los vehículos aéreos, la gestión de la firma, el apoyo logístico y el desplazamiento oportuno. Véase el capítulo 3 para conocer las consideraciones de planificación del equipo sUAS relacionadas con la selección de la posición.

Economía de peso y potencia. Los drones aéreos no pueden gastar más energía de la que se les suministra. Su uso eficaz permite alcanzar los objetivos prioritarios dentro de las limitaciones de potencia disponibles. Un posicionamiento óptimo favorece la recuperación de energía, el reabastecimiento de combustible y baterías y la reducción de los tiempos de vuelo, mientras que la adquisición eficaz de objetivos,

Manual de integración de sUAS/C-sUAS de las escuelas de la 1.ª División de Marines
(junio de 2025)

las relaciones de apoyo receptivas y el C2 integrado facilitan la mejor utilización de las reservas de batería disponibles y los ciclos de carga.¹⁸

Presión focalizada y sostenida. Los enemigos adaptables e ingeniosos se recuperarán rápidamente incluso de ataques masivos con drones, recuperando el control de sus fuerzas, reparando los daños, reemplazando personal y equipos, implementando nuevas contramedidas y ajustando las operaciones para tomar la iniciativa y obtener ventaja. El empleo del equipo sUAS debe tener esto en cuenta y planificar una acción sostenida y persistente para mantener una situación de deterioro para el enemigo. Al mismo tiempo, una presión sostenida sin *un enfoque concreto* conduce a un enfoque más lento y orientado al desgaste, que el enemigo puede igualar o simplemente eludir mediante un enfoque asimétrico propio. Por lo tanto, el empleo eficaz del equipo sUAS incluye la priorización, la flexibilidad, los acuerdos de C2, el posicionamiento y el mantenimiento para permitir operaciones sostenidas y de gran volumen con capacidades de respuesta orientadas al enemigo para centrar y reorientar los esfuerzos donde sea necesario.

¹⁸ Este debate proviene del Escuadrón de Intervención Rápida Adaptativa de la Academia Naval de los Estados Unidos (USNA), «Manual de empleo de la sección UAS».

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE INTEGRACIÓN AÉREA Y DE SUPERFICIE DE LOS sUAS

La doctrina para integrar los sUAS, los fuegos de precisión orgánicos (OPF), la aviación tripulada, la defensa aérea de corto alcance (SHORAD) y la guerra cinética y electrónica (EW) contra los sUAS sigue evolucionando. Si bien la resolución de conflictos entre todas estas capacidades es sencilla —en un extremo, por ejemplo, podemos dejar en tierra todos los sUAS mientras operamos la aviación tripulada—, su *integración* no solo es totalmente factible, sino también absolutamente necesaria para obtener cualquier ventaja en el campo de batalla. Por lo tanto, en esta sección se revisan los principios tradicionales de integración del espacio aéreo, se tratan las medidas de control de apoyo de fuego (FSCM) y las medidas de control del espacio aéreo (ACM) existentes en lo que se refiere a la integración de los sUAS, y se presentan varios métodos de integración nuevos específicos para los sUAS que han demostrado su eficacia en los últimos años.

COMPRENSIÓN DE LOS RIESGOS DE LOS sUAS EN EL ESPACIO AÉREO VERTICAL Y HORIZONTAL

Antes de continuar, es importante señalar que los sUAS que operan en las proximidades de las fuerzas terrestres no suelen aumentar los riesgos para la aviación tripulada más allá de los que ya plantean las municiones superficie-superficie GCE. La figura 9 compara los riesgos verticales y horizontales que presentan los sistemas de armas sUAS y GCE comunes ¹⁹. Como se muestra, los sUAS actuales operan dentro de las zonas de riesgo que ya presentan los morteros y los misiles guiados antitanque (ATGM). Ya integramos esas armas con la aviación tripulada todo el tiempo, por lo que, con el mismo nivel de cuidado y experiencia profesionales, podemos hacer lo mismo con nuestros sUAS.

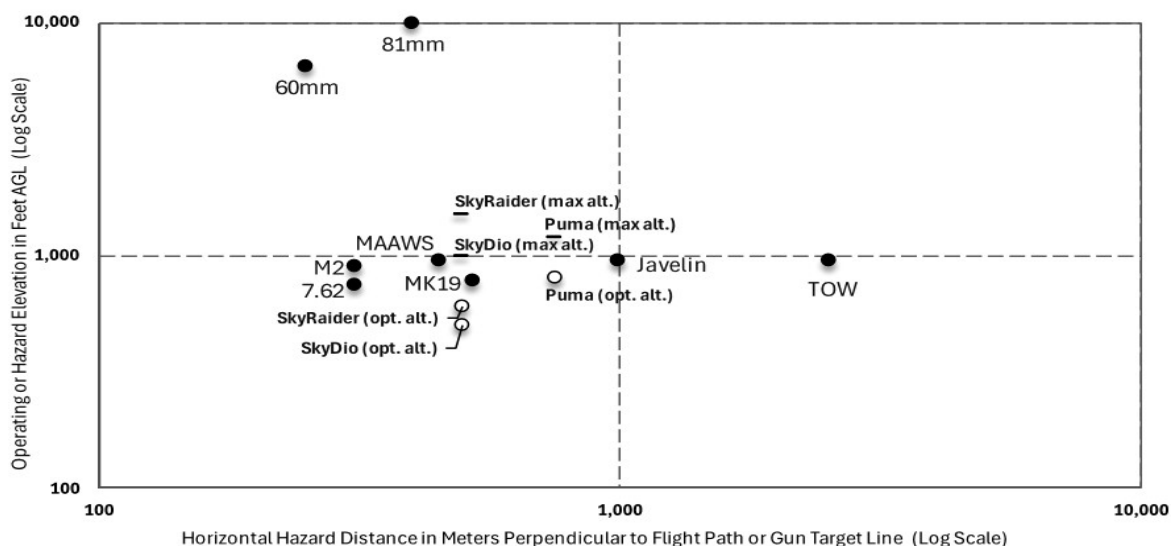


Figura 9. Distancias de peligro verticales y horizontales para los sistemas de armas GCE y sUAS.

¹⁹ Tenga en cuenta que tanto los valores horizontales como los verticales se representan en escalas logarítmicas. «Alt. máx.» y «alt. óptima» se refieren a la altitud máxima de vuelo (pies AGL) y a la altitud óptima para un uso normal, respectivamente. La información sobre los sistemas de armas se aplica a las políticas de entrenamiento para zonas de peligro en superficie con probabilidades de escape de 10^{-6} contenidas en el Folleto 385-63 del Departamento del Ejército sobre seguridad en campos de tiro y en la Guía de bolsillo sobre seguridad en campos de tiro del USMC, edición 1.1 de febrero de 2024. Las «distancias de peligro» de los sUAS son proporcionadas por el Batallón de Entrenamiento Avanzado de Infantería - Este (AITB-E) basándose en un minuto completo de vuelo errático (no intencionado) a la velocidad máxima del sistema. El AITB-E no tiene constancia de ningún informe de vuelo horizontal errático por parte del SkyDio o el SkyRaider.

MEDIDAS DE COORDINACIÓN DE APOYO DE FUEGO

Los sUAS pueden ampliar considerablemente el alcance de fuego orgánico de las unidades terrestres, lo que requiere algunos ajustes en los esquemas tradicionales de FSCM. Las MAGTF que luchan dentro de una fuerza operativa conjunta (JTF) suelen preocuparse por que la **línea de coordinación de fuego de apoyo (FSCL)** de la JTF pueda estar situada demasiado adelante para el alcance de los activos de fuego de superficie orgánicos. Esto puede proporcionar al enemigo un refugio entre el alcance máximo de los fuegos indirectos de apoyo y la FSCL, por debajo del cual la aviación no puede actuar libremente sin la coordinación del propietario del AO. Por esta razón, las MAGTF suelen establecer una **línea de coordinación del campo de batalla (BCL)**, un FSCM permisivo entre la **línea de fuego coordinada (CFL)** y la FSCL que permite a la aviación de la MAGTF atacar objetivos terrestres sin la aprobación de un comandante GCE.²⁰

El despliegue de pequeños drones de ataque amplía considerablemente el alcance orgánico del GCE y, junto con la artillería de cohetes, puede eliminar la necesidad de BCL en situaciones en las que los drones del GCE pueden alcanzar el FSCL, quizá incluso adelantando aún más el FSCL. Por lo tanto, es posible que solo se necesite un BCL MAGTF cuando el alcance y/o la cantidad de drones de ataque GCE sean insuficientes para negar al enemigo un refugio entre el alcance de los fuegos de superficie y el JTF FSCL (Figura 10). Sin embargo, a medida que se amplía el alcance de los sistemas de armas GCE, también puede aumentar la necesidad de medidas de control del espacio aéreo, como las rutas de tránsito (que también se muestran en la figura 10 y se analizan más adelante en este capítulo), que proporcionan corredores predefinidos para que la aviación tripulada alcance FSCM permisivos muy por delante de las unidades amigas.

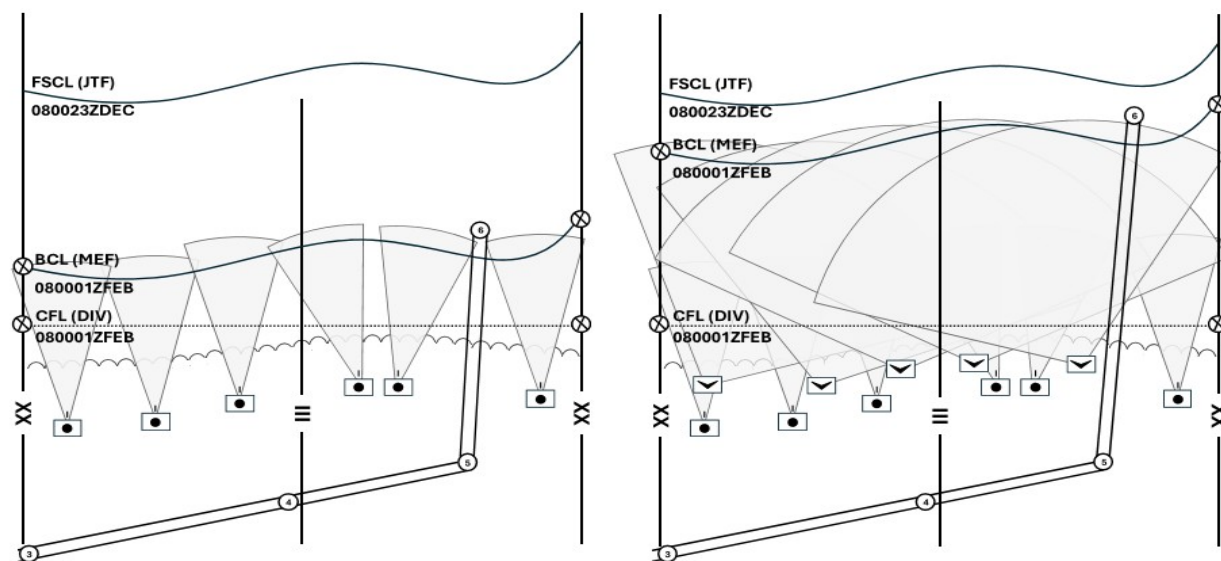


Figure 10. Example MAGTF BCL without (Left) and with (Right) GCE RSTA and strike sUAS.

MEDIDAS DE CONTROL DEL ESPACIO AÉREO ()

Aunque es casi seguro que los sUAS GCE cumplirán gran parte de los requisitos anteriores para el apoyo aéreo cercano (CAS) de la aviación tripulada, también es cierto que seguirá siendo necesario integrar tanto los sUAS como la aviación tripulada en las proximidades de las fuerzas terrestres, los fuegos en superficie y entre sí. A continuación se presentan varias TTP para integrar la aviación tripulada con un gran volumen de sistemas no tripulados.

El uso de ACM para sUAS permite a la Fuerza de Tarea Aeroterrestre de la Marina (MAGTF) mantener su preferencia, en línea con sus capacidades de control del espacio aéreo y nuestra filosofía de combate, por una combinación de procedimientos y los

²⁰Véase la Publicación Conjunta 3-09 Apoyo de Fuego Conjunto; también MCWP 3-31 Fuego y Efectos de la Fuerza de Tarea Aeroterrestre de la Infantería de Marina.

Métodos de control terminal (positivo) necesarios para apoyar a nuestras fuerzas terrestres.²¹ El Cuerpo de Marines y las TTP conjuntas proporcionan métodos tradicionales para la resolución de conflictos procedimentales por **altitud, separación lateral y tiempo**.²² En general, se prefiere la resolución de conflictos por altitud con otros UAS y aeronaves tripuladas, ya que es la menos restrictiva en términos de empleo efectivo de sUAS, especialmente con alcances de sensores y tiempos de vuelo limitados. Cuando es necesario el desconflicto lateral, es probable que estas limitaciones lleven a los comandantes a buscar esquemas de separación relativamente estrechos. Pero, ya sea mediante esquemas de resolución de conflictos por altitud o laterales, los operadores de sUAS deben ser muy competentes —no puede haber ninguna duda sobre sus conocimientos y habilidades— y mantener un estricto cumplimiento de las ACM activas. El control procedimental requiere que todos los activos de aviación, incluidos los sUAS, comprendan y se adhieran a los procedimientos y medidas de control establecidos y promulgados, incluidas las medidas de control de apoyo de fuego.

Siempre que sea posible, los ACM para sUAS deben estar vinculados a características reconocibles del terreno. Este principio se deriva de las configuraciones actuales de la mayoría de los sistemas de control de sUAS, que carecen de la capacidad de recibir e integrar superposiciones digitales del espacio aéreo. Las características identificables del terreno permiten a los operadores de sUAS dedicar menos tiempo a comprobar la posición actual de su sistema en la cuadrícula con otro mapa o tableta. También ayudan a proteger contra los efectos de las interferencias o el spoofing del GPS enemigo. A medida que se implementan sUAS con capacidades de superposición digital y sistemas GPS más resistentes, este principio puede volverse anacrónico, pero para la mayoría de los sistemas sUAS que están ahora en manos de los marines, se recomienda encarecidamente utilizar características reconocibles del terreno.

Los marines del GCE deben comprender que la mayoría de los ACM no pueden establecerse de forma unilateral, a menos que la unidad del GCE sea propietaria de la totalidad del espacio aéreo en el que se va a colocar el ACM. En su lugar, los ACM deben ser establecidos por el elemento de control del espacio aéreo correspondiente al espacio aéreo afectado. Esto se lleva a cabo normalmente mediante una orden diaria de control del espacio aéreo (ACO), pero también es posible el establecimiento dinámico de ACM a través del elemento de control del espacio aéreo. Los procedimientos específicos variarán, pero los equipos de sUAS deben planificar generalmente la coordinación de nuevos ACM a través del oficial aéreo de su batallón o regimiento.

Altitud de coordinación, nivel de coordinación y altura de coordinación ()

Las altitudes de coordinación (CA) y los niveles de coordinación (CL) son ACM conjuntos existentes; *una altura de coordinación (CH) es un nuevo ACM propuesto para los sUAS*.

Altitud de coordinación. Una CA proporciona una demarcación entre diferentes entidades de coordinación del espacio aéreo. Entre los ejemplos de entidades de coordinación del espacio aéreo se incluyen los centros de operaciones de apoyo aéreo, los servicios de tráfico aéreo, la artillería de defensa aérea, los centros de mando aéreo táctico de la Marina y los centros de apoyo aéreo directo.²³ Con alcances y altitudes operativas limitadas, actualmente es poco probable que los sUAS transiten entre espacios aéreos controlados por diferentes entidades de coordinación del espacio aéreo.

Nivel de coordinación. Un CL se utiliza para separar las aeronaves de ala fija (FW) y de ala giratoria (RW) determinando una altitud por debajo de la cual las aeronaves de ala fija normalmente no vuelan.²⁴ Los CL publicados proporcionan una «cobertura» para evitar conflictos entre las operaciones de FW y RW en un espacio aéreo determinado.

Altura de coordinación para sUAS. El concepto de CH deriva del CL; proporciona una altitud por debajo de la cual las aeronaves RW normalmente no volarán (a menos que se coordine a través de otros ACM y/o control terminal) con el fin de proporcionar un espacio aéreo sin conflictos para los sUAS. Una CH establecida a 400 pies sobre el nivel del suelo (AGL), por ejemplo, podría proporcionar una resolución general de conflictos entre los sUAS y los RW en toda una AO; luego podría ser sustituida por áreas específicas de coordinación del espacio aéreo (ACA) que se extienden hasta el nivel del suelo y en las que no se permitiría volar a los sUAS. El uso de un CH limitará significativamente las tácticas de RW a baja altitud en el área cubierta, por lo que es mejor emplearlas cuando los sUAS superan en número a las aeronaves tripuladas que vuelan a baja altura y cuando

²¹ Para un análisis de los métodos de control positivo frente a los procedimentales, véase MCWP 3-25 *Control de aeronaves y misiles*, 3-3 a 3-8.

²² Véase la Publicación Conjunta 3-52 *Control Conjunto del Espacio Aéreo*.

²³ JP 3-52, III-6

²⁴ JP 3-52, B-B-12.

Esas aeronaves tripuladas no requieren un alto grado de flexibilidad en sus rutas ni capacidad para responder a amenazas. En todos los casos, los límites laterales de un CH solo deben extenderse hasta donde sea necesario.

Rutas de tránsito y puntos de control e

Las rutas de tránsito (TR) pueden proporcionar una resolución de conflictos tanto laterales como de altitud con otras aeronaves. El Cuerpo de Marines ya las utiliza ampliamente para operaciones RW a través del espacio aéreo de las unidades de avanzada.²⁵ Pueden definirse por una sola altitud o un intervalo vertical, y seguir puntos de control (CP) preestablecidos en la zona de avanzada.²⁶ Las TR no solo facilitan la resolución de conflictos entre aeronaves y fuego terrestre, sino que también ayudan a identificar los sUAS amigos y enemigos. Es muy probable que los alcances limitados impidan que la mayoría de los sUAS utilicen las TR designadas para aeronaves más grandes; sin embargo, en los casos en que se compartan las TR y/o los CP, se debe utilizar un CH para la resolución de conflictos de altitud. Según los procedimientos operativos estándar actuales de la Armada y el Cuerpo de Marines, las rutas de tránsito reciben el nombre de las abreviaturas de los estados de EE. UU. (por ejemplo, «VT») y los puntos de control pertenecientes a esas rutas reciben números sucesivos (por ejemplo, 1, 2, 3).²⁷ Los puntos de control se representan en las superposiciones de mapas con un círculo. En el caso de los sUAS, las TR y los CP deben corresponder casi siempre con elementos identificables visualmente en el terreno. Los puntos de referencia fácilmente reconocibles, como terrenos prominentes, edificios, puentes, carreteras, ríos, líneas eléctricas, etc., facilitan la orientación visual rápida y la navegación para los operadores de sUAS.

Zonas de operaciones restringidas y coordinación del espacio aéreo Áreas de control de tráfico aéreo ()

Zonas de operación restringida. Las ROZ son espacios aéreos reservados para actividades específicas en las que se restringen las operaciones de uno o más usuarios del espacio aéreo. Las ROZ pueden establecerse para restringir la operación de aeronaves tripuladas cerca de sUAS, lo que se denomina «áreas de aeronaves no tripuladas»²⁸, o para restringir la entrada de sUAS en un área donde operan aeronaves tripuladas (por ejemplo, **zonas de recogida de apoyo de asalto**). Cuando no se ha establecido un CH, las ROZ suelen ser la solución «estándar» actual para evitar conflictos entre los sUAS y las aeronaves tripuladas. La experiencia demuestra que su construcción, que a menudo implica amplios conflictos laterales con otras aeronaves, tiende a reflejar la preocupación de los planificadores aéreos por la capacidad de los operadores de sUAS para cumplir de forma fiable los estrictos controles procedimentales. El resultado suele ser una integración subóptima de los sUAS en los planes generales de incendios y recolecciones. *A medida que el número de sUAS en funcionamiento aumenta significativamente, los planificadores deben rechazar el uso de un pequeño número de ROZ de tamaño limitado como enfoque estándar para la integración de los sUAS y la aviación tripulada.*

Áreas de coordinación del espacio aéreo. Al igual que las ROZ, las ACA son bloques tridimensionales del espacio aéreo que se utilizan para evitar conflictos, pero se diferencian en que especifican dónde es *seguro* volar para una aeronave, mientras que una ROZ designa lo contrario. Las ACA se aplican normalmente en áreas objetivo para coordinar incendios de superficie de gran volumen y apoyo aéreo cercano (CAS). Al evitar conflictos entre aeronaves RW y FW entre sí y con los incendios en superficie, proporcionan áreas y bloques de altitud para que las aeronaves amigas puedan operar con seguridad. **Las áreas de espera (HA) y las posiciones de combate (BP) de RW son ejemplos comunes en el Cuerpo de Marines de ACA formales.** El propósito de las ACA, maximizar la integración de los incendios aéreos y en superficie en un área objetivo, las hace más adecuadas para la mayoría de los escenarios que requieren la resolución de conflictos con sUAS.

²⁵Véase Marine Aviation Weapons and Tactics Squadron One (MAWTS-1), *Tactical Air Control Party Tactical Standard Operating Procedures* (TACP TACSOP) de enero de 2025, p. 16, para un análisis de los marcos del espacio aéreo para los batallones de infantería.

²⁶ JP 3-52, C-3. Algunos planificadores de sUAS han propuesto las rutas de tránsito *a baja altura* (LLTR) como medida de control preferida; las LLTR son un subconjunto de las TR, también destinadas originalmente a aeronaves tripuladas, pero no están bien definidas. Según JP 3-52, las LLTR son «un corredor temporal de dimensiones definidas establecido en la zona de avance para minimizar el riesgo para las aeronaves amigas por parte de las defensas aéreas o las fuerzas de superficie amigas» (C-3). Esta definición es exactamente la misma que se da a las TR. Si bien la referencia añade que las LLTR pueden ser «bidireccionales» sin especificar lo mismo para las TR, estas últimas también pueden ser bidireccionales, aunque no se recomienda para ninguna de las dos y, en tales casos, se requiere una estricta resolución de conflictos de altitud. Por su parte, la principal referencia del Cuerpo de Marines en materia de control del espacio aéreo, MCWP 3-25, incluye una mención a las LLTR (y no a las TR), pero nunca las define, mientras que NTTP 3-22.5 *USMC Assault Support Tactical SOP (ASTACSOP)* de enero de 2023 (Modificación 1, abril de 2023) no menciona ni las TR ni las LLTR, sino que se refiere simplemente a «rutas». Dada la evidente ambigüedad sobre cómo se diferencian realmente las LLTR de las TR, este documento se ciñe a la denominación general de TR.

²⁷ NTTP 3-22.5, 1-9.

²⁸ JP 3-52, C-5.

Áreas de permanencia y posiciones de tareas de los sUAS (sistemas aéreos no tripulados pequeños)

Las áreas de permanencia y las posiciones de tarea de los sUAS son ACM modeladas a partir de **las HA** y **BP** de los aviones RW. **Las HA** no sirven para restringir a los aviones de ataque a patrones específicos de observación o espera, sino para proporcionar un espacio aéreo alejado de las amenazas enemigas, los fuegos amigos, las unidades adyacentes y el terreno intermedio, con el fin de permitir una buena observación de la zona objetivo. ²⁹**Las BP** proporcionan una libertad similar a los aviones para seleccionar los puntos de disparo óptimos y sirven para evitar conflictos con los fuegos y otros aviones. Los fundamentos que sustentan estos ACM se aplican naturalmente a los cuadricópteros y quizás también a otros sUAS de giro cerrado. ³⁰

Posiciones de tarea de los sUAS. Al igual que los BP, las posiciones de tarea (TP) simplifican la resolución de conflictos entre el apoyo de los sUAS y **las líneas de tiro (GTL)**, las fuerzas terrestres amigas y otros aviones. Pueden ser especialmente útiles para posicionar los sUAS para la vigilancia aérea, el ajuste de rondas o el lanzamiento de municiones en el espacio de batalla cerca de tropas amigas y otros aviones. Facilitan la realización de las tareas previstas y permiten la confirmación visual (LOS) del posicionamiento de los vehículos aéreos (y el enlace descendente de video del sensor) por parte de los controladores avanzados. Las TP pueden aplicarse con mayor frecuencia para RSTA y drones de ataque bidireccionales cuando el controlador avanzado necesita ejecutar rápidamente ataques iniciales, simultáneos o de seguimiento con drones, o para mantener una cobertura continua del sensor del dron ISR mientras se llevan a cabo ataques RW o ataques con drones de ataque unidireccionales. En estos casos, los últimos activos suelen desactivarse del TP utilizando rumbos de ataque finales.

Áreas de permanencia de sUAS. Las áreas de permanencia (LA), al igual que las HA, ayudan a garantizar una adecuada resolución de conflictos con otras aeronaves y fuegos en superficie, al tiempo que mantienen posiciones cercanas al área objetivo. Cuando se combinan con posiciones de tarea, proporcionan espacio aéreo para mantener temporalmente a los vehículos aéreos alejados de la aviación tripulada o de los incendios, lo que permite a los controladores coordinar planes de acción para el empleo integrado con otros activos sobre el objetivo o el área de combate. Dado que las LA están más alejadas del espacio aéreo sobre la zona objetivo en comparación con las TP, permiten un empleo menos restrictivo de otros activos cuando los drones se posicionan en ellas. También proporcionan un medio rápido y fácil de coordinar para reposicionar los drones que deben ser retirados del espacio aéreo de la zona objetivo. Al igual que las HA, también sirven para posicionar los vehículos aéreos fuera del alcance de las contramedidas enemigas, pero lo suficientemente cerca como para ejecutar rápidamente misiones en apoyo de las fuerzas terrestres. Por último, pueden utilizarse si se sabe o es probable que las interferencias amigas interfieran con los sUAS amigos. En ese caso, la fuerza terrestre puede mantener los sUAS en la LA hasta que puedan suspender temporalmente las interferencias y permitir que los sUAS amigos ejecuten su apoyo desde un TP designado.

Convenciones para el uso de LA y TP. El establecimiento de LA y TP diferirá del de HA y BP en los siguientes aspectos.

Tamaños. Los HA y los BP suelen construirse como cuadrados de 3 km x 3 km para una sección de H-1, con un espacio aéreo que se extiende desde la superficie hasta un techo establecido. Las dimensiones de los LA y los TP no deben superar normalmente los 500 m x 500 m para los FW sUAS y los 100 m x 100 m para los cuadricópteros. Los LA de los cuadricópteros suelen ser mucho más pequeños, quizás de 10 m x 10 m, para permitir una verificación visual más fácil del posicionamiento (un controlador delantero tendrá menos espacio aéreo que escanear) y una integración más estrecha con otros activos. Los LA y los TP también suelen incluir techos mucho más bajos que los HA y los BP de RW para permitir una mayor integración con otras aeronaves (véase: **Coordinación de la altura**).

Nombres. Mientras que **las HA** reciben nombres de mujeres y **las BP** reciben nombres de animales (empezando por serpientes), **las LA** reciben nombres de *cigarrillos* y **las TP** reciben nombres de *insectos*. ³¹

²⁹ JP 3-09.3, III-85.

³⁰ Por ejemplo, los sistemas que forman parte del programa Organic Precision Fires (OPF) del Cuerpo de Marines. El concepto de empleo (CONEMP) del OPF del Servicio incluye «municiones merodeadoras (LM) HA» y «LM BP». Anticipándose a la posible confusión entre las tripulaciones aéreas, los operadores de sUAS y los controladores avanzados a la hora de diferenciar entre HA y BP de RW y LM, este manual designa dichos ACA para sUAS/OPF como LA y TP. Véase HQMC, CD&I, «Organic Precision Fires Concept of Employment», A-29.

³¹ El uso de nombres masculinos para las ACA puede presentar algunos conflictos con otros códigos abreviados comunes, como «JACK» (persona aislada), «MIKE» (referencia a minutos) y «MICKEY» (utilizado para marcas de tiempo). Del mismo modo, algunos nombres de insectos (por ejemplo, «HORNET») también pueden introducir confusión si se utilizan para los ACA. Los planificadores de sUAS deben evitar el uso de nombres que ya se emplean comúnmente como códigos abreviados u otras referencias.

Posicionamiento. Al igual que con todos los ACM de sUAS, es mejor vincular los LA y los TP a características del terreno fácilmente reconocibles para facilitar la orientación visual rápida de los operadores y los controladores de avanzada.

Puntos de contacto aéreo ()

Un punto de contacto es una medida de control táctico terrestre habitual; este documento propone su adaptación como ACM para su uso cuando hay sUAS enemigos y los sUAS amigos no están equipados con capacidades de identificación amigo-enemigo ⁽³²⁾. **Un punto de contacto aéreo (ACP) proporciona una ubicación y altitud para que un sUAS se «conecte» con las fuerzas amigas apoyadas mediante procedimientos de reconocimiento lejano/cercano con el operador y/o el sistema.** Al dirigirse a un punto de contacto aéreo planificado y mantenerse allí hasta que se confirme el «enlace», los sUAS amigos pueden identificarse más fácil y seguramente como tales. Estos enlaces pueden evitar que los vehículos aéreos sean derribados por fuerzas amigas y favorecen una integración más estrecha de la guerra electrónica, con ventanas locales de «apagado del zumbador» sincronizadas con mayor precisión para los tránsitos de vehículos aéreos amigos. Cerca de las zonas objetivo, los ACP pueden combinarse con LA para controlar la entrada en el espacio aéreo controlado por el frente.

Muros calientes y porciones de pizza ()

Las «muros calientes» y las «porciones de pizza» proporcionan métodos de resolución rápida de conflictos en el espacio aéreo para municiones superficie-superficie y municiones merodeadoras ³³. Sirven como ROZ de fácil comunicación que cubren las trayectorias de vuelo de estas municiones desde el lanzador hasta el objetivo, lo que permite el cierre y la reapertura rápidos del espacio aéreo afectado. También pueden utilizarse para todo tipo de sUAS, y su principal ventaja es la facilidad de difusión rápida a los controladores del espacio aéreo y a las tripulaciones. Ambos son métodos «excepcionales» debido a las severas restricciones que imponen al espacio aéreo afectado, y solo deben utilizarse cuando sea absolutamente necesario antes de la siguiente actualización de la ACO.

Muros calientes. Los muros calientes se definen por un punto de inicio, un punto final, un techo y una anchura.³⁴ Para la mayoría de los sUAS, incluidos los drones de ataque actuales, los techos no deben superar los 500 a 1000 pies AGL. Las anchuras no deben superar los 300 metros, salvo cuando sea absolutamente necesario para maniobras adicionales.

Porciones de pizza. Las porciones de pizza se definen por un punto de inicio o lanzamiento, una distancia, un techo y un ángulo. Este tipo de ROZ apresurada forma un triángulo sobre el terreno afectado, y el ángulo especificado produce una mayor anchura cuanto más lejos se encuentra del punto de lanzamiento. Por ejemplo, una longitud de 10 kilómetros y un ángulo de 5 grados producirán una anchura de 872 metros (436 metros a cada lado de la línea designada) en su extensión más lejana, mientras que un ángulo de 20 grados para la misma distancia producirá una anchura de 3473 metros. Las porciones de pizza pueden ser útiles para reservar espacio aéreo adicional alrededor del objetivo previsto, al tiempo que se minimizan las restricciones del espacio aéreo más cercano al punto de lanzamiento. Sin embargo, al igual que las paredes calientes, deben mantenerse lo más pequeñas posible y utilizarse solo cuando no se disponga de otros métodos de resolución de conflictos de forma inmediata.

Metodología de la caja de destrucción ()

Descripción general. Las zonas de ataque preestablecidas pueden proporcionar una integración y una resolución de conflictos altamente flexibles, de rápida implementación y fácil coordinación entre los fuegos aéreos y terrestres en un espacio de batalla dinámico. Una zona de ataque es una medida tridimensional de control aéreo y de fuegos, que consiste en un FSCM permisivo superpuesto con un ACM asociado. Utilizadas para facilitar la integración de la aviación y los fuegos sobre un área objetivo, las zonas de exclusión reducen los pasos de coordinación durante la ejecución, ya que todos los requisitos de navegación, autorización de fuegos, sincronización y otras medidas de resolución de conflictos se cumplen con la activación de la zona de exclusión preplanificada y precoordinada. Una zona de exclusión también puede tener ACM adicionales preplanificadas en su interior para integrar y resolver aún más los conflictos entre los fuegos aéreos y terrestres.³⁵

Estados y tipos de kill boxes. Las kill boxes se caracterizan por sus dimensiones y estados. En primer lugar, una kill box puede estar *activa* o *inactiva*. El elemento de control del espacio aéreo controla este estado y, por lo general, asigna una kill box

³² El MAWTS-1 también prescribe puntos de contacto para el tránsito seguro de aeronaves tripuladas entre las agencias de control. Véase MAWTS-1 TACP TACSOP, p. 19.

³³ *Ibid.*, pp. 24-25 y 31.

³⁴ *Ibid.*, p. 31.

³⁵ Véase MCRP 3-31.4 *Tácticas, técnicas y procedimientos multiservicio para la planificación y el empleo de zonas de ataque*; véase también FM 3-09 *Apoyo de fuego y operaciones de artillería de campaña*, apéndice B.

coordinador (KBC) para gestionar una zona de ataque activa. Las zonas de ataque activas tienen además estados *de fuego* y *espacio aéreo*. El *estado de fuego* de una zona de ataque puede ser *caliente* o *frío*, y las zonas de ataque calientes permiten todos los fuegos sin necesidad de coordinación adicional. El *estado del espacio aéreo* de una zona de combate puede ser *abierto* o *cerrado*, permitiendo las zonas de combate *abiertas* la operación de aviación tripulada en su interior, ya sea en su totalidad o dentro de segmentos designados (ACA). Las zonas de combate frías y cerradas simplemente requieren coordinación con el KBC para el fuego y la entrada de aviación, respectivamente. Por último, las zonas de combate se establecen como *azules* o *moradas*; se trata de una designación, no de un estado, y no suele cambiar durante el establecimiento de la zona de combate. Una zona de exclusión *azul* se extiende desde un *techo* de altitud determinado hasta la superficie, mientras que una zona de exclusión *púrpura* está limitada por un *suelo* establecido por encima de la superficie. Por debajo de este suelo, no se permite el paso de la aviación. Los misiles y proyectiles pueden transitar por debajo de este suelo sin necesidad de coordinación adicional, pero solo pueden aterrizar dentro de las zonas de exclusión *activas*. La tabla 2 resume estos estados, mientras que la figura 11 ofrece una representación gráfica.

		Estado del espacio aéreo	
		ABIERTO	CERRADO
Estado de fuegos	ACTIVO	Los fuegos y sus efectos no requieren más coordinación con el cuartel general del comandante de la zona de operaciones. Se permite el uso de aeronaves previa coordinación.	Los fuegos y sus efectos no requieren coordinación adicional con el cuartel general del comandante de la zona de operaciones. Se prohíbe el uso de aeronaves.
	FRÍO	Los fuegos y sus efectos requieren coordinación. Se permiten aeronaves con coordinación.	Los fuegos y sus efectos requieren coordinación. Prohibido el uso de aeronaves.

Tabla 2. Fuegos de la zona de destrucción y estados del espacio aéreo según FM 3-09.

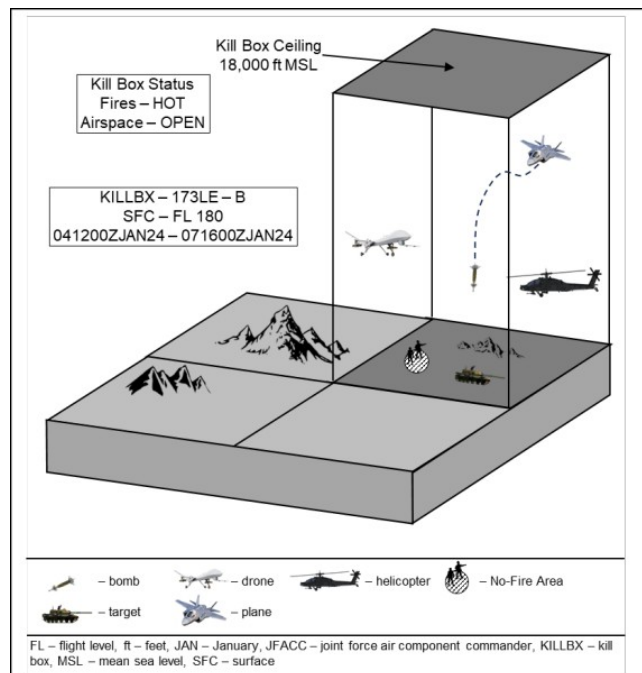


Figura 11. Ejemplo de implementación de zona de destrucción del FM 3-09.³⁶

Consideraciones para el empleo de zonas de destrucción con sUAS. Cuando están equipadas con un gran número de drones RSTA y de ataque de largo alcance, las unidades GCE pueden beneficiarse del establecimiento de zonas de destrucción púrpuras más allá de la

³⁶ El MCRP 3-31.4 proporciona diagramas adicionales que ilustran de forma útil los diferentes tipos y estados de las kill boxes. Sin embargo, esa referencia está marcada como CUI, por lo que esos diagramas no se incluyen aquí.

FSCL, junto con enlaces de comunicación robustos con un KBC, que facilitan la coordinación rápida de los fuegos y las autorizaciones del espacio aéreo en apoyo de operaciones sUAS de gran volumen. Sin embargo, la implementación de kill boxes para sUAS puede requerir los siguientes ajustes con respecto a las kill boxes tradicionales.

Establecimiento de la autoridad, volumen del espacio aéreo y delimitaciones laterales de la zona de combate. Una unidad solo puede establecer una zona de ataque en el espacio aéreo que posee y puede controlar y, al igual que todas las ACM planificadas previamente, una zona de ataque debe incluirse en el ACO para su distribución a todos los participantes en el espacio aéreo. Aunque las zonas de ataque se delimitan tradicionalmente de forma horizontal tomando como referencia el sistema de referencia de área global (GARS) basado en la latitud y la longitud, es posible que este enfoque no sea adecuado para anchuras y profundidades mucho menores asociadas al espacio aéreo controlado por GCE. Una segmentación más pequeña del espacio de batalla de una unidad también puede ser beneficiosa, ya que permite una rápida y fácil comprensión de la resolución de conflictos entre las operaciones de ataque de los sUAS y las maniobras terrestres, al proporcionar FSCM y ACM planificados previamente que cubren una amplia gama de posibilidades para el desarrollo de las operaciones (véase el ejemplo de la figura 12).³⁷ Para las unidades que establecen kill boxes principalmente para la coordinación de sUAS de gran volumen, también pueden ser preferibles los límites basados en características reconocibles del terreno.

Funciones del coordinador de la zona de ataque. El KBC resuelve los conflictos en el espacio aéreo dentro de una zona de ataque, controla la entrada y salida de aeronaves y proporciona rutas y seguridad de vuelo. El KBC suele trabajar para un coordinador SCAR, y ambas funciones suelen ser desempeñadas por tripulaciones aéreas. Con comunicaciones suficientes entre todos los equipos sUAS, la función KBC para una zona de exclusión aérea orientada a sUAS podría ser desempeñada por un equipo de drones RSTA suficientemente entrenado, un controlador avanzado o un FSCC.³⁸ El desempeño de las funciones de coordinador SCAR (GSCAR) con base en tierra por parte de las unidades GCE se analiza más adelante en este capítulo.

Integración de sUAS y aviación tripulada. Existen varias opciones para ayudar a evitar conflictos entre la aviación tripulada y los sUAS dentro de las kill boxes. La más compleja, aunque con un largo historial, es implementar ACA adicionales dentro de la kill box. Otra opción (no doctrinal en este momento) es utilizar las designaciones tradicionales *azul* y *morado* como *estados* conmutables de los teclados de las zonas de destrucción, y no como una característica permanente asociada al establecimiento de la zona de destrucción.³⁹ Con esta opción, un CH se activa cuando el teclado es MORADO y se desactiva cuando el teclado es AZUL. Una tercera opción, la más sencilla, es incluir los sUAS con los estados *caliente* y *frío* asociados a los incendios en superficie. Por lo tanto, un teclado CLOSED HOT se convierte en uno en el que se permiten todos los incendios en superficie y las operaciones con sUAS, y en el que las aeronaves tripuladas solo pueden entrar con una coordinación adicional.

³⁷ Aunque el MCRP 3-31.4 especifica el uso del Sistema de Referencia de Área Global (GARS) para las zonas de ataque conjuntas, no hay ninguna razón práctica por la que las unidades terrestres no puedan utilizar una base lateral alternativa dentro de su espacio aéreo.

³⁸ La^{1ª} División de Infantería de Marina aún no ha probado esta propuesta en un escenario de entrenamiento real, pero la sugiere aquí como una vía para futuros experimentos. Véase la nota sobre «El camino a seguir» al final de este manual.

³⁹ Reiteramos: esta opción sería una *adaptación* de la doctrina actual y no debe confundirse con *el statu quo* de la doctrina actual.

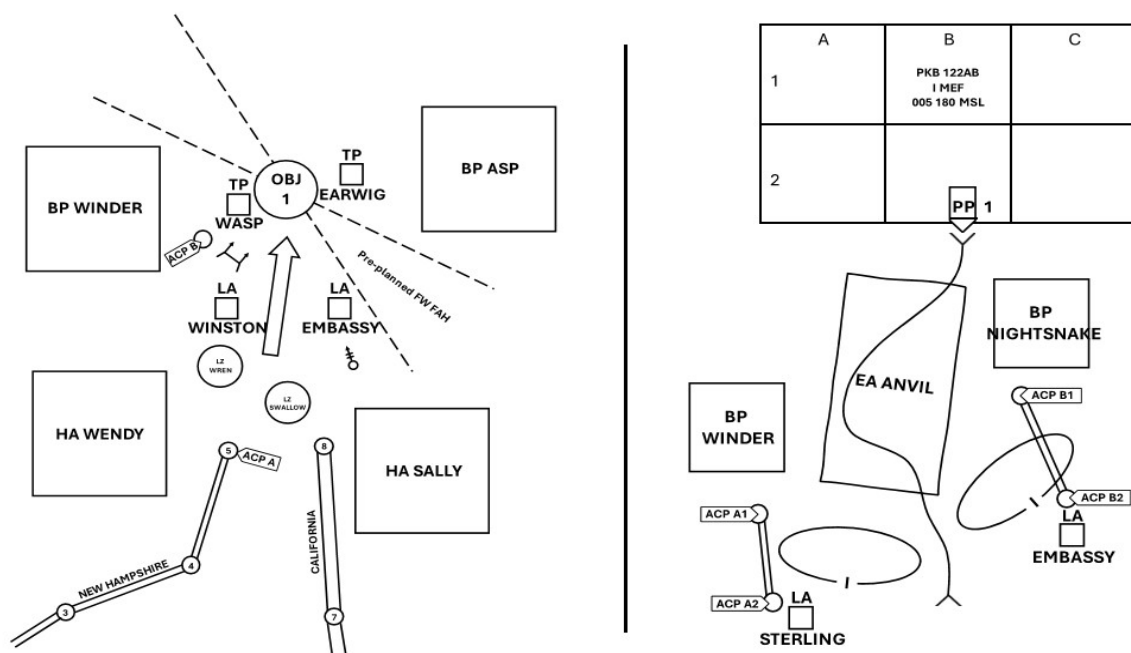


Figura 12. Ejemplos de aplicaciones de ACM sUAS para ataque (izquierda) y defensa (derecha).

Controles terminales de los sistemas de control aéreo

En un espacio aéreo denso y dinámico sobre una zona objetivo, y especialmente cuando las fuerzas amigas se encuentran muy próximas, los controles procedimentales por sí solos no serán suficientes para permitir una integración segura y eficaz de múltiples aeronaves y organismos de fuego. En tales situaciones, se requiere una forma de control positivo denominado control *terminal*. Aunque en general son más restrictivos que los controles procedimentales, **los métodos de control terminal pueden maximizar la integración del fuego y la recolección en el campo de batalla**. Pero también requieren que los operadores de sUAS mantengan estrictamente comunicaciones fiables con los controladores de ataque terminal sobre el terreno, ya sean JTAC o controladores aéreos avanzados (FAC(A)), que controlan positivamente las aeronaves en la zona de avanzada.⁴⁰ La falta de formación y planificación para la integración completa de los sUAS con la «pila» crea riesgos innecesarios, impide una integración óptima y probablemente dará lugar a un desperdicio de recursos.

Dirección de ataque final

Las direcciones de ataque final (FAH) pueden facilitar el reconocimiento amigo-enemigo de los sUAS por parte de las fuerzas terrestres, reducir en gran medida el riesgo de fuego amigo por parte del operador del sUAS contra posiciones amigas, mitigar los daños colaterales y evitar conflictos entre los ataques de los sUAS o los lanzamientos aéreos desde líneas de fuego activas. Las FAH deben utilizarse normalmente para los sUAS siempre que se empleen municiones. Aunque el lanzamiento de municiones desde sUAS suele consistir en lanzamientos desde directamente sobre el objetivo (a diferencia de los misiles, cohetes o balas lanzados desde un avión antes de alcanzar el objetivo), los FAH pueden seguir proporcionando un grado de libertad útil a los operadores de sUAS que emplean un perfil de ataque preferido, al tiempo que ayudan a garantizar que las municiones lanzadas demasiado pronto o demasiado tarde caigan lejos de las fuerzas amigas. Sin embargo, como todas las restricciones, los FAH no deben utilizarse cuando no sean necesarios.⁴¹

⁴⁰ Para más detalles sobre las responsabilidades del JTAC y el FAC(A), véase la Publicación Conjunta 3-09.3 *Apoyo Aéreo Cercano Conjunto*, cap. V.

⁴¹ JP 3-09.3, II-76.

"Permanecer por debajo" y "por encima" de las altitudes

Las altitudes mínimas evitan conflictos entre las operaciones de los sUAS y otras aeronaves y/o líneas de tiro de artillería. Al igual que con otras aeronaves, las restricciones de altitud mínima no deben utilizarse generalmente para evitar conflictos con fuego de mortero, aunque en el caso de los sUAS, la posibilidad de colisiones en el aire con proyectiles cortos puede ser menos preocupante. Por otra parte, las altitudes mínimas pueden utilizarse para evitar conflictos entre un sUAS y otro sUAS o, en determinados casos (normalmente solo con sUAS FW), con aeronaves RW tripuladas. Más comúnmente, las altitudes mínimas pueden utilizarse para mantener los sUAS por encima de los riesgos de rebote vertical que presentan las municiones de superficie, como las ametralladoras medianas o pesadas ⁴².

Distancia de separación horizontal

Cuando no sea posible lograr una separación adecuada en altitud, una distancia de separación de un punto o una línea definida (por ejemplo, una coordenada norte o este) puede proporcionar la desconexión necesaria. En algunos casos, la «distancia» puede ser cero: «manténgase al norte de MSR Boston» es también un ejemplo de este tipo de restricción. Sin embargo, dado el alcance limitado de los sensores y los tiempos de vuelo de la mayoría de los sUAS, es probable que la separación lateral plantee retos importantes para un empleo eficaz y debe evitarse en la medida de lo posible.

TTP ADICIONALES DE MANDO Y CONTROL

La aplicación satisfactoria de las medidas de integración y resolución de conflictos mencionadas anteriormente requerirá una comunicación oportuna y eficaz entre todos los actores de una zona objetivo: es decir, los elementos de maniobra, los controladores del espacio aéreo, las tripulaciones aéreas, la autoridad de aprobación de fuegos y los propios operadores de sUAS. A continuación se ofrecen algunas consideraciones y TTP para integrar plenamente a los operadores de sUAS con estos otros participantes en el espacio aéreo.

Operaciones con sUAS, Autoridades

En general, la aprobación de las operaciones con sUAS en un espacio de combate determinado debe delegarse al nivel más bajo posible. El AO y el propietario del espacio aéreo deben utilizar CH y otros ACM para apoyar la máxima flexibilidad para las operaciones sUAS continuas y de guardia en toda su zona de operaciones. Cuando se requiera una integración más estrecha (como sobre una zona objetivo), la aprobación de todas las operaciones sUAS en el espacio aéreo asociado debe recaer en el propietario de la «pila», ya sea un FAC/JTAC o un FAC(A). ⁴³ Y cuando se empleen sUAS para efectos específicos contra el enemigo (ya sean cinéticos o no cinéticos), la aprobación de la misión y/o la liberación de efectos recaerá normalmente en la autoridad de combate asociada.

Red de Control táctico de drones

En la configuración más simple para el empleo de cierre directo o cierre remoto, un solo operador de sUAS puede estar ubicado junto con el elemento de maniobra y el JTAC como parte del equipo de apoyo de fuego (FiST) del primero. En este caso, las operaciones del sUAS pueden coordinarse en persona entre el elemento de maniobra y el controlador del espacio aéreo, con aeronaves tripuladas a través de redes **de dirección aérea táctica (TAD)** y con los organismos de extinción de incendios a través de la red **de coordinación de apoyo de fuego (FSC)** y/o las redes **de conducción de fuego (COF)**. La complejidad aumenta cuando uno o más operadores de sUAS están separados del FAC/JTAC u otro controlador del espacio aéreo, especialmente cuando se encuentran fuera del alcance de radio de las redes TAD UHF. Incluso cuando se encuentran dentro del alcance UHF, los requisitos de coordinación entre las fuerzas de maniobra, el operador de sUAS y el FAC/JTAC pueden saturar una red TAD común. Por lo tanto, las unidades deben establecer una **red de control táctico de drones (TDC)** separada y de mayor alcance (por ejemplo, HF, VHF o SATCOM) (Figura 13) para coordinar un mayor volumen de operaciones de sUAS entre los elementos de maniobra, los operadores de sUAS, los FiST/JTAC y los centros de coordinación de apoyo de fuego (FSCC).

⁴²Véase el folleto DA 385-63 *Range Safety* para conocer las distancias de peligro vertical de las municiones de superficie. Tenga en cuenta que la referencia expresa estas distancias en metros, lo que para los operadores de sUAS normalmente requerirá la conversión a pies sobre el nivel del suelo (AGL).

⁴³Véase JP 3-09.3, V-57.

Controladores tácticos de drones

Independientemente de si se utiliza una red de radio nueva o existente, las unidades también deben considerar la posibilidad de asignar personal adicional de control de sUAS/FPV a sus FiST y/o emparejar a dicho personal con sus FAC/JTAC (Figura 13). Denominados TDC, estos miembros del personal ayudan a los controladores de fuego y aéreos a desarrollar y aprobar planes de integración y contribuyen a mantener el control y la resolución de conflictos de las operaciones de sUAS. En la mayoría de las situaciones, trabajan directamente para el FAC/JTAC. Los FSCC de batallón también pueden replicar esta estructura con un coordinador de drones que se comuniquen con los TDC de avanzada en nombre del oficial aéreo del batallón. En la 1.ª División de Marines, el Batallón de Apoyo de Fuego (FSB) asigna a este personal a las unidades apoyadas junto con otro personal de apoyo de fuego.

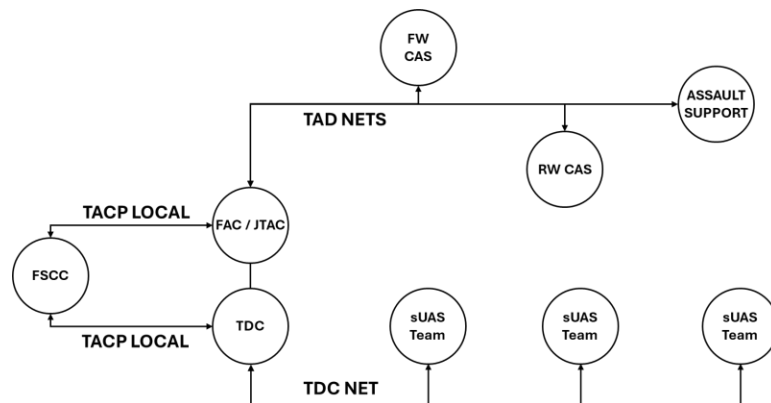


Figura 13. Ejemplo de comunicaciones del TACP con los equipos TDC y sUAS.

Procedimientos de coordinación de ataques y reconocimiento

A medida que las unidades GCE comienzan a operar docenas o cientos de drones RSTA y de ataque, la necesidad de coordinar los efectos deseados entre muchos equipos sUAS puede verse facilitada por la adopción de TTP SCAR modificadas ⁴⁴. Los métodos SCAR C2 actuales están diseñados para tripulaciones aéreas, pero pueden servir de referencia para un proceso de interdicción optimizado que combine los efectos de las armas con los objetivos en un área geográfica específica. Las unidades o equipos a los que se les asigna una función SCAR terrestre (GSCAR) ejecutan este proceso, controlando otras múltiples plataformas ISR y de ataque, para destruir de manera eficaz y eficiente los objetivos y llevar a cabo el BDA. Utilizando estas TTP, las unidades equipadas con drones RSTA y capaces de proporcionar información en tiempo real sobre los objetivos a los equipos de drones de ataque pueden desempeñar una función de coordinador GSCAR. Cualquier operación más allá de un BCL o FSCL requiere la integración con el plan de apoyo aéreo profundo del MAGTF o JTF, pero las operaciones de selección de objetivos dentro del propio espacio de batalla de una unidad también pueden realizarse utilizando TTP GSCAR con capacidades orgánicas y de apoyo.

Este manual aún no cubre las TTP específicas de GSCAR, pero ofrece las siguientes consideraciones para las unidades GCE que adoptan métodos SCAR tanto para operaciones de reconocimiento armado con sUAS como con sUAS mixtos y aviación tripulada.

Responsabilidades y facultades del coordinador GSCAR. El coordinador GSCAR es responsable de la persecución eficaz de los objetivos prioritarios en una zona definida con los medios de apoyo. El coordinador GSCAR ejerce el control de los sensores y los medios de fuego para cumplir los requisitos de INVESTIGAR, OBJETIVO y SMACK; tiene la facultad de establecer y ajustar las medidas de coordinación para cumplir los requisitos de integración; y cuenta con el apoyo del KBC cuando trabaja en una zona de ataque.

Para cumplir con estas responsabilidades y ejercer las facultades asociadas, el coordinador GSCAR debe tener la capacidad de resolver conflictos entre los recursos dentro del espacio aéreo asignado; coordinar las tareas de búsqueda, fijación, seguimiento, selección de objetivos, ataque y evaluación (F2T2EA); evaluar las amenazas a los recursos de apoyo; realizar o asignar tareas de reconocimiento y transmitir información sobre los objetivos; determinar la correspondencia adecuada entre armas y objetivos; integrar los recursos de apoyo (con terminal de

⁴⁴ MCRP 3-20D.1 Coordinación de ataques y reconocimiento (SCAR).

orientación a las aeronaves según sea necesario); y recibir y transmitir los traspasos del campo de batalla. El desempeño de estas funciones requiere una comunicación sólida con todos los equipos de sensores y de ataque.

Ninguna de las tareas enumeradas anteriormente requiere *necesariamente* que las tripulaciones aéreas las realicen sobre una zona objetivo, aunque eso se da a entender claramente en la referencia doctrinal. Sin embargo, dentro de los límites del espacio aéreo GCE, los controladores avanzados y los FSCC tienen un claro potencial para adoptar métodos SCAR optimizados —y cumplir con las tareas de coordinador GSCAR— tanto con sUAS como con plataformas de aviación tripuladas.

TIPOS DE EMPLEO DE sUAS Y MÉTODOS DE INTEGRACIÓN DEL ESPACIO AÉREO

En este capítulo se han presentado una amplia variedad de métodos de integración aérea y terrestre que pueden aplicarse a los sUAS. No todos los métodos serán necesarios o comunes para los cuatro tipos de empleo de los sUAS. Para ayudar a distinguirlos, la tabla 3 ofrece ejemplos de los controles y autoridades más probables para cada tipo de empleo de los sUAS. Los distintos niveles de integración del espacio aéreo requeridos en los diferentes tipos de empleo deben servir de base para los programas de formación y las evaluaciones de la preparación del equipo de sUAS para ejecutar misiones en las diferentes formas de empleo.

		Tipos de apoyo a la misión			
		DIRECTA		CERCA	
Tipos de navegación operativa	INMEDIATO	Empleo inmediato-directo		Empleo inmediato cercano	
		<u>Ejemplo</u> <i>Una escuadra emplea RSTA y/o drones de ataque en su frente inmediato mientras se acerca a un objetivo o repele un ataque enemigo.</i>	<u>Ejemplo de controles de procedimiento</u> - Límite del AO - Fase/línea de activación - Línea de fuego restringida - Altura de coordinación	<u>Ejemplo</u> <i>Un equipo sUAS apoya a un pelotón que asalta una posición enemiga con ataques con drones de corto alcance contra los equipos de armas tripuladas del enemigo.</i>	<u>Ejemplo de controles de procedimiento</u> - Límite del AO - Líneas de fase (vinculadas a RED) - Altura de coordinación
		<u>Ejemplo de aprobación del líder de pelotón</u>	<u>Ejemplos de controles positivos</u> Observar el dron desde el lanzamiento hasta el objetivo.	<u>Ejemplo de aprobación del comandante de la unidad apoyada (por negación)</u>	<u>Muestra de controles positivos</u> - Seguimiento de trazas de plomo - Rumbo final de ataque
	REMOTO	Empleo remoto directo		Empleo cercano remoto	
		<u>Ejemplo</u> <i>Un equipo sUAS utiliza RSTA y drones de ataque para localizar y atacar objetivos prioritarios en una zona designada alejada de las fuerzas amigas y fuera del campo de visión de los controladores.</i>	<u>Ejemplo de controles procedimentales</u> - Límite del AO - Línea de coordinación de apoyo de fuego - Línea de fuego coordinado - Muro caliente / Porción de pizza - Zona de eliminación - Altura de coordinación - Rutas de tránsito	<u>Ejemplo</u> <i>Un equipo sUAS utiliza RSTA y/o drones de ataque desde BLOS para apoyar a una compañía de fusileros en contacto con el enemigo.</i>	<u>Controles de procedimiento de muestra</u> - Límite del AO - Líneas de fase (vinculadas a RED) - Altura de coordinación - Rutas de tránsito - Áreas de espera - Posiciones de tareas
		<u>Ejemplo de aprobación sUAS</u> Equipo Líder de unidad SCAR Tripulación aérea GSCAR Célula Coordinador de la zona de ataque	<u>Controles positivos de muestra</u> - Puntos de contacto aéreos	<u>Aprobaciones de muestras</u> Líder de unidad de apoyo (aprobación positiva)	<u>Controles positivos de muestra</u> - Punto de contacto aéreo - Seguimiento de trazas de plomo - Correlación del objetivo - Rumbo de ataque final - Permanecer por debajo/mantener la distancia

Tabla 3. Métodos comunes de integración del espacio aéreo y autoridades según el tipo de empleo de los sUAS.

CAPÍTULO 3

CONSIDERACIONES PARA LA PLANIFICACIÓN DEL EQUIPO DE SUAS

Este capítulo proporciona consideraciones clave de planificación para los equipos de sUAS y las unidades que los emplean. Abarca las características operativas de los sUAS del Cuerpo de Marines más utilizados, consideraciones para la organización y el posicionamiento de las tareas del equipo de sUAS, y listas de verificación para la planificación y ejecución de misiones.

CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS SUAS

La tabla 4 ofrece una comparación de las características operativas seleccionadas de los sUAS más utilizados actualmente por el Cuerpo de Marines. Los líderes deben tener en cuenta las capacidades de los sistemas disponibles, los requisitos logísticos y los rangos de frecuencia al formular planes para su empleo. Tenga en cuenta que los rangos de los sensores y de funcionamiento, junto con la autonomía de vuelo, pueden variar significativamente en función de la temperatura, los vientos y la altitud.

SISTEMA	CARGAS ÚTILES	AUTONOMÍA TÍPICA (min.)	ALCANCE DE VUELO (km)	ALCANCE DEL SENSOR DIURNO (km)	ALCANCE DEL SENSOR NOCTURNO (km)	BATERÍAS POR SISTEMA (cantidad)	BATERÍAS POR VUELO (cantidad)	DIMENSIONES DE LA(S) CAJA(S) (pulgadas)	FRECUENCIAS (Mhz)
SKYDIO	- EO/IR (BOSON-320)	30	10	2,0	0,8	4	1	(2) 16 x 12 x 8	1813-1867
ANAFI	- EO/IR/LWIR (BOSON-320)	25	8	2,5	0,6	3	1	(2) 16 x 12 x 8	2400 / 5000
ARCHER	- 5LB ANTI-PERS. / ARMADURA	25	20	1,0	--	1	1	(1) 10 x 10 x 5	5800 variable
SKYRAIDER	- EO/IR (ZOOM HD 30) - LWIR (STORMCASTER-T) - 7LB DE CARGA ÚTIL	30	5	5,0	1,2	12	4	(1) 58 x 17 x 10 (1) 30 x 20 x 15 (2) 20 x 16 x 8	900-922
PUMA	- EO/IR (I-MANTIS 45) - LWIR (I-MANTIS 45) - SILENT ECHO	90	20	3,0	1,0	4	1	(2) 58 x 17 x 10 (1) 30 x 23 x 16	Banda M1: 1625-1725 (OCONUS) Banda M2: 1755-1850 (CONUS) Banda MS: 2030-2106 (CONUS / OCONUS)
TRV-150	- 150LB TIERRA/CAÍDA	36	8-45	N/A	N/A	4	1	(2) 48 x 54 x 22	Banda L (BLOS) Banda 915 (LOS)

Tabla 4. Factores de planificación seleccionados para los sUAS comunes del Cuerpo de Marines.

ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO SUAS Y POSICIONAMIENTO DEL EQUIPO SUAS

Organización del equipo sUAS

Los operadores de sUAS pueden estar adscritos a elementos de maniobra, destinados al apoyo directo de otra unidad o asignados por separado como equipos «cazadores-asesinos». En todos los casos, el comandante debe tener en cuenta lo siguiente a la hora de determinar si se debe organizar un equipo en torno a uno o varios operadores de sUAS y cómo hacerlo.

Las consideraciones comienzan con el hecho de que los operadores de sUAS normalmente deben permanecer estáticos (o en un vehículo) mientras vuelan. En el caso de las unidades desmontadas en movimiento, es probable que el operador de sUAS se separe del cuerpo principal. Por lo tanto, los líderes deben asegurarse de que el operador de sUAS esté equipado con comunicaciones eficaces y tenga un conocimiento profundo del esquema de maniobra de la unidad. En el caso de las unidades que se detienen o se mantienen en su lugar, puede ser beneficioso separar físicamente al operador (o al menos su estación de control terrestre (GCS) que emite radiofrecuencia (RF)) de otros posibles objetivos del enemigo. Teniendo en cuenta estas consideraciones, los líderes deben considerar la posibilidad de organizar a los operadores de sUAS con el siguiente personal y capacidades.

Jefe del equipo de sUAS. El jefe del equipo de sUAS debe ser alguien en quien confíe el jefe de la unidad apoyada, que posea un profundo conocimiento del esquema de maniobra y que sea responsable del cumplimiento de la misión del equipo de sUAS. Este líder también puede ayudar a servir como **navegante** y **operador de carga útil** para el piloto del sUAS, manteniéndolo

Orientarse correctamente sobre las posiciones amigas y enemigas, asegurarse de que el vehículo aéreo se dirija al lugar previsto, confirmar la correlación de objetivos y supervisar/operar cualquier control especializado de la carga útil. (Nota: estas funciones requieren un auricular/controlador adicional).

Otros operadores de sUAS. Ya sea para RSTA en capas o para combinar uno o más sistemas RSTA con uno o más drones de ataque, los equipos de sUAS se benefician de la presencia de varios operadores que apoyan la misma misión. El empleo de drones de ataque se beneficia significativamente de la combinación con operadores de drones RSTA.

Especialistas en comunicaciones. Es probable que los equipos de sUAS proporcionen información importante y urgente, y puede que sea necesario que cambien rápidamente de una tarea a otra. Por ambas razones, los líderes deben considerar la posibilidad de emparejar a los operadores de sUAS con operadores de radio dedicados para ayudar a garantizar unas comunicaciones fiables. Los equipos de sUAS también pueden beneficiarse del apoyo de los análisis de línea de visión (LOS) de RF, algo para lo que están entrenados los marines de comunicaciones.¹ Este «análisis SPEED», que suele realizarse con un software denominado Systems Planning, Engineering, and Evaluation Device (SPEED), puede ser fundamental para seleccionar las posiciones adecuadas y determinar si las nuevas tareas pueden realizarse desde una ubicación determinada. Como alternativa secundaria al software SPEED especializado, los equipos de sUAS también pueden utilizar la herramienta «viewshed» integrada en el software Tactical Assault Kit (TAK).

Manipuladores de explosivos. Si otros miembros del equipo no están entrenados en la manipulación y el embalaje de materiales explosivos para ojivas de drones de ataque, entonces se debe incluir en el equipo a una o más personas con estas habilidades.

Operadores de sistemas de inteligencia de señales y/o guerra electrónica. Este personal puede ayudar a identificar interferencias enemigas, estimar la ubicación del enemigo y proteger al equipo sUAS de ataques entrantes.

Conductores y vehículos. Los vehículos pueden permitir operaciones sUAS en movimiento y facilitar un rápido reposicionamiento entre vuelos. También permiten la recarga de baterías sobre la marcha. Por estas razones, los operadores de sUAS y las tripulaciones de los vehículos deben entrenarse juntos regularmente para dominar los procedimientos de selección de emplazamientos, emplazamiento y camuflaje, y desplazamiento.

Escuadrones de morteros. Especialmente si no están equipadas con sUAS de ataque, las unidades pueden considerar la posibilidad de organizar parte o la totalidad de sus capacidades de fuego indirecto bajo un destacamento equipado con sUAS para proporcionar efectos disruptivos inmediatos contra las fuerzas enemigas que amenacen el esquema de maniobra terrestre.

Posicionamiento del equipo de sUAS y Protección

Los líderes de unidad deben considerar deliberadamente dónde y cuándo posicionar sus equipos sUAS para apoyar su plan de maniobra. Se aplican las siguientes consideraciones.

Ocultación. Es probable que los equipos de sUAS sean un objetivo prioritario para el enemigo. Las mejores posiciones proporcionan ocultación visual, térmica y de radiofrecuencia frente a los sensores enemigos. La ocultación térmica puede proporcionarla el follaje o la infraestructura, mientras que la ocultación de radiofrecuencia se consigue mejor con la intervención del terreno. Además, los equipos de sUAS deben aplicar técnicas de gestión de la firma de radiofrecuencia, como antenas direccionales, salto de frecuencia y emisiones de baja potencia⁴⁵.

Línea de visión. En tensión con el deseo de ocultación, los equipos de sUAS también necesitan ubicaciones que admitan comunicaciones en línea de visión con sus vehículos aéreos. Esta tensión puede resolverse en parte separando a los operadores de su estación de control terrestre (GCS) con cables extendidos, estableciendo nodos de retransmisión y utilizando controles de vehículos aéreos de fibra óptica, cuando estén disponibles. Como se ha comentado anteriormente, los líderes también deben aprovechar los análisis SPEED para determinar las oportunidades de LOS. Estos análisis pueden realizarse a la inversa, seleccionando áreas de interés para ver todo el terreno que podría soportar vuelos de sUAS en esas áreas. Cabe destacar que los líderes también pueden utilizar estos productos para determinar lo que el enemigo podría detectar desde sus posiciones.

⁴⁵Véase el *Manual de antenas* MCRP 8-10B.11 para obtener directrices sobre la selección, construcción y orientación eficaces de las antenas.

Navegación. Los operadores de sUAS dependen en gran medida de puntos de referencia visibles para navegar. Cuando no hay características reconocibles del terreno, los operadores dedicarán más atención y tiempo a verificar su posición y orientación. Por lo tanto, la selección del emplazamiento debe tener en cuenta la facilidad con la que los operadores podrán navegar visualmente hacia los objetivos y las zonas de interés.

Dispersión. Dado el alto valor de los objetivos y la firma relativamente alta que pueden tener los equipos de sUAS y sus operaciones, los líderes deben considerar la posibilidad de separar estos equipos de otros elementos de su unidad.

Comunicaciones. A veces en tensión con la dispersión, los líderes también deben considerar sitios que apoyen comunicaciones confiables entre el equipo sUAS y las fuerzas a las que apoyará. El análisis SPEED también puede ser útil aquí. Los líderes también deben tratar de maximizar el uso de comunicaciones de alta frecuencia (HF), que funcionan mejor en terrenos compartimentados y son más difíciles de localizar por el enemigo.

Apoyo logístico. Los equipos sUAS generan importantes necesidades de baterías, que pueden satisfacerse mediante intercambios o colocándolos junto a fuentes de energía. Por lo tanto, la selección del emplazamiento debe apoyar los medios por los que el equipo sUAS mantendrá las baterías listas, además de otros requisitos logísticos.

Desplazamiento y operaciones de seguimiento. Los líderes deben considerar en qué medida un sitio permitirá un desplazamiento rápido (ya sea programado, bajo demanda o como parte de un plan de contingencia) y si facilita el traslado oportuno a los sitios de seguimiento, según sea necesario.

Como parte de la selección y el establecimiento de cada emplazamiento, el jefe del equipo sUAS establece un punto de reunión objetivo (ORP), lleva a cabo un reconocimiento de liderazgo, elabora e informa a su equipo sobre el plan de ocupación del emplazamiento y las contingencias, y supervisa la ocupación y la configuración adecuadas de los emplazamientos de lanzamiento y control.

REQUISITOS DE PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE MISIONES SUAS

Consideraciones de planificación de misiones del sUAS

Los equipos de sUAS, ya sea que realicen RSTA, ataques, reabastecimiento o cualquier otra tarea, deben tener en cuenta lo siguiente al determinar cómo llevar a cabo una misión asignada.⁴⁶

1. Situación

a. Terreno y clima

- 1) Puntos de referencia destacados y características del terreno. Útiles para la navegación del sUAS y la colocación del ACM.
- 2) Cobertura LOS RF y terreno intermedio. *Necesario para el posicionamiento del equipo sUAS.*
- 3) Temperaturas, vientos, nubosidad y precipitaciones actuales y previstas. Fundamental para planificar ventanas operativas y evaluar los efectos sobre el rendimiento.
- 4) Efectos evaluados sobre las operaciones terrestres, aéreas y de guerra electrónica propias y enemigas. *¿Cómo afectarán el terreno y las condiciones meteorológicas a otros sistemas y capacidades?*

b. Enemigo

- 1) Ubicaciones y puntos de interés conocidos y sospechosos del enemigo. Incluya marcas de tiempo para las últimas ubicaciones/disposiciones reportadas.
- 2) Orden de batalla (OOB) del enemigo y plantillas de situación (SITEMPs). Utilícelas para estimar dónde pueden estar posicionadas otras unidades/capacidades enemigas no reportadas.
- 3) TTP de gestión de firmas. *¿Cómo se esconde el enemigo y qué debe buscar el equipo sUAS?*

⁴⁶Véase MCRP 3-20D.1 *Coordinación de ataques y reconocimiento*, apéndice B («Guía de briefing de misión») para otro ejemplo de consideraciones de planificación que pueden ser apropiadas para muchas misiones sUAS.

-
- 4) Técnicas, tácticas y procedimientos (TTP) del CUAS. Qué esperar cuando se prevé interferencia. Incluye actualizaciones de las medidas de guerra electrónica (EW).
 - 5) MLCOA y MDCOA evaluados. ¿Qué acciones enemigas se esperan?

c. Amigas

- 1) Posiciones de las unidades amigas, esquema de maniobra terrestre y medidas de control táctico. *Incluir marcas de tiempo en todas las ubicaciones de las unidades y TCM notificadas.*
- 2) Plan de apoyo de fuego; medidas de apoyo de fuego y control del espacio aéreo (FSCM/ACM). ¿Qué tareas esenciales de apoyo de fuego (EFST) se están realizando? ¿Qué organismos de fuego están apoyando a qué unidades de maniobra? ¿Qué FSCM y ACM están en vigor?
- 3) Orden de tareas aéreas (ATO). Salidas previstas en/cerca de la zona de operaciones durante las próximas 24-48 horas; instrucciones especiales adicionales (SPINS) y ACM previstas.
- 4) Orden de coordinación del espacio aéreo (ACO) y autoridades de control (TACC, FSC, FAC/JTAC). *¿Quién controla qué espacio aéreo?*
- 5) Plan de gestión del espectro. *¿Quién opera en qué frecuencias?*
- 6) Operaciones adyacentes de sUAS. Misiones/relaciones de apoyo, ubicaciones y asignaciones de frecuencias.

2. Misión

- a. Intención del comandante y nivel de riesgo aceptable.
- b. Requisitos de información prioritarios y plan de recopilación.
- c. Lista de objetivos priorizados y matriz de orientación para el ataque. (Para equipos de ataque).
- d. Reglas de combate, instrucciones especiales y limitaciones de daños colaterales.

3. Ejecución

a. Consideraciones del plan de búsqueda de reconocimiento

- 1) Recopilaciones/prioridades de objetivos e información sobre el último momento útil (LTIOV).
- 2) Ubicaciones previstas de los objetivos.
- 3) Alcances estimados de detección de sensores (vehículo aéreo y enemigo).
- 4) Coberturas RF LOS a las altitudes operativas deseadas.
- 5) Selección de la carga útil, peso e impacto en el tiempo de vuelo.
- 6) Evitación/mitigación de amenazas.
- 7) Medidas de control del espacio aéreo.
- 8) Patrones de búsqueda óptimos y sostenibles.

b. Consideraciones sobre el plan de ataque.

- 1) Ubicación(es) prevista(s) del objetivo y priorización (incluida por fase/tiempo).
- 2) Capacidades, limitaciones y disposiciones de los sensores enemigos.
- 3) Capacidades y limitaciones de los sensores de los vehículos aéreos.
- 4) Coberturas RF LOS a las altitudes operativas deseadas/punto de impacto.
- 5) Plan de señalización/seguimiento ISR.
- 6) Medidas de control del espacio aéreo y plan de retención/resolución de conflictos.
- 7) Weaponeeing: carga útil y entrega/lanzamiento para lograr los efectos deseados.
- 8) Impactos del peso de la carga útil y el tiempo de vuelo.
- 9) Planes de evaluación de daños y nuevo ataque.

c. Consideraciones de navegación (entrada/salida).

- 1) Medidas de control del espacio aéreo que incluyen rutas de tránsito preestablecidas, puntos de referencia, puntos de contacto, zonas de espera y posiciones de tarea.
- 2) Selección de puntos de referencia físicos y puntos de referencia.
- 3) Coberturas RF LOS a lo largo de las rutas deseadas.

-
- 4) Tiempo de vuelo y tiempo en estación para la misión asignada; normalmente no debe exceder el 85 % de la autonomía estimada.
 - 5) Evitación/mitigación del fuego amigo/EW.

d. Contingencias

- 1) Pérdida de enlace.
- 2) Agotamiento de la batería.
- 3) Fallo en el armado de la carga útil.
- 4) Desplazamiento rápido.
- 5) Retirada de emergencia.
- 6) Activación de emergencia del ROZ (desviación no planificada del sUAS).
- 7) Abortar procedimientos.

4. Logística

- a. Plan de gestión de baterías.
- b. Disponibilidad de piezas de repuesto y capacidad de mantenimiento sobre el terreno.

5. Mando y control

- a. Autoridades.
- b. Requisitos de comunicaciones con unidades adyacentes, apoyadas y/o superiores.
- c. Vías de comunicación (PACE).
- d. Criterios GO / NO-GO / ABORT.

Condiciones previas a la misión Comprobaciones de e

Antes del lanzamiento, el equipo del sUAS normalmente confirmará que se cumplen las siguientes condiciones. Es responsabilidad del líder de la unidad dirigir las condiciones necesarias de GO, NO-GO y ABORT para las operaciones del sUAS en apoyo de la misión de la unidad, y él/ella puede modificar, restar o añadir lo siguiente.

1. Se ha recibido y comprendido **la situación actual de las fuerzas amigas** (ubicación de las unidades, esquema de maniobras, TCMS/FSCM/ACM activos).
2. Se ha recibido y comprendido **la situación actual del enemigo** (ubicaciones y disposiciones conocidas/presuntas).
3. Se ha recibido y comprendido **la información recopilada y/o el plan de adquisición de objetivos**.
4. Tareas esenciales actuales de apoyo de fuego, lista de objetivos priorizados y matriz de orientación de ataque recibidas y comprendidas.
5. **Plan de comunicaciones** actual recibido, comprendido, viable y comprobado/confirmado en todas las redes necesarias.
6. Se han recibido, comprendido y se pueden respaldar **las reglas de combate y las limitaciones de daños colaterales** actuales.
7. **Plan de navegación** ensayado y comprendido por el equipo sUAS; recibido por las unidades adyacentes/apoyadas según sea necesario.
8. **Los ACM** necesarios están activos; los posibles ACM interferentes no están activos.
9. **Los niveles de preparación/disponibilidad** cumplen los criterios para el lanzamiento: vehículos aéreos, estaciones de control en tierra, baterías y cargas útiles.
10. **Las condiciones meteorológicas** cumplen los criterios para el lanzamiento.

Condiciones del sistema: comprobaciones previas al lanzamiento

El equipo sUAS normalmente realizará las siguientes comprobaciones en sus vehículos aéreos y estaciones de control en tierra antes del lanzamiento. El cumplimiento de estos criterios de lanzamiento del sistema servirá para evaluar la condición n.º 9 en las «Comprobaciones de las condiciones de la misión» anteriores.⁴⁷

Antes de encender/emítir. El equipo del sUAS realiza las siguientes comprobaciones antes de encender el vehículo aéreo y la estación de control en tierra.

Vehículo aéreo y carga útil

1. Rotores: Las hélices no presentan astillas, grietas ni otros daños.
2. Estructura: El chasis/cuerpo no presenta grietas, astillas ni otros daños.
3. Componentes electrónicos: Fijados al chasis (todos los tornillos apretados); todas las conexiones de cables bien asentadas o soldadas.
4. Carga útil: La cámara no presenta polvo, otras obstrucciones ni daños. Los dispositivos de armado no presentan daños y (si procede) superan las pruebas integradas (BIT). Los dispositivos de caída no presentan daños y están conectados de forma segura a las cargas útiles de caída.
5. Batería: No presenta abultamientos, grietas ni otros daños, incluidos los conectores.

Estación de control en tierra

6. Baterías: Sin abultamientos, grietas ni otros daños.
7. Antenas: Sin daños.

Mientras se alimenta/emite. Las siguientes comprobaciones requieren que el vehículo aéreo y la estación de control terrestre estén encendidos y transmitiendo entre sí.

Estación de control en tierra

8. Configuración:
 - a) Puntos de control / otros ACM, geovalla, punto de reunión / ubicación de la zanja y otros ajustes de navegación y contingencia introducidos correctamente.
 - b) Configuración de la frecuencia del transceptor introducida correctamente y sin conflictos.
9. Calibraciones: Se ha adquirido la posición GPS (GCS y dron); la orientación del giroscopio se ha configurado correctamente; las ubicaciones de despegue/aterrizaje son correctas.
10. Estados:
 - a) Las lecturas de la batería del GCS y del dron indican que hay suficiente autonomía para la misión.
 - b) Las lecturas del estado de la carga útil son correctas y cumplen las condiciones para la misión.

Vehículo aéreo y carga útil

11. Motores: Mantenga el dron en su sitio y aplique poca potencia a los motores. Observe si funcionan de manera uniforme.
12. Transceptores: Las entradas de control (rotores, cámara, otras cargas útiles) se envían desde el GCS al dron. La señal de vídeo se envía desde el dron al controlador/pantalla.
13. Carga útil: Las cámaras responden a las entradas de control. Los dispositivos de armado responden a las entradas de control y se colocan en la configuración correcta. Los dispositivos de lanzamiento responden a las entradas de control.

⁴⁷ Estas comprobaciones se basan en los programas de formación desarrollados en las Actividades de Formación y Apoyo Logístico (TALSA) del Comando de Sistemas Aéreos Navales (NAVAIR).

CAPÍTULO 4

MÉTODOS DE COORDINACIÓN ESTÁNDAR PARA SUAS

La integración de las operaciones con sUAS en diferentes unidades, o incluso dentro de la misma unidad, requiere que los marines utilicen una gramática común para el empleo de los sUAS. Este capítulo proporciona formatos estándar para coordinar ataques, solicitar entregas logísticas y organizar traspasos de vehículos aéreos. Estos formatos llenan los vacíos donde actualmente no existen plantillas doctrinales; son el resultado del desarrollo y perfeccionamiento por parte de múltiples unidades durante los últimos dos años.

RESUMEN DE LA ACCIÓN DE ATAQUES CON DRONES DE COMBATE

A continuación se desarrolla una plantilla para planificar y coordinar ataques con drones de ataque unidireccionales o bidireccionales. Dadas las limitaciones de la mayoría de los sistemas, puede ser necesaria una coordinación detallada para garantizar que el plan de ataque logre lo siguiente:

- Evitar la identificación errónea y el ataque al vehículo aéreo por parte de fuerzas amigas.
- Evitar conflictos con los efectos de la guerra electrónica amiga.
- Evitar conflictos con operaciones de aviación tripulada.
- Tiempo para apoyar la cobertura continua RSTA del objetivo durante el ataque.
- La trayectoria de vuelo permite la comunicación directa entre el operador y el vehículo.
- La trayectoria de vuelo minimiza la detección enemiga y el ataque de sistemas aéreos de combate (CUAS).
- La trayectoria de vuelo facilita la navegación en primera persona del operador hacia los objetivos.
- La trayectoria de vuelo y el control terminal garantizan que el operador identifique los objetivos correctos.
- La trayectoria de vuelo proporciona tiempo de batería suficiente para que el vehículo aéreo adquiera el objetivo.
- Para los drones de ataque bidireccionales: el plan de ataque también debe permitir el regreso del vehículo aéreo (teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores) para su recarga y relanzamiento.

Un formato adecuado para las instrucciones y solicitudes facilitará una comunicación sencilla, clara y eficaz de lo anterior, al tiempo que ayudará a proteger a las fuerzas amigas de posibles incidentes de fuego amigo. Hay varias opciones disponibles. Los marines suelen utilizar tres tipos diferentes de formatos de instrucciones y solicitudes para integrar el fuego de apoyo: *centrado en el objetivo*, *centrado en las fuerzas amigas* y *solicitud de fuego*. La **línea CAS 9** es una plantilla centrada en el objetivo con varias ventajas posibles para los drones de ataque, entre ellas su enfoque en orientar con precisión al piloto/operador desde un punto conocido hasta el objetivo. Sin embargo, el formato requiere numerosas transmisiones de radio e incluye información que no suele ser necesaria para los drones de ataque, como la elevación del objetivo. Por su parte, la **línea RW 5** es una plantilla centrada en las fuerzas amigas que requiere menos transmisiones y simplifica las repeticiones, pero puede suponer un reto para el operador del dron de ataque a la hora de localizar el objetivo, las posiciones amigas o ambos. Por último, los formatos **de solicitud de fuego** (y mensaje al observador) proporcionan el nivel más sencillo de coordinación, pero pueden resultar demasiado simplistas para la mayoría de los casos que requieren cierta integración del espacio aéreo o un control dinámico por parte de la unidad apoyada.

Tras evaluar estas opciones existentes y sus diversas desventajas, este manual desarrolla un nuevo formato de 5 líneas centrado en el objetivo que puede comunicarse en una sola transmisión. Para el empleo remoto cercano, el formato mantiene la capacidad de las tropas apoyadas para ejercer controles dinámicos a través del ataque solicitado y ayuda a protegerlas del fuego amigo con información sobre su ubicación. El formato también puede ser utilizado como plantilla de briefing *por el propio equipo sUAS* para el empleo inmediato directo y remoto directo. Por último, para el empleo remoto directo, el mismo formato proporciona una plantilla para comunicar, cuando sea necesario, el plan de navegación y ataque previsto a otras unidades que operan o aplican efectos dentro del mismo espacio de batalla. Esto puede garantizar una integración y una resolución de conflictos eficaz entre el aire, el suelo y la guerra electrónica.

Este **informe de ataque con drones** de 5 líneas consta de los siguientes elementos. Normalmente se transmite en una sola transmisión; sin embargo, pueden ser necesarias transmisiones adicionales para las partes con restricciones detalladas. Las repeticiones obligatorias por parte de la(s) unidad(es) receptora(s) están marcadas con (*). Los TDC, JTAC y equipos sUAS pueden solicitar repeticiones adicionales.

Cuando el equipo sUAS lleva a cabo su propio ataque con ISR orgánico, el informe es entregado por el líder del equipo y leído por el operador o los operadores del dron de ataque para confirmar que se ha entendido el plan.

Informe de ataque con drones de ataque

#	Componente del informe			Ejemplo
1	Orden de alerta / Plan de juego	Indicativo del receptor		«(indicativo del equipo sUAS), ...»
		Indicativo del emisor		«... aquí (indicativo de la unidad de apoyo)...»
		Orden de alerta		«... (Dron de ataque unidireccional o bidireccional) Resumen del ataque, tipo (1, 2, 3), (artillería solicitada/que se utilizará)».
2	*Ubicación del objetivo			«Ubicación del objetivo (cuadrícula, TRP, etc.)».
3	*Descripción del objetivo / Marca			«(Descripción del objetivo), [si está marcado, por qué]».
4	Posición(es) y marca(s) amigas más cercanas			«Amigos más cercanos en (dirección y distancia desde el objetivo), [si están marcados, por qué], (indicativo de llamada/red)».
5	Observaciones /Restricciones (según sea necesario)	Plan de ingreso / Restricciones	*TR y CP	«INGRESO a través de (TR(s), CP(s))...».
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Reconocimiento cercano en (punto de control) con (indicativo de llamada) antes de continuar...».
			EW Windows	«... Zumbador desactivado hasta la llamada (punto de control)...»
		Controles del terminal	*ACA	«... RETENER (LA) hasta que se indique (TP) ...»
			Correlación de objetivos	«... Llame a mi marca» / «Proporcione la descripción del objetivo...»
			*FAH	«... Rumbo final de ataque XXX a XXX cuadrícula...»
			*TOT	«... TOT (hora) ...»
			BOC o BOT	«... (BOC o BOT) ...»
			*Plan de emergencia	«... Zanja (dirección cardinal) de (punto de referencia)».
		Plan de evacuación / Restricciones	*TR y CP	«SALIDA a través de (TR(s), CP(s))...».
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Reconocimiento cercano en (punto de control) con (indicativo de llamada) antes de continuar...».
			Ventanas EW	«... Zumbador APAGADO hasta la llamada (punto de control) ...»
		Otros	Frecuencias de funcionamiento	«... Telemetría en la banda XXXX, vídeo en XXXX para evitar (interferencias/operaciones amigas)...».

Ejemplo de ataque con drones: Empleo de proximidad y directo

El líder de un escuadrón ordena a su operador de drones de ataque que destruya un equipo enemigo de ametralladoras que ha avistado.

APACHE 1-1: «Smith, prepara la carga útil antipersonal».

OPERADOR: «Listo».

APACHE 1-1: «A la 1 en punto, a 800 m, justo a la izquierda del borde de ese saliente, posición de ametralladora enemiga. Somos los aliados más cercanos. Entra por la izquierda y no cruces nuestra línea de fuego. Avísame cuando estés a unos 10 segundos y nuestro PM estará listo para atacar a cualquier enemigo».

OPERADOR: «Veo el objetivo. Entendido, manténgase a la izquierda. Le avisaré cuando llegue al alcance auditivo del objetivo».

Ejemplo de ataque con drones: Empleo remoto directo

El líder de un equipo sUAS, que trabaja para un coordinador de zona de combate del regimiento, dirige un ataque con drones de ataque bidireccional contra un equipo sUAS enemigo y coordina el plan de navegación a través del espacio de batalla de una compañía de vanguardia.

SIOUX 3: «Smith, prepárese para lanzar con municiones HEDP».

OPERADOR: «Listo».

SIOUX 3: «11S MS 5232 9515. Equipo enemigo de sUAS operando en la línea de árboles. Los aliados más cercanos son APACHE, SUR 5 KM... INGRESO a través de WYOMING 5, 6, 7 a MIL. CONTACTO con APACHE en WYOMING 6. Descender a QUINIENTOS después de WYOMING 7. BOT; correlacionar el objetivo con la información de García (el operador de drones RSTA del equipo). SALIDA vía WYOMING 7, 6, 5 a OCHO CIENTOS; contactar con APACHE en WYOMING 7 para obtener autorización positiva para continuar».
 OPERADOR: «11S MS 5232 9515. Equipo enemigo sUAS operando en la línea de árboles. Los aliados más cercanos son APACHE, SUR 5 KM... ENTRADA por WYOMING 5, 6, 7 a MIL; contactar con APACHE en WYOMING 6. SALIDA por WYOMING 7, 6, 5 a OCHO CIENTOS; contactar con APACHE en WYOMING 7 para obtener autorización positiva para continuar». SIOUX 3: «Recibido. Ahora a Apache: APACHE, aquí SIOUX 3».
 APACHE: «SIOUX 3, APACHE».
 SIOUX 3: «Atención, transitaremos su espacio de combate con UN dron lanzador. SALIDA vía WYOMING 5, 6, 7 a MIL. ENTRADA vía WYOMING 7, 6, 5 a OCHO CIENTOS. Alertaremos a la salida en WYOMING 6. SOLICITAREMOS la entrada en WYOMING 7 y avisaremos cuando lleguemos a WYOMING 6».
 APACHE: «Recibido todo. A la espera de la llamada de salida en WYOMING 6».

Ejemplo de ataque con drones: Empleo remoto cercano con control de tipo 2

Una compañía de fusileros solicita el apoyo de un equipo sUAS para lanzar un ataque con drones contra dos vehículos de combate enemigos situados frente a ellos.

APACHE: «DOWNSHIFT, aquí APACHE, ataque FPV 5-Line, tipo 2, carga útil antitanque, cambio».
 DOWNSHIFT: «APACHE, aquí DOWNSHIFT, a la espera, cambio».
 APACHE: «11S MS 5232 9515. Dos vehículos de combate enemigos entre B24 y C11. AMIGOS AL SURESTE 400. Avisenme cuando estén listos para comentarios/restricciones».
 DOWNSHIFT: « » «Listo».
 APACHE: «INGRESS OREGON 3, 4, 5 por debajo de 400 pies AGL. Contactar en OREGON 5 para reconocimiento cercano y apagar el zumbador. Mantener en BEETLE por debajo de 400 hasta que se autorice. DRONE-ON-TARGET, permanecer al NORTE de MSR. Los vientos son ligeros del OESTE. Responder con repeticiones cuando sea posible».
 DOWNSHIFT: «11S MS 5232 9515. Dos vehículos de combate enemigos entre B24 y C11. AMIGOS AL SURESTE 400. INGRESO OREGÓN 3, 4, 5 por debajo de 400 PIES AGL. Contacto en OREGON 5 para reconocimiento cercano y zumbador APAGADO. Manténgase en BEETLE por debajo de 400 hasta que se despeje. DRONE EN EL OBJETIVO. Permanezca al NORTE de MSR, incluyendo cualquier zanja. Se lanzarán CUATRO FPV en la estela».
 APACHE: «Buena lectura. Llame cuando se acerque a OREGON 5».

 DOWNSHIFT: «DOWNSHIFT DASH ONE acercándose a OREGON 5».
 APACHE: «Buena visibilidad. Buzzer OFF, listo para avanzar».
 DOWNSHIFT: «DOWNSHIFT avanzando... Todos los DOWNSHIFT BEETLE entrando».
 APACHE: «Continuar» (o «Mantener BEETLE», o «ABORTAR», etc.).
 DOWNSHIFT: «Ojos puestos en los dos vehículos de combate, uno a lo largo de la B24 y el otro justo al norte». APACHE: «Autorizado para disparar».
 DOWNSHIFT: «Impactos en ambos vehículos. Los cuatro FPV agotados».

APACHE: «Recibido. Proporcionad BDA desde RSTA cuando sea posible. Reiniciando zumbador ON».

RESUMEN DEL SUMINISTRO CON DRONES

Los marines pueden utilizar el SkyRaider y el TRV-150 para llevar a cabo reabastecimientos limitados de elementos avanzados. Dada la relativa ineficacia de esta forma de reabastecimiento en comparación con los métodos terrestres, es muy probable que la necesiten las unidades que se encuentran aisladas por las capacidades de ataque del enemigo. En estas situaciones, es fundamental contar con planes claros y una ejecución precisa.

A continuación se presentan los elementos esenciales de un plan de entrega aérea con drones (ADD) en una plantilla de informe de 7 líneas. Esta plantilla puede ser utilizada tanto por una unidad apoyada para solicitar una ADD como por una unidad de apoyo para notificar a un elemento avanzado una entrega planificada. En este último caso, la unidad apoyada debe proporcionar cualquier mejora solicitada al plan durante las repeticiones.

Solicitud/informe de entrega aérea con drones

#	Componente del informe			Ejemplo
1	Orden de alerta / Plan de juego	Indicativo del receptor		«(indicativo del equipo sUAS), ...»
		Indicativo del emisor		«... aquí (indicativo de la unidad de apoyo)...»
		Orden de alerta		«... Solicitud ADDR».
2	Artículos que se van a entregar			«(Artículo 1) por (Cantidad 1), (Artículo 2) por (Cantidad 2), ...».
3	Lugar de entrega			«Lugar de entrega (cuadrícula, CP, etc.)».
4	Descripción/marca de entrega			«(Descripción del área de entrega), [si está marcada, por qué]».
5	Posición(es) amiga(s) más cercana(s) y marca(s)			«Amigos más cercanos en (dirección y distancia desde el punto de caída), [si está marcado, por qué] (indicativo / red)».
6	Posición(es) y marca(s) del enemigo más cercano			«Enemigo más cercano en (dirección y distancia desde el punto de lanzamiento), [si está marcado, por qué]».
7	Observaciones /restricciones (según sea necesario)	Plan de ingreso / Restricciones	TR y CP	«INGRESO a través de (TR(s), CP(s))...».
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Reconocimiento cercano en (punto de control) con (indicativo de llamada) antes de continuar...».
			Ventanas EW	«... Zumbador APAGADO hasta la llamada (punto de control) ...»
		Controles de terminal	*ACA	«... MANTENER (LA) hasta que se indique el punto de entrega...».
			*TOT	«... TOT (tiempo) ...»
			*Manténgase por encima/por debajo.	«... Manténgase (por encima/por debajo de pies AGL) ...»
			DOC o DOM	«... (Soltar en coordenadas o marca) ...»
		Plan de salida / Restricciones	TR y CP	«SALIDA a través de (TR(s), CP(s)) . . .»
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Reconocimiento cercano en (punto de control) con (indicativo de llamada) antes de continuar...».
			Ventanas EW	«... Zumbador desactivado hasta la llamada (punto de control)...»
		Otros	Frecuencias de funcionamiento	«... Telemetría en la banda XXXX, vídeo en XXXX para evitar interferencias (operaciones de interferencia/amigables)...».

Ejemplo AÑADIR Misión

BLACKFOOT: «MOHICAN, aquí BLACKFOOT, SOLICITUD DE ADD, cambio».

MOHICAN: «BLACKFOOT, aquí MOHICAN, a la espera de la SOLICITUD ADD».

BLACKFOOT: «Solicito CUATRO por BB-2590, VEINTE por cargadores 5,56 cargados y DOS por rondas MAAWS HE. Lugar de lanzamiento 100 metros al norte del punto de control 61. Pequeño claro. Estamos 200 metros al norte. Patrullas enemigas activas al norte de nosotros. No se conoce enemigo al sur. Avisenme cuando estén listos para comentarios/restricciones».

MOHICAN: « » «Listo».

BLACKFOOT: «INGRESO desde el sureste hacia el noroeste a lo largo de ASR FLINT. Altitud hasta 500 pies AGL. Manténgase al SUR del ASR, espere en el punto de control 61 hasta que se le autorice llegar al punto de entrega. SALIDA hacia el sur».

MOHICAN: « : CUATRO por BB-2590, VEINTE por cargadores 5.56 cargados y DOS por rondas MAAWS HE. Punto de lanzamiento 100 metros al norte del punto de control 61. Pequeño claro. Indicativo amigo más cercano BLACKFOOT a 200 metros al norte. No hay enemigos en las inmediaciones. INGRESO desde el sureste al noroeste a lo largo del ASR FLINT hasta 500 pies AGL. Manténgase al SUR del ASR, espere en el punto de control 61 hasta que se le autorice el lanzamiento. SALIDA directamente hacia el sur».

BLACKFOOT: ¡ Buenas lecturas, avisa cuando llegues al punto de control 61.

MOHICAN: «MOHICAN esperando en el punto de control 61, a 300 pies sobre el nivel del suelo». BLACKFOOT: «Buena visibilidad. BLACKFOOT, apagar el zumbador. Autorizado para lanzar». MOHICAN: «MOHICAN entrando».

BLACKFOOT: «Continúe».

MOHICAN: «MOHICAN, salida correcta, saliendo hacia el sur».

BLACKFOOT: «Recibido, informe de paso al sur de ASR FLINT».

MOHICAN: «MOHICAN al sur de ASR FLINT».

BLACKFOOT: «Recibido, BLACKFOOT activando alarma».

RESUMEN DEL TRASPASO DE VEHÍCULOS AÉREOS

Las unidades separadas pueden necesitar coordinar los traspasos de vehículos aéreos para ampliar el alcance de los sistemas más allá del alcance de las comunicaciones de un operador; para dotar de recursos a los sistemas para enviar elementos sin capacidades orgánicas de carga de baterías; o como una forma de simplificar el control de terminales. A continuación se desarrolla una plantilla para solicitar o asignar traspasos entre diferentes unidades.

Resumen del traspaso de vehículos aéreos				
#	Resumen del componente			Ejemplo
1	Orden de alerta		Indicativo del receptor	«(Indicativo de la unidad de apoyo), ...»
			Indicativo del emisor	«... aquí (indicativo de llamada de la unidad apoyada)».
			Orden de advertencia	«... Transferencia AV (solicitud/tarea)».
2	*Plan de empleo		Tarea/Propósito	«Reconocimiento NAI 1 IOT respuesta PIR 3...».
			Hora	«... entre las 16:00 y las 17:30».
3	*Entrega de la trayectoria de vuelo o cuadrícula orbital (y altitud, si es necesario)			«11S MS 4480 9480, 1000 pies MSL».
4	*Frecuencia y canal de traspaso			«XXXX Canal 1».
5	*Cuadrícula de reunión/amerizaje (y altitud, si es necesario)			«11S MS 4944 9712, 1000 pies MSL».
6	Observaciones /Restricciones (según sea necesario)	Plan de ingreso/Restricciones	*TR y CP	«INGRESO a través de (TR(s), CP(s))...».
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Contacte con (puesto de control) antes de continuar...».
			EW Windows	«... Apagar el timbre hasta llamar (punto de control) ...»
		Plan de salida / Restricciones	*TR y CP	«SALIDA a través de (TR(s), CP(s))...»
			*Punto(s) de contacto aéreo	«... Reconocimiento cercano en (punto de control) con (indicativo de llamada) antes de continuar...».
			Ventanas EW	«... Zumbador APAGADO hasta la llamada (punto de control) ...»

Ejemplo de coordinación de traspaso

SEMINOLE: «CHEROKEE, aquí SEMINOLE, solicito PUMA HAND-OFF, cambio».

CHEROKEE: «SEMINOLE, aquí CHEROKEE, a la espera de la SOLICITUD DE ENTREGA». SEMINOLE: «Reconocimiento NAI 1 IOT respuesta PIR 3, solicitando entre 1600 y 1730. Cuadrícula de traspaso 11S MS 4480 9480. Frecuencia de traspaso XX.XX, canal 1. Reunión en la cuadrícula según sus instrucciones. Avise cuando esté listo para comentarios/restricciones».

CHEROKEE: «Listo».

SEMINOLE: «Ingreso por la ruta NEW JERSEY, contacto en el punto de control 4. Salida por la ruta inversa».

CHEROKEE: «Recibido, reconocimiento NAI 1 entre 1600 y 1730. Entrega en cuadrícula 11S MS 4480 9480, entrega la frecuencia XXXX canal 1. Entrada por NEW JERSEY, contacto en el punto de control 4. Ruta inversa para la salida».

SEMINOLE: «Buena recepción, a la espera de datos del punto de reunión».

CHEROKEE: «Punto de reunión programado 11S MS 4933 9712, 2000 pies MSL». SEMINOLE: «Recibido punto de reunión 11S MS 4933 9712, 2000 pies MSL».

CHEROKEE: «Recibido».

CHEROKEE: «SEMINOLE, aquí CHEROKEE, PUMA llegando al punto de control 4».

SEMINOLE: «Lo veo. Proceda».

CHEROKEE: «PUMA en punto de entrega. A la espera de seleccionar control». SEMINOLE: «A la espera».

CHEROKEE: «Cediendo control en 3... 21».

SEMINOLE: «Tengo el control».

CHEROKEE: «Hora de traspaso: 16:25. Batería al 80 %. Coordenadas para el traspaso de retorno: no más tarde de las 17:30 o cuando la batería alcance el 35 %, lo que ocurra primero».

SEMINOLE: «Recibido, traspaso de control no más tarde de las 17:30 o con un 35 % de batería». CHEROKEE: «Recibido. CHEROKEE fuera».

CAPÍTULO 5

CONTROL DE SENSORES Y DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES DE SUAS

Conectar varias estaciones a una señal de vídeo sUAS puede ayudar a lograr una potente conciencia compartida. La distribución de la señal del sensor es especialmente útil para realizar la correlación de objetivos entre los controladores de avanzada, los operadores de sUAS y las tripulaciones aéreas cuando se lleva a cabo un empleo sUAS *a distancia*.

Actualmente, los sistemas de comunicaciones del Cuerpo de Marines no ofrecen una solución única y común para la transmisión de vídeo (VDL) y la difusión en red de los sUAS. Por lo tanto, tras abordar las consideraciones básicas para el control de los sensores de los sUAS, en esta sección se proporcionan instrucciones para configurar los equipos de comunicaciones más comunes para recibir señales de vídeo de los sUAS del Cuerpo de Marines. En algunos casos, los equipos actuales no son capaces de recibir la transmisión de vídeo directamente desde el propio vehículo aéreo, sino que pueden configurarse para recibir esa señal de vídeo tal y como se transmite a través de una red que lo conecta con la estación de control en tierra. A lo largo de todo el documento, el término «VDL» se aplica a ambos tipos de recepción, salvo que se indique lo contrario.

CONSIDERACIONES SOBRE EL ENLACE DE DESACARGA DE VÍDEO

El sUAS VDL ofrece una serie de ventajas. En el caso de las unidades pequeñas que cuentan con el apoyo de equipos sUAS RSTA superiores o adyacentes, la recepción directa de las transmisiones de vídeo de estos equipos puede reducir considerablemente las necesidades de comunicación por voz, al tiempo que aumenta el conocimiento de la situación. Para los controladores avanzados que emplean una combinación de sUAS y aviación tripulada, existe la oportunidad no solo de recibir VDL en tierra desde los sensores de las plataformas tripuladas, sino también de transmitir VDL *a las tripulaciones aéreas desde los sensores sUAS*. Esto último puede ser especialmente útil cuando las amenazas tierra-aire desafían la capacidad de las plataformas tripuladas para obtener más que una observación cercana momentánea de las zonas objetivo.

Comprobación de aeronaves/sistemas aéreos

Los equipos de sUAS que prestan apoyo a otras unidades deben comunicar sus capacidades y configuraciones VDL. En un futuro próximo, las tripulaciones aéreas que se comuniquen con los controladores terrestres deberán identificar no solo si son compatibles con VDL para *transmitir* sus propias señales de sensores, sino también si son capaces de *recibir* señales VDL de los equipos de sUAS en tierra. Las capacidades de recepción de las tripulaciones aéreas dependerán de la disponibilidad y la configuración de las radios tácticas y las tabletas a bordo, como se detalla más adelante en esta sección.

Pautas de vuelo/retención

Los equipos de sUAS deben tener en cuenta la cobertura RF LOS y las posiciones de la estación de control en tierra, el objetivo o área de interés y la fuerza apoyada a la hora de determinar dónde volar el vehículo aéreo. Mantener un enlace de datos de vídeo continuo para la fuerza apoyada puede no ser siempre factible, pero los esfuerzos de planificación de la misión deben tratar de situar la GCS y el vehículo aéreo en los lugares adecuados en los momentos más importantes para la fuerza apoyada. Para ayudar aún más a la orientación correcta sobre el objetivo, el equipo sUAS debe tratar de colocar el vehículo aéreo de manera que su sensor vea el objetivo desde el mismo eje que la fuerza apoyada. Para los equipos de drones de ataque apoyados, esto puede significar ver el objetivo desde la misma orientación que el rumbo final de ataque previsto, con una mayor resolución de conflictos de tiempo o altitud según sea necesario.

Diálogo y brevedad de Códigos

Los retrasos entre las transmisiones de radio, los ajustes de los sensores y la recepción de las imágenes de vídeo exigen una comunicación sencilla, clara y paciente entre la fuerza apoyada y el operador del RSTA. El operador del RSTA debe tratar de facilitar el conocimiento de la situación por parte de la fuerza apoyada, comenzando con un campo de visión amplio (FOV) y aumentando luego los niveles de zoom sobre los objetos de interés en función de las solicitudes de la fuerza apoyada. La fuerza apoyada debe dirigir el enfoque del sensor RSTA con descripciones de objetos y/o comandos ARRIBA,

ABAJO, DERECHA e IZQUIERDA seguidos de anchos de pantalla (por ejemplo, «GIRAR A LA DERECHA media pantalla»). Una vez que el operador RSTA haya completado el ajuste indicado, debe pasar «SET». Si el sensor está orientado correctamente, la fuerza apoyada debe pasar «CAPTURADO». La tabla 5 proporciona términos abreviados adicionales de VDL.⁽⁴⁸⁾

Término abreviado	Definición
COMPROBAR CAPTURA	El sensor ya no está colocado en el objeto/objetivo deseado. Se trata de una llamada informativa del destinatario del VDL al operador del sensor.
COMPROBAR ENFOQUE	La imagen del sensor parece estar desenfocada. Llamada informativa del destinatario del VDL al operador del sensor.
HANDSHAKE	Enlace de datos de vídeo establecido. Lo contrario de HOLLOW. <i>Llamada informativa del destinatario VDL al operador del sensor.</i>
HOLLOW	Falta o pérdida del enlace de datos de vídeo, incluyendo imágenes congeladas. <i>Llamada informativa del destinatario del VDL al operador del sensor.</i>
EXPECT HOLLOW	Es probable que el enlace de datos de vídeo se pierda pronto. Se realiza cuando se ve obligado a maniobrar el vehículo aéreo fuera del RF LOS de la fuerza apoyada o cuando se anticipa cualquier otra causa de pérdida del enlace de datos de vídeo. <i>Llamada informativa del operador del sensor al destinatario del VDL.</i>
SET	Ya no se está girando el sensor (o manteniendo el sensor en el objetivo móvil dirigido) y se esperan más instrucciones. <i>Llamada informativa del operador del sensor al destinatario del VDL.</i>
SOMBRA	Siga el objetivo indicado. Llamada directiva del receptor del VDL al operador del sensor.
GIRAR	Mueva el sensor en la dirección o direcciones indicadas. Por ejemplo, «GIRE UN CUARTO DE PANTALLA HACIA ARRIBA». <i>Llamada de instrucciones del destinatario del VDL al operador del sensor.</i>
CAMBIA CÁMARA	Cambiar entre cámaras EO e IR/térmicas. Llamada de directiva del receptor VDL al operador del sensor.
CAMBIAR POLARIDAD	Cambiar entre los ajustes negro caliente y blanco caliente en la cámara IR/térmica. <i>Llamada de directiva del destinatario VDL al operador del sensor.</i>
ZOOM (ACERCAR/ALEJAR)	Aumentar/disminuir la distancia focal del sensor. Puede ir seguido de 1, 2, 3 o 4 para indicar la magnitud del cambio; sin embargo, se recomienda no ampliar/reducir más de 1 FOV a la vez. <i>Llamada de directiva del destinatario VDL al operador del sensor.</i>

Tabla 5. Términos abreviados para las tareas del sensor.

CONFIGURACIONES DE LA RADIO DEL CUERPO DE MARINES

La tabla 6 muestra, en el momento de redactar este documento, qué dispositivos pueden configurarse para qué tipos de distribución de señales de sensores (VDL o transmisión en red), desde qué sUAS y a través de qué radios comunes del Cuerpo de Marines. Como se muestra en la tabla, todos los sUAS comunes, excepto el SkyDio, admiten actualmente algún método de distribución de la señal del sensor.⁴⁹ Sin embargo, entre los sUAS «capaces», es posible que se necesiten varios módulos de carga útil adicionales (no desplegados), accesorios de radio y conjuntos de cables para alcanzar su potencial.

A los efectos de este manual, *VDL* significa la transmisión directa de la información de los sensores desde el vehículo aéreo a un receptor distinto del GCS. *La transmisión de red táctica* significa la transmisión de la información de los sensores desde el vehículo aéreo al GCS, a una tableta de transmisión u otro dispositivo capaz de conectarse a una red de radio táctica, a una tableta receptora u otro dispositivo conectado a esa misma red de radio táctica.⁵⁰

⁴⁸ Estos términos y definiciones proceden de JP 3-09.3 *Apoyo aéreo cercano*, III-118.

⁴⁹ Esta limitación del SkyDio se debe únicamente a la configuración del software impuesta por el fabricante, por lo que es posible que futuras actualizaciones hagan que los SkyDios actuales sean compatibles con VDL.

⁵⁰ Con equipo adicional y un servidor, las señales de los sensores también pueden transmitirse a través de la Red de Enrutadores de Protocolo de Internet Seguro (SIPRNet) a cualquier receptor conectado a Internet.

DISPOSITIVO	RADIO	SKYDIO	ANAFI	ARCHER	SKYRAIDER	PUMA	STALKER
MCH / MAGTAB	AN/PRC-163		V ^{1,2,3,4} , B ^{2,3,4}	V ^{1,2,3,4} , B ^{2,3,4}	B ^{2,3}	V ^{1,3,4} , B ^{2,3,4}	V ^{1,3,4} , B ^{2,3,4}
	AN/PRC-165		V	V ⁴		V	V ⁵
	AN/PRC-169				V/B ^{4,6,7}		V/B ⁷
AURICULARES FPV Y GCS				V			
V = Enlace descendente de video; B = Transmisión de red táctica desde GCS; V/B = Enlace directo a transmisión ¹ Requiere el dispositivo adicional del módulo de misión de los sistemas de comunicaciones tácticas distribuidas (DTCS). ² Requiere la actualización del firmware de la radio para la capacidad de red ad hoc de malla segura (TSM) Trellisware de Warrior Robust Enhance Network (WREN). Su puesta en servicio está prevista para finales del año fiscal 2025. ³ Requiere varios conjuntos de cables adicionales (detallados a continuación). ⁴ Aún no probado por las escuelas de la 1. ^a División de Marines, pero técnicamente viable. ⁵ Requiere el módulo CRP2 HHVDL (instalado con el sUAS) instalado en el vehículo aéreo. ⁶ Requiere el módulo Silvus Interposer (compra por separado) instalado en el vehículo aéreo. ⁷ Requiere un adaptador para conectar el puerto Ethernet o AUX de la radio a un dispositivo USB-C.							

Tabla 6. Matriz de compatibilidad del sUAS VDL del Cuerpo de Marines (a junio de 2025).

A continuación se ofrece una descripción general de alto nivel de los requisitos de configuración de cada radio táctica. Estas descripciones generales no incluyen los detalles de cada ajuste de configuración o paso de resolución de problemas, sino que sirven para orientar a los marines sobre lo que es posible actualmente con cada equipo.

AN/PRC- e 163

Nota: A fecha de junio de 2025, el Cuerpo de Marines aún no ha implementado la capacidad TSM de la red Warrior Robust Enhance Network (WREN) para el AN/PRC-163. Esta capacidad es necesaria para la transmisión y recepción de video con esta radio.

El AN/PRC-163, cuando se combina con el módulo de misión DTCS adicional, puede obtener transmisiones VDL directas de los vehículos aéreos de apoyo. La radio también admite la transmisión y recepción de señales de sensores sUAS a través de redes ad hoc de malla segura Trellisware (MANET) (TSM), aunque esta capacidad aún está pendiente de implementación completa. En esta configuración, un equipo de radio de «transmisión» se conecta directamente al GCS o a un «dispositivo de usuario final» (EUD), como una tableta o un ordenador portátil, que a su vez está conectado para recibir transmisiones de video del GCS. La radio de transmisión pone esta transmisión a disposición de otros EUD conectados a la MANET a través de sus propios equipos AN/PRC-163.

Estación de control terrestre. Como se muestra en la figura 14, algunas GCS (SkyRaider) pueden conectarse directamente a un AN/PRC-163 habilitado para TSM a través del «conjunto de cables, 12 pines a Glenair» (NSN 12193-0380-A003) y el «conjunto adaptador, desmontable general, MCHH» (NSN 12241-1000-01). Esto permite la transmisión MANET incluso cuando no hay radios dentro del alcance del propio vehículo aéreo.



Figura 14. SkyRaider GCS conectado a AN/PRC-163 para la transmisión de la red TSM.

Radios de transmisión y recepción. Para la recepción directa de VDL, la radio debe configurarse con el módulo de misión DTCS para buscar y conectarse a la señal VDL del vehículo aéreo. Consulte el párrafo AN/PRC-165 a continuación para conocer los pasos generales para establecer esta conexión. Para las transmisiones MANET, todas las radios también deben configurarse para establecer una red común utilizando la interfaz de programación basada en PC.

Dispositivos de usuario final. Para conectar el AN/PRC-163 a un dispositivo habilitado para TAK, las unidades deben adquirir el conjunto adaptador general desmontado MCHH y el conjunto de cables de 12 pines a Glenair (NSN indicados anteriormente). Una vez conectado, el dispositivo TAK puede extraer la señal de transmisión VDL o MANET a través del reproductor de vídeo TAK.

AN/PRC- 165

El AN/PRC-165 y el módulo Handheld Video Down-Link (HHVDL) asociado admiten la recepción directa de señales de sensores sUAS desde vehículos aéreos. Un EUD conectado al equipo de radio muestra la señal.

Vehículo aéreo. Con el Puma o el Stalker (este último requiere tener instalado el módulo CRP2 VDL), configure el canal de enlace de datos digitales (DDL) en el vehículo aéreo. Utilizando una tabla de consulta DDL, determine qué «frecuencia central» (en MHz) está asociada al canal seleccionado.

Radios receptoras. Para todas las radios que recibirán la señal VDL, introduzca un «rango de exploración ISR» de 1350-2400 MHz, utilizando la frecuencia central del canal DDL para completar los pasos de programación. Después de salir del modo de programación, la radio buscará emisiones VDL dentro del rango de frecuencia introducido. Utilice las flechas arriba o abajo para seleccionar la frecuencia VDL del vehículo aéreo.

Una vez conectado, la pantalla del teléfono mostrará una dirección IP y un número de puerto durante unos 15 segundos. Copie esta información para introducirla en el EUD.

Dispositivos de usuario final. Con la **tableta HHVDL**, abra el menú MFA e introduzca la dirección IP y el número de puerto del vehículo aéreo en la configuración «Video Stream» (Transmisión de vídeo). En el menú principal, seleccione esta fuente y, a continuación, seleccione la visualización de vídeo. Con un **dispositivo habilitado para TAK** (Figura 15), seleccione el reproductor de vídeo o la herramienta UAS, establezca el «Tipo» de vídeo en UDP para Puma (deje el valor predeterminado para Stalker), introduzca la dirección IP y el número de puerto, y seleccione «Conectar».



Figura 15. Dispositivo TAK conectado al AN/PRC-165 para sUAS VDL.

AN/PRC- 169

El AN/PRC-169 admite la recepción directa de señales de vídeo de vehículos aéreos con los módulos necesarios; también admite la transmisión de esas señales a través de MANET a otras radios AN/PRC-169.

Vehículo aéreo. Con el Stalker o el SkyRaider (este último debe estar equipado con el módulo Silvus Interposer), configure la frecuencia deseada, la identificación de red, el ancho de banda y los ajustes de cifrado.

Radio VDL. Utilice la interfaz de programación basada en PC para configurar la frecuencia, la identificación de red, el ancho de banda y los ajustes de cifrado de la radio para que coincidan con los del vehículo aéreo. Una vez que el vehículo aéreo esté dentro del alcance, esta radio se conectará automáticamente a él y podrá transmitir la señal de vídeo.

Estación de control terrestre. El Stalker GCS se puede conectar directamente al AN/PRC-169 mediante un adaptador que conecta el puerto Ethernet del ordenador portátil al puerto «PRI» de la radio (Figura 16).



Figura 16. Stalker GCS conectado a AN/PRC-169 para la transmisión de señales MANET.

Radio de transmisión. La radio de transmisión (conectada al Stalker GCS) debe configurarse para unirse a la misma MANET que todas las radios receptoras deseadas. Además, esta radio debe configurarse para transmitir las entradas de vídeo del GCS recibidas por el puerto «PRI» de la radio.

Radios receptoras. Otras radios, configuradas con los mismos ajustes de red, establecerán una MANET que permitirá a cada una de ellas obtener la señal de vídeo del vehículo aéreo desde una radio VDL o desde la radio de transmisión GCS.

Dispositivos de usuario final. El AN/PRC-169 requiere un adaptador para conectarse desde el puerto «PRI» o «AUX» de la radio al puerto USB-C de un dispositivo TAK (Figura 17). Actualmente no existe ningún adaptador de este tipo, pero hay varios productos comerciales disponibles para su compra por unidades. Cuando se conecta a un AN/PRC-169, el reproductor de vídeo TAK muestra automáticamente la señal del vehículo aéreo una vez configurado con el ID de red correcto.



Figura 17. Dispositivos ATAK (izquierda) y WINTAK (derecha) recibiendo la señal del sUAS a través de la MANET AN/PRC-169.

CAPÍTULO 6

MÉTODOS DE OBSERVACIÓN AVANZADA CON SUAS

Las fuerzas armadas deberían emplear sUAS para mejorar su capacidad de supervivencia y ampliar el alcance de los activos de fuego indirecto (y directo) más allá de sus propias líneas de visión. El uso de UAS para observar y ajustar el fuego indirecto no es nuevo, y los métodos generales de observación aérea son aún más antiguos. La observación aérea comenzó en 1914 con globos tripulados, ajustó hasta el 90 % de todos los disparos de artillería en la Guerra de Corea y, en los ejércitos occidentales, incluyó el uso frecuente de sistemas aéreos no tripulados al menos desde 1982 ⁵¹. Los métodos presentados en esta sección aprovechan prácticas de larga data, al tiempo que actualizan las TTP basándose en herramientas de cartografía e imágenes digitales portátiles, ahora ampliamente disponibles.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÉTODOS DE OBSERVACIÓN AVANZADA CON SUAS

A continuación se describen dos métodos principales para utilizar sUAS en la observación de fuegos. El primer método, denominado «UAS Gun-Target», ha demostrado ser, en general, el más rápido y el menos propenso a errores. No requiere ningún hardware o software adicional más allá de los sistemas ya utilizados sobre el terreno, como la tableta Marine Common Handheld (MCH) y el software de cartografía Tactical Assault Kit (TAK). A pesar de su nombre, este método no requiere que el sistema aéreo sea colineal con la línea de puntería (GTL). El término proviene de los tipos de correcciones que comunica el FO, quien utiliza sus herramientas de cartografía para realizarlas en relación con la GTL.

El segundo método, denominado UAS Drone-Target, proporciona un respaldo para cuando el FO no dispone de herramientas de cartografía fiables. Este método toma prestados los métodos de observación aérea descritos en el MCWP 3-16.6 *Supporting Arms Observer, Spotter, and Controller*. El método es generalmente menos preciso y puede tardar más en procesarse, especialmente cuando el vehículo aéreo utilizado para la localización realiza movimientos frecuentes.

Por último, esta sección también ofrece consideraciones para el uso de sUAS para observar disparos de ametralladoras. Las cámaras de vídeo aéreas permiten a los marines controlar los disparos de ametralladoras desde posiciones protegidas con mucha más facilidad, lo que amplía el número de situaciones en las que se pueden emplear las ametralladoras de esta manera para maximizar el factor sorpresa y la capacidad de supervivencia. Los disparos de ametralladoras se pueden observar utilizando cualquiera de los dos métodos presentados anteriormente, o mediante métodos de alineación directa que permiten los sUAS que se mantienen en posiciones colineales con la línea del arma y el objetivo.

Ventajas de observar los disparos con SUAS

El empleo de sUAS para observar disparos permite llevar a cabo acciones FO desde cualquier lugar dentro del alcance del sUAS, lo que evita los difíciles desplazamientos a pie por terrenos restringidos y/o zonas sujetas a la observación del enemigo. Esto permite la adquisición de objetivos y la observación de impactos que, de otro modo, serían imposibles de observar debido al camuflaje del terreno, la cobertura y la amenaza enemiga. Además, el uso de sensores sUAS puede eliminar algunos pasos que producen errores en el proceso CFF tradicional: **no hay que aplicar el factor observador-objetivo ni procesar factores de corrección de alcance**.

Limitaciones y consideraciones de planificación de la gestión de la información de combate

Tiempo de funcionamiento. Las unidades deben estar preparadas para cambiar entre la observación avanzada asistida por sUAS y la tradicional, dada la limitada autonomía (a menudo inferior a una hora) de la mayoría de los sUAS actuales. **Los equipos encargados de realizar la observación avanzada con sUAS deben planificar una cobertura superpuesta con múltiples sistemas.** Un método para ello consiste en utilizar un operador para mantener la observación de los objetivos y los incendios, y un segundo operador para realizar la entrada y salida con drones de sustitución. Cuando un dron sustituye a otro sobre la zona objetivo, el primer operador simplemente toma el control del dron de sustitución, mientras que el segundo operador toma el control del

⁵¹ John D. Blom, «Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective» (Sistemas aéreos no tripulados: una perspectiva histórica), Occasional Paper n.º 37 (Fort Leavenworth: US Army Combined Arms Center Combat Studies Institute Press, 2010).

El dron que regresa. La tabla 7 proporciona estimaciones del tiempo de permanencia en la estación de los sUAS más comunes del Cuerpo de Marines, basadas en la autonomía, la velocidad, el alcance de los sensores y la distancia desde el punto de lanzamiento hasta el objetivo.

SISTEMA	AUTONOMÍA TÍPICA (min)	ALCANCE DE VUELO (km)	VELOCIDAD ESTIMADA ⁵¹ (min / km)	ALCANCE DEL SENSOR DIURNO (km)	TIEMPOS ESTIMADOS EN ESTACIÓN ⁵² (min)			
					DISTAN CIA OBJETIVO DE 1 KM	DIST. OBJETIVO 5 KM	DIST. OBJETIVO 10 KM	DISTAN CIA OBJETIVO 15 KM
SKYDIO	30	10	1,5	2,0	25	15	3	--
ANAFI	25	4	3,1	2,5	20	5	--	--
SKYRAIDER	30	5	3,0	5,0	25	25	--	--
PUMA	90	20	2,3	3,0	80	70	45	25

Tabla 7. Tiempos estimados de permanencia en estación para los sUAS comunes del Cuerpo de Marines en función de las distancias de lanzamiento.

Error de ubicación del objetivo. Muchos sUAS proporcionan ubicaciones estimadas en cuadrículas para los objetos situados en el centro del campo de visión (FoV) de sus sensores, también conocido como *punto de interés del sensor* (SPOI). Estas estimaciones de ubicación se basan en la posición y elevación estimadas del vehículo aéreo (normalmente mediante GPS), el ángulo de elevación/depresión del sensor, el azimut/rumbo de la orientación del sensor y los datos de elevación precargados del terreno circundante. Con esta información, el sistema calcula la ubicación en la que la línea de orientación del sensor (que se origina en la posición del vehículo aéreo en el aire) se cruza con el terreno modelado. El error de ubicación del objetivo (TLE) puede deberse a determinaciones inexactas de la posición del vehículo aéreo y la orientación del sensor, así como a datos digitales de elevación del terreno (DTED) de baja resolución, especialmente en terrenos muy variados. Los errores derivados de estas estimaciones se agravan cuando la línea de orientación del sensor se caracteriza por un **ángulo de inclinación** bajo (poco pronunciado) y un largo **alcance inclinado**.⁵³ En este caso, pequeñas imprecisiones con respecto a la posición del vehículo aéreo y la orientación del sensor pueden producir errores mucho mayores en las ubicaciones calculadas de los SPOI (Figura 18). Para corregir el posible TLE del sensor, los observadores de avanzada deben tratar siempre de reducir los ángulos de inclinación tanto como lo permita la situación y utilizar métodos de asociación del terreno y verificación de mapas para confirmar la plausibilidad de las estimaciones de los SPOI.

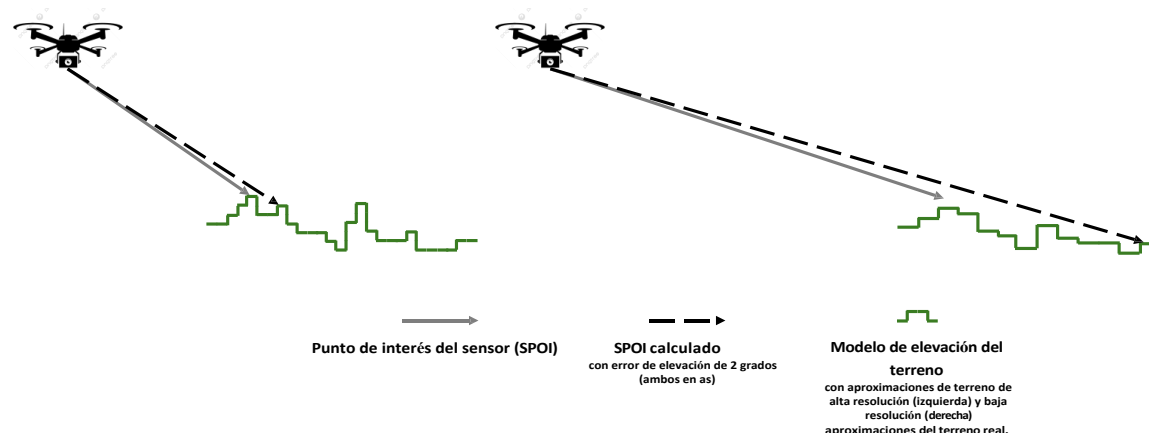


Figura 18. El TLE aumenta con un mayor ángulo de inclinación y un DTED de menor resolución.

⁵² Estas estimaciones se redondean al incremento de 5 minutos más cercano (para valores superiores a 5). Se calculan para condiciones óptimas (por ejemplo, sin vientos contrarios, temperaturas que reduzcan significativamente la batería, etc.) y se basan en que el vehículo aéreo solo recorra la distancia necesaria para colocar el objetivo en el extremo más alejado de su alcance máximo del sensor. Las estimaciones también prevén recuperaciones con un 10 % de vida útil restante de la batería. Cuando el objetivo está demasiado lejos del punto de lanzamiento para que el sistema alcance su alcance máximo del sensor y aún así regrese, el tiempo en estación se marca como «--».

Para realizar estimaciones similares, utilice la fórmula $t = (1 - \beta)\epsilon - \frac{2(d-\sigma)}{v}$, donde t es el tiempo en estación; β es el tiempo restante/de reserva deseado.

vida útil de la batería (porcentaje de la capacidad total); ϵ es la autonomía del sistema o el tiempo total de vuelo; d es la distancia desde el punto de lanzamiento hasta el objetivo; σ es el alcance del sensor del sistema (o la distancia mínima a la que debe acercarse al objetivo), expresado en las mismas unidades que d ; v es la velocidad del vehículo aéreo, expresada en las mismas unidades de distancia que d y en las mismas unidades de tiempo que ϵ .

⁵³Véase GySgt Richard Gordineer, «Mortar Spot Plot: SUAS Integration» (Batallón de Entrenamiento Avanzado de Infantería - Este, 2023), 7-9, para más información útil sobre el TLE del sensor sUAS.

Clima. La sensibilidad de la mayoría de los sUAS actuales al viento y las precipitaciones implica lo mismo que lo anterior. Además, la baja cobertura nubosa también puede requerir técnicas tradicionales de FO.

Observación y selección de objetivos enemigos. Si bien los sUAS pueden permitir a los FO mantener una mayor distancia de seguridad y protección frente a la observación y los disparos enemigos, también pueden aumentar las señales visuales, acústicas y electromagnéticas generales de las fuerzas amigas, lo que podría alertar a las capacidades de recopilación y selección de objetivos del enemigo de formas que las técnicas tradicionales de FO pueden evitar.

Desconflicto del espacio aéreo. Como se ha comentado en la primera sección, el uso de sUAS para misiones de fuego puede requerir una planificación adicional del espacio aéreo en comparación con el empleo tradicional de FO.

Formación y mantenimiento de los operadores de sUAS. Aunque el control del fuego mediante sUAS es sencillo de ejecutar, depende de operadores de sUAS bien formados, capaces de navegar con precisión, encontrar/correlacionar objetivos, inferir ubicaciones de cuadrículas a partir de los objetivos observados y los impactos, y manejar el software de cartografía. Se necesita tiempo de instrucción y aplicación práctica para adquirir y mantener estas habilidades. Las unidades deben encontrar el equilibrio entre el deseo de contar con el mayor número posible de FO de sUAS capacitados y su capacidad para mantener adecuadamente estas habilidades con suficientes repeticiones de entrenamiento, municiones, etc.

Consideraciones de seguridad

Los agentes de tiro deben comprobar todas las correcciones observadas por los sUAS utilizando un tablero de trazado y/o LHMBC para garantizar la seguridad de los fuegos. La observación de fuegos por parte de los sUAS no elimina el centro de dirección de incendios (FDC), que sigue controlando dichos incendios. El FDC también debe estar siempre preparado para reanudar los métodos convencionales con el FO si no se puede mantener la observación del objetivo por parte de los sUAS.

Consideraciones sobre la formación en el uso de sUAS

Observadores avanzados. Los eventos T&R existentes para «habilidades de disparo con sUAS» siguen siendo genéricos y no especifican ningún método concreto para obtener datos sobre la ubicación del objetivo y las correcciones. Sin embargo, esto puede deberse a la suposición de que el operador del sUAS no es el FO, y viceversa. Por ejemplo, el evento T&R SFS-2210 parece relegar al operador del sUAS a la mera asistencia a un «JTAC/FAC» con «el uso del sUAS para proporcionar datos para generar correcciones»⁵⁴. En el futuro, los operadores de sUAS deberían recibir formación como FO y los FO deben recibir formación como operadores de sUAS. A las unidades que acaban de empezar les resultará más fácil formar a los operadores actuales de sUAS como FO que convertir a sus FO actuales en operadores competentes de sUAS. Las unidades deben registrar y realizar un seguimiento de la finalización de los eventos T&R SFS-2105, -2110 y -2115 para los operadores que ejecutan estos métodos.

Miembros del Centro de Dirección de Fuegos. Aunque el uso de sUAS para controlar incendios requiere una formación adicional mínima para el personal del FDC, estas personas y sus líderes deben comprender cómo generan las correcciones los FO. Es necesario comprender todo el proceso para garantizar una interpretación adecuada de las correcciones recibidas.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PUNTERÍA UAS GUN-TARGET

Herramientas de control necesarias

Plataforma sUAS con cámara EO/IR y/o térmica y visor de la estación de control terrestre (GCS).

Tableta u ordenador con software de cartografía que permita a los usuarios medir el azimut y la distancia entre dos puntos. TAK tiene esta funcionalidad incorporada, sin necesidad de plugins adicionales. Algunas GCS de sUAS también tienen esta capacidad.

⁵⁴Véase NAVMC 3500.107C Manual de formación y preparación para sistemas aéreos no tripulados pequeños, 2-154.

Inicio de disparos con sistemas aéreos no tripulados pequeños

1. (FO) Identifique la ubicación del objetivo con la plataforma sUAS mediante uno de los siguientes métodos:
Designador láser: Recuperar la ubicación del objetivo utilizando la capacidad de localización por cuadrícula láser del sUAS.
Visor: Coloque el patrón de retícula del visor del sUAS sobre el objetivo observado. El software del sUAS utiliza la altitud y el ángulo de observación del sistema para estimar la ubicación de la cuadrícula del objetivo.
Asociación con el terreno: correlacione la posición del objetivo con respecto al terreno circundante en la transmisión de vídeo con una ubicación estimada basada en las imágenes digitales y los datos cartográficos disponibles.
Sobrevuelo: sobrevuele el sUAS directamente sobre el objetivo y utilice la ubicación indicada por el sistema en ese punto como ubicación del objetivo.

En los sistemas sin designadores láser, la combinación de los métodos de visor y asociación con el terreno permite obtener de forma fiable la ubicación precisa del objetivo y del impacto.⁵⁵

2. (FO) Trace la posición del agente de disparo y la ubicación del objetivo en el software de cartografía.
3. (FO) Utilice la «herramienta de línea y rumbo» del software de cartografía o una función similar para medir el azimut y la distancia desde la agencia de fuego hasta el objetivo.
4. (FO) Solicite fuego con una misión UAS Gun-Target, pasando el azimut GTL en mils y la distancia al objetivo (desde la agencia de fuego) en metros.
5. (Agencia de disparo) Establezca la desviación referida adecuada en las miras basándose en el azimut de fuego. Establezca los datos de elevación/carga adecuados basándose en el alcance transmitido al objetivo y los cálculos proporcionados por las tablas de tiro tabuladas específicas para cada munición o la «rueda giratoria».

Ajuste de los disparos

6. (FO) Mantenga el sUAS en una posición que maximice el área de visión alrededor del objetivo.
7. (FO) Observe el impacto o impactos y utilice uno o varios de los métodos de localización del objetivo/impacto enumerados en el **paso 1** para medir una cuadrícula para el impacto.
8. (FO) Utilice la herramienta de línea y rumbo del software de cartografía para medir el azimut y el alcance **desde la agencia de disparo hasta el impacto**.
9. (FO) Envíe la corrección al organismo de disparo. (Véase el ejemplo siguiente para los cálculos).
10. (Agencia de disparo) Aplique la corrección milimétrica a las miras y ajuste los datos de elevación/carga para sumar o restar el alcance en metros.

Ejemplo de misión de disparo de arma contra objetivo con UAS

El FO localiza un ZBL-09, lo traza en relación con la ubicación de la agencia de fuego (FA) (Figura 19) y transmite un CFF.

⁵⁵El método de asociación del terreno reduce significativamente el riesgo de errores derivados de mediciones inexactas de la ubicación del visor. Estos errores son especialmente probables cuando el sistema se encuentra a una distancia lateral significativa en relación con la altitud del objetivo, y/o cuando el objetivo se encuentra en un terreno montañoso u ondulado. Para obtener una explicación detallada de estas fuentes de error, véase 1st Light Armored Reconnaissance Battalion, «1st LAR UAS Program», presentación en PowerPoint con fecha del 3 de noviembre de 2017. Disponible previa solicitud al 1st Light Armored Reconnaissance Battalion.

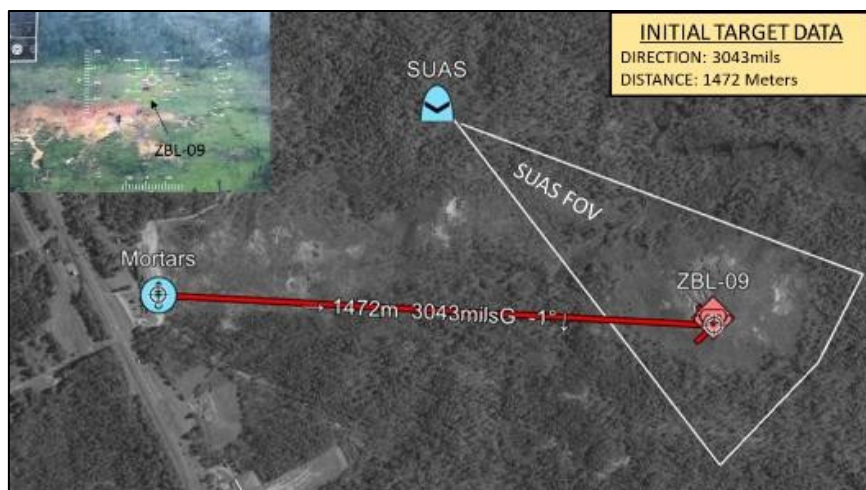


Figura 19. Cálculo de los datos iniciales del objetivo utilizando una herramienta digital de línea y rumbo.

- Línea 1 FO:** «Red Cloud, aquí Seminole, UAS Gun-Target, cambio».
FA: «Seminole, aquí Red Cloud, UAS Gun-Target, corto».
- Línea 2 FO:** «Dirección 3043 milésimas de cuadrícula, alcance 1472 metros, cambio».
FA: «Dirección 3043 milésimas de pulgada, alcance 1472 metros, cambio».
- Línea 3 FO:** «Vehículo blindado enemigo con soldados desmontados al descubierto, cambio».
FA: «Vehículo blindado de transporte de tropas enemigo con soldados desmontados al descubierto, cambio».
- MTO FA:** «Red Cloud, 4 cañones, 1 ronda en ajuste, 3 rondas en efecto. Número de objetivo AD2101».

La ronda de ajuste inicial cae a la izquierda y por debajo del objetivo (Figura 20).



Figura 20. Cálculo del ajuste de la ronda utilizando una herramienta digital de línea y rumbo.

El FO calcula la corrección izquierda/derecha tomando la diferencia, en milésimas de pulgada, entre 1) el azimut medido desde el punto de disparo hasta el objetivo, y 2) el azimut desde el punto de disparo hasta el impacto.

$$\text{Azimut al objetivo} - \text{Azimut al impacto} = \text{Corrección izquierda/derecha } 3043$$

$$\text{milésimas} - 2985 \text{ milésimas} = 58 \text{ milésimas DERECHA}$$

A continuación, el FO calcula la corrección de aumento/disminución tomando la diferencia en metros entre el alcance del agente de disparo al objetivo y el alcance al impacto.

$$\text{Distancia al objetivo} - \text{Distancia al impacto} = \text{Corrección de adición/sustracción } 1472 \text{ metros} - 1374 \text{ metros} = 98 \text{ metros AÑADIR}$$

Las correcciones se transmiten a la agencia de tiro en milésimas exactas y en los 25 metros más cercanos. El FO siempre especifica las unidades de medida para evitar confusiones con otros tipos de misiones de fuego.

Corr. FO: «Objetivo número AD2001, DERECHA 58 milésimas, AÑADIR 100 metros, cambio».

La agencia de fuego aplica la corrección a sus datos de desviación y elevación/carga referidos. El proceso de ajuste se repite hasta que se cumplen los criterios de fuego para el efecto.

Los datos de fin de misión se transmiten de la misma manera que con otros tipos de misiones de fuego.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE CORRECCIONES DE TIRO UAS DRONE-TARGET

Herramientas de corrección necesarias

Plataforma sUAS con cámara EO/IR y/o térmica y visor de la estación de control terrestre (GCS). *El vehículo aéreo debe ser capaz de proporcionar el azimut/rumbo de su visor.*

Inicio de disparos

1. (FO) Identifique la ubicación del objetivo mediante uno de los siguientes métodos:
 - Visor:** Coloque el patrón de retícula del visor del sUAS sobre el objetivo observado. El software del sUAS proporciona la ubicación del dron, el azimut del visor y la distancia estimada al objetivo. El FO calcula la cuadrícula resultante.
 - Sobrevuelo:** Vuele el sUAS directamente sobre el objetivo y utilice la ubicación indicada por el sistema en ese punto como la ubicación del objetivo.
2. (FO) Solicite fuego con una misión de dron-objetivo del sUAS.
3. (Agencia de disparo) Trace la ubicación del objetivo. Establezca la desviación referida adecuada en las miras y los ajustes de elevación/carga. Proporcione el MTO al observador.
4. (FO) Después de recibir el MTO, envíe el DTL a la agencia de fuego.

Ajuste de los disparos

5. (FO) Mantenga el sUAS en una posición que maximice el área de visión alrededor del objetivo. Si es necesario mover el dron o si este se desvía debido a las condiciones del viento, será necesario pasar una línea dron-objetivo (DTL) actualizada.

Nota: Si el dron de observación no puede mantener una ubicación precisa en la cuadrícula, el operador debe mantener el dron sobre un terreno reconocible con una cuadrícula conocida. Entre rondas de observación, el operador debe girar la cámara del dron hacia abajo para garantizar la ubicación constante del vehículo aéreo sobre el punto de referencia correcto. Esto es especialmente importante cuando hay vientos fuertes.

6. (FO) Observe el impacto o impactos y realice observaciones de alcance y desviación lo mejor posible utilizando la imagen de la cámara del dron. Nota: *la mayoría de los drones NO proporcionan retículas milimétricas con las imágenes de sus cámaras, por lo que las observaciones de desviación deben estimarse en **metros** utilizando tamaños conocidos o aproximados de otros objetos dentro del visor.*
7. (FO) Envíe las correcciones a la agencia de disparo. Si el dron se ha movido desde la última corrección, envíe primero una dirección DT actualizada. (Véase el ejemplo a continuación).

-
8. (Agencia de tiro) Calcule y aplique las correcciones de desviación a las miras y ajuste la elevación/carga para añadir o restar alcance.

Ejemplo de misión de disparo a un dron objetivo con UAS

El FO localiza dos ZBL-09 y anota su dirección y distancia estimada desde el dron.

Línea 1 FO: «Carnage, aquí Tomahawk, objetivo del dron UAS, cambio».
FA: «Tomahawk, aquí Carnage, UAS Drone-Target, corto».

Línea 2 FO: «Cuadrícula 11S MT 5080 0010, cambio».
FA: «Cuadrícula 11S MT 5080 0010, cambio».

Línea 3 FO: «Dos vehículos blindados de transporte de tropas enemigos con soldados desmontados al aire libre, cambio».
FA: «Dos vehículos blindados de transporte de tropas enemigos con soldados desmontados al descubierto, cambio».

MTO FA: «Carnage, 6 cañones, 1 ronda en ajuste, 3 rondas en efecto. Número de objetivo AD2102».

DTL FO: «Carnage, aquí Tomahawk. Dirección del objetivo del dron: cuadrícula 4750 mils, cambio».
FA: «Tomahawk, recibido. Dirección del objetivo del dron: cuadrícula 4750 mils, cambio».

En este ejemplo, basado en interferencias EW intermitentes, el FO vuelve a posicionar el dron. La ronda de ajuste inicial aterriza a 72 m a la DERECHA y 110 m más allá del objetivo. El FO calcula las correcciones y las transmite, junto con el nuevo DTL, al FA.

Las correcciones se transmiten a la agencia de fuego en múltiplos de 25 metros. El FO siempre especifica las unidades de medida para evitar confusiones con otros tipos de misiones de fuego.

Corr. FO: «Carnage, este Tomahawk, actualización de la dirección del objetivo del dron: cuadrícula 3830 mils, cambio».
FA: «Tomahawk, dirección del objetivo del dron 3830 mils de cuadrícula, cambio».
FO: «Objetivo número 2102, IZQUIERDA 75, DESCENSO 100, cambio».

La agencia de disparo, utilizando el nuevo DTL, calcula y aplica la corrección a sus datos de desviación y elevación/carga referidos.

El proceso de ajuste se repite hasta que se cumplen los criterios de fuego para el efecto.

Los datos al final de la misión se transmiten de la misma manera que con otros tipos de misiones de fuego.

OBSERVACIÓN CON SUAS DE DISPAROS DE AMETRALLADORAS

El empleo de ametralladoras desde posiciones protegidas puede sorprender al enemigo, complicar su capacidad de reacción y aumentar la supervivencia de los equipos de ametralladoras. Sin embargo, el uso de observadores humanos para controlar los disparos desde múltiples posiciones protegidas también puede presentar varios retos. Los observadores deben estar desplazados lateralmente con respecto a sus sistemas de armas si, como es probable, no hay una elevación conveniente situada directamente detrás de la línea de tiro. Esto puede requerir una distancia significativa entre los observadores y sus sistemas de armas, lo que les dificulta ver y evaluar los efectos, realizar las correcciones adecuadas e incluso identificar qué disparos pertenecen a qué equipo o escuadrón de armas. Los escuadrones de ametralladoras equipados con sUAS pueden evitar estos problemas. Con la observación aérea directa, son capaces de ajustar rápidamente los disparos sobre los objetivos, y su ubicación conjunta con el controlador/transmisión de vídeo también les ayuda a discriminar entre los disparos de sus sistemas de armas y los de otros.

A continuación se presentan algunas consideraciones para el empleo de sUAS desde posiciones «desplazadas» (alejadas de la línea arma-objetivo) y como «periscopio» (cerca de la posición del arma, similar a la alineación directa tradicional). Aunque no se analiza en detalle aquí, hay que señalar que todos estos métodos siguen requiriendo determinar y mantener

elevación mínima del cañón para el despeje de la máscara (teniendo en cuenta también el cono de fuego), así como el uso de tablas de tiro adecuadas para determinar las elevaciones necesarias del cañón para alcanzar los objetivos deseados.⁵⁶

Métodos de compensación

Cuando el observador coloca el vehículo aéreo lejos de la GTL, utilizará el método UAS Gun-Target o el método UAS Drone-Target para realizar las correcciones. Tenga en cuenta que el método UAS Drone-Target requerirá que el equipo de artillería utilice un tablero de trazado para calcular las correcciones con respecto al cañón, mientras que el método UAS Gun-Target solo requerirá consultar las tablas de tiro para correcciones de mayor alcance. Cuando se emplean varios equipos de ametralladoras junto con múltiples sUAS, se debe tener cuidado de distribuir los vehículos aéreos en una amplia zona para complicar las contramedidas enemigas.

Alineación directa / Método «Periscope»

Este método emplea sUAS como técnica de observación de alineación directa, posicionando el vehículo aéreo a lo largo o cerca del GTL (incluyendo delante o detrás de la posición del arma). Para ayudar a evitar la detección visual y por radiofrecuencia, la unidad de ametralladora puede posicionar el vehículo aéreo a la menor elevación posible para ver el objetivo más allá de la máscara. A continuación, el operador del sUAS convierte las desviaciones laterales y de alcance de metros estimados a milésimas, basándose en el alcance del objetivo (correcciones de desviación) y las tablas de tiro aplicables (correcciones de alcance).

Los disparos del MK19 suelen ser fácilmente observables con las imágenes de la cámara del sUAS, mientras que los disparos de ametralladoras medianas son los que presentan más dificultades. Elevar el vehículo aéreo ligeramente por encima de la ordenada máxima puede proporcionar la mejor posición para observar las balas trazadoras. Los marines también deben buscar sistemas con imágenes de cámara analógicas, ya que la compresión digital puede eliminar inadvertidamente objetos pequeños y de movimiento rápido (como disparos de ametralladoras e impactos) de los fotogramas de vídeo sucesivos.

⁵⁶Véase MCTP 3-01C *Ametralladoras y artillería de ametralladoras* para los procedimientos de disparo desde refugios.

CAPÍTULO 7

EMPLEO DE DRONES DE ATAQUE BIDIRECCIONALES

Los drones de ataque bidireccionales lanzan o disparan municiones cargadas y regresan para rearmarse. Cuando transportan múltiples municiones, estos drones pueden utilizarse para atacar varios objetivos en un solo vuelo. Al separar la munición del vehículo aéreo, estos sUAS también pueden completar sus ataques desde altitudes más elevadas que los drones de ataque unidireccionales, lo que los hace menos susceptibles, en la mayoría de los casos, a las contramedidas cinéticas o electrónicas del enemigo. Sin embargo, el Cuerpo de Marines carece actualmente de sistemas dedicados de este tipo, y las TTP de empleo siguen siendo incipientes. Por lo tanto, en este capítulo se presentan brevemente varias consideraciones de empleo antes de proceder con las instrucciones para configurar el sUAS R80D SkyRaider RSTA como un dron lanzador.

SOBRE EL EMPLEO

Integración en el espacio aéreo. En comparación con los drones de ataque unidireccionales, los drones de ataque bidireccionales requieren una planificación y coordinación adicionales para la ruta de salida. Al igual que los drones RSTA, es probable que tengan que regresar a través de un espacio aéreo en el que se estén llevando a cabo medidas amigas para interrumpir y derrotar a los drones enemigos. Para evitar que sean blanco de las fuerzas amigas, puede ser necesario acordar con las unidades avanzadas y adyacentes rutas de tránsito, puntos de contacto y zonas de permanencia previamente coordinados.

Correlación de objetivos. Es posible que los drones de ataque bidireccionales no puedan ver eficazmente los objetivos mientras transportan cargas útiles u operan a mayor altitud. Por lo tanto, casi siempre deben ir acompañados de un dron RSTA para rastrear y correlacionar los objetivos previstos y observar el BDA.

Altitud de caída y precisión. Los adaptadores actuales para cargas explosivas tienen aletas que garantizan la orientación adecuada para el funcionamiento de la espoleta y los efectos de la explosión. Al introducir resistencia aerodinámica, estas aletas también pueden aumentar la desviación de la carga útil respecto al objetivo previsto. Por lo tanto, los marines se enfrentan a una disyuntiva entre las ventajas de lanzar desde altitudes más elevadas (por ejemplo, menor probabilidad de detección auditiva o visual, efectos de interferencia y destrucción cinética, etc.) y sus desventajas (es decir, la desviación de la carga útil). Por ejemplo, dada la alta susceptibilidad del SkyRaider, ruidoso y de movimiento lento, a ser detectado y derribado a altitudes más bajas, los equipos que emplean este sistema generalmente deben aceptar un cierto grado de desviación de la carga útil. Por lo tanto, los lanzamientos de munición única solo deben emplearse normalmente contra objetivos de área y con la intención de perturbar, no destruir los objetivos.

Armas. La mayoría de los sistemas de carga útil ofrecen opciones de materiales y patrones de fragmentación. Contra el personal, la explosión aérea con fragmentación total (no direccional) probablemente resulte más eficaz. Contra las minas, la explosión aérea con fragmentación direccional debería normalmente lograr los mejores efectos.

Vulnerabilidades del equipo sUAS. Al igual que los drones RSTA, los drones de ataque bidireccionales que regresan a sus puntos de lanzamiento pueden proporcionar al enemigo información oportuna sobre la ubicación y las operaciones del equipo sUAS amigo. Por lo tanto, los equipos sUAS deben considerar medidas como puntos de aterrizaje compensados y verificar la ausencia de vigilancia enemiga antes de intentar recuperaciones.

LA CARGA ÚTIL Y EL ACCESORIO DE MARCADO SKYRAIDER (SPAM- A)

Los marines pueden ocultar la observación enemiga, marcar objetivos, detonar minas y atacar formaciones enemigas con el sistema R80D SkyRaider. El SkyRaider incluye un gancho de liberación de carga útil motorizado «Osprey» que puede manejarse a distancia mientras el sistema está en vuelo.

Nota: La autorización de vuelo provisional (IFC) del Comando de Sistemas Aéreos Navales (NAVAIR) para el R80D SkyRaider no autoriza actualmente su «armamento». Este manual proporciona una referencia para saber si se autoriza dicho empleo y cuándo.

El SkyRaider puede transportar municiones individuales con su gancho de lanzamiento, o configurarse para transportar múltiples municiones activadas por cuchara (granadas de humo, incendiarias y de fragmentación, etc.) con la adición del SkyRaider Payload and Marking Attachment (SPAM-A).

El SPAM-A es un adaptador de manguito de cinco cilindros impreso en 3D que se monta mediante bridas a las patas del SkyRaider (Figura 21). Cada cilindro tiene una trampilla en la parte inferior que se acciona mediante un émbolo central conectado al gancho «Osprey» del SkyRaider, situado debajo del vehículo aéreo. Una vez que se gira el gancho de lanzamiento, se libera el émbolo, lo que provoca que se abran las trampillas y permita que caigan las cargas útiles. Al salir de los cilindros, la palanca de seguridad de cada munición se libera y activa la espoleta.

Los planos digitales actuales del SPAM-A se pueden descargar del sitio SharePoint del Cuerpo de Marines [del Equipo sUAS](#) del 1.er Batallón, 5.º Regimiento de Marines.



Figura 21. SkyRaider con SPAM-A y granadas de humo M18.

Cargas útiles del SPAM-A

La mayoría de las municiones activadas por palanca del inventario de armas pequeñas del Cuerpo de Marines son compatibles con el SPAM-A. Entre ellas se incluyen:

- Granadas de humo M18
- Granadas de fragmentación M67 (y granadas de entrenamiento «Blue Body»)
- Granadas incendiarias
- Botes de gas CS
- Granadas aturdidoras

Además, los marines pueden utilizar globos de agua o pelotas de tenis para el entrenamiento de fuerza contra fuerza, dentro de los controles de riesgo adecuados.

Características de rendimiento

El SPAM-A con cualquiera de las cargas útiles anteriores reduce la autonomía del SkyRaider a aproximadamente 15-18 minutos, dependiendo de los vientos, la altitud y la temperatura del aire. Este tiempo de vuelo permite un alcance operativo estimado de 2000 metros si se sigue una línea recta desde el lanzamiento hasta el objetivo. Los ACM y otras restricciones pueden reducir significativamente el alcance efectivo.

Carga del SPAM- A

La carga consiste en insertar la munición en cada cilindro y luego retirar los dispositivos de seguridad preliminares, como los clips para el pulgar y los pasadores de extracción. Cada cilindro impide que la palanca de la munición insertada se extienda lo suficiente como para activar la espoleta temporizada. Es preferible cargar las granadas de humo boca abajo debido a la longitud de la palanca, ya que esta puede «engancharse» en el interior del cilindro e impedir que la munición caiga libremente cuando se suelta. Las granadas de fragmentación deben cargarse en posición vertical para poder manipular con cuidado los mecanismos de seguridad. Se debe tener especial cuidado al cargar municiones de fragmentación, incendiarias o CS.

A continuación se indican los pasos precisos para cargar y manejar las granadas M67.

1. Construya una zona de carga (Figura 22) y una posición de seguridad. La zona de carga consiste en un parapeto de sacos de arena construido de acuerdo con las especificaciones estándar⁵⁷ para proteger al personal en caso de una liberación prematura. La posición de seguridad se encuentra al menos a 150 metros del punto de lanzamiento para granadas individuales y a 300 metros para cargas múltiples de granadas.⁵⁸ Los lanzamientos con múltiples granadas deben realizarse en una zona de impacto específica para tener en cuenta la posibilidad de que una granada sin detonar sea lanzada lejos por una granada detonada y luego no pueda ser localizada.
2. Configure el SkyRaider: fije el SPAM-A y coloque el émbolo en la posición «arriba/cerrado» con el gancho de lanzamiento del sistema también arriba/cerrado.

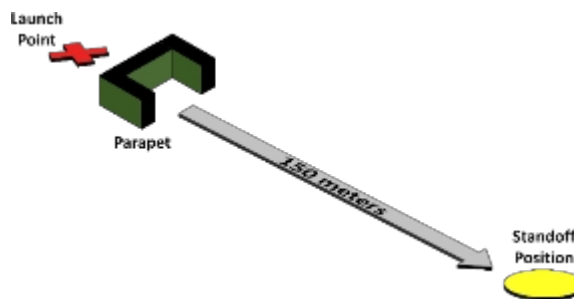


Figura 22. Área de carga del M67 y posición de separación

3. Coloque el SkyRaider con el SPAM-A sobre una plataforma de montaje (Figura 23) que mantenga el émbolo en la posición arriba/cerrado, incluso si la garra de lanzamiento gira inadvertidamente a abajo/abierto. Las unidades pueden diseñar sus propias plataformas de montaje con los materiales disponibles. Según el diseño actual del SPAM-A, la plataforma de montaje debe tener una altura de 4,5 pulgadas.

⁵⁷Véase el folleto DA 385-63 *Range Safety (Seguridad en el campo de tiro)* de abril de 2014, 46. El parapeto debe tener al menos 1,5 m de altura y 0,5 m de grosor.

⁵⁸ Según el folleto DA 385-63, 46-48, 150 m es la distancia de seguridad para el personal desprotegido *en caso de una sola granada*. En el caso de múltiples granadas, es posible que una o más granadas no detonen con las demás. Las explosiones de las granadas detonadas podrían lanzar esas granadas a puntos en los que sus patrones de fragmentación supongan un riesgo para el personal más allá de la distancia original de 150 m desde el punto de lanzamiento.



Figura 23. Plataforma de montaje SPAM-A.

4. Aplique presión con una Leatherman (pero NO retire) los extremos de las clavijas de la granada para reducir la fuerza necesaria para sacarlas. La acción del resorte de la cuchara mantendrá la clavija en su lugar, pero se debe tener cuidado de mantenerlas insertadas hasta después del siguiente paso.
5. Para cada granada, retire el clip para el pulgar e insértela en uno de los cilindros, observando que se deslice suavemente. Si la granada no se desliza suavemente dentro del cilindro, no utilice ese cilindro, ya que la granada podría no caer al soltarla. Marque el cilindro para lijarlo y/o limpiarlo más tarde.
6. Una vez que todas las granadas estén cargadas en sus cilindros, para cada granada: retire el pasador y observe para asegurarse de que la cuchara quede retenida en su lugar por el cilindro. En el caso remoto de que la cuchara no quede retenida, póngase inmediatamente a cubierto en el parapeto, ya que la granada detonará.
7. Una vez retirados todos los pasadores, vuelva a la posición de separación.
8. Lance el sUAS y entregue la carga útil (Figura 24).



Figura 24. Impactos de granadas de fragmentación SkyRaider en Camp Pendleton en septiembre de 2023.

Otras consideraciones sobre el empleo de e

El tiempo de fusible de 4-5 segundos del M67 significa que una caída desde unos 400 pies provocará que la granada detone momentáneamente antes o después del impacto con el suelo. ⁵⁹Las caídas desde mayor altura provocarán explosiones aéreas, que pueden ser menos efectivas. Las caídas desde menor altura alargarán el tiempo que la granada permanece en el suelo antes de detonar, lo que puede permitir al enemigo buscar refugio o lanzar la granada lejos.

A 400 pies, el SkyRaider es muy visible y audible, lo que hace que las M67 no sean ideales como munición de ataque. Sin embargo, teniendo en cuenta el alcance limitado del SkyRaider cuando está cargado con granadas, este ataque

⁵⁹ Para objetos en caída libre con una velocidad vertical inicial igual a cero, el tiempo que tarda un objeto con una resistencia del aire insignificante en alcanzar el suelo viene dado por $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ donde h es la altura desde la que se deja caer el objeto y g es la fuerza gravitatoria. A una altura de $h =$

400 pies y con una fuerza gravitacional $g = 32,2$ pies por segundo², el tiempo de caída $t = 4,99$ segundos. Tenga en cuenta que, aunque es probable que esta fórmula sea precisa para objetos redondos y lisos como las granadas, puede ser necesario tener en cuenta la resistencia del aire para otros objetos, especialmente los adaptadores de carga útil comerciales que cuentan con mecanismos de estabilización que introducen deliberadamente resistencia.

Este perfil puede ser muy adecuado para fuerzas que ya se están acercando a una posición enemiga. En tales casos, los demás ruidos y sonidos de la batalla pueden ayudar a enmascarar la aproximación del SkyRaider, y la integración de otros fuegos debería, al estilo de las armas combinadas del Cuerpo de Marines, perturbar la capacidad del enemigo para derrotarlo.

CONSIDERACIONES SOBRE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE LOS DRONES DE ATAQUE

Al emplear drones de ataque bidireccionales, los líderes deben tener en cuenta los siguientes riesgos y posibles medidas de control.

Fallos en la liberación de municiones

Si alguna munición no cae al ser lanzada, el operador del sUAS intentará desalojarla realizando pequeños ajustes rápidos y repetidos en la ubicación de vuelo estacionario del sistema. Si alguna munición sigue sin lanzarse, el operador aterrizará el sUAS en una ubicación «de emergencia» preestablecida o en su punto de despegue original junto a la zona de carga. A continuación, un técnico de desactivación de artefactos explosivos (EOD) se encargará de neutralizar cualquier munición que no se haya liberado.

Pérdida de la conexión

A menudo, lo mejor será programar el sUAS para que regrese a su posición de lanzamiento en caso de pérdida de conexión. Sin embargo, los operadores deben tener en cuenta que la mayoría de los sUAS regresarán por la ruta más directa, lo que puede infringir las ACM establecidas y poner en peligro a otras aeronaves y fuerzas terrestres. El regreso de los sUAS a sus posiciones de lanzamiento también puede comprometer a las fuerzas amigas en primera línea, ya que pueden ser detectadas y convertidas en objetivos por el enemigo. Una alternativa es programar un punto de contacto aéreo, donde el sUAS permanecerá suspendido hasta que el operador pueda restablecer la conexión. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, una vez que las baterías del sistema se descarguen, puede aterrizar directamente debajo de ese punto.

Fuerzas amigas

Cuando se emplea una carga letal, se debe evitar sobrevolar tropas amigas. Para determinar la separación lateral adecuada, es necesario tener en cuenta tres fuentes de incertidumbre: el radio estimado de víctimas a una distancia determinada para la munición transportada, la presencia de vientos y la distancia a la que la munición puede ser arrastrada durante su caída, y la susceptibilidad del sUAS a desviarse de la ruta asignada. Dada la importante distancia de seguridad (150 m) ya prescrita por el folleto DA 365-63, junto con la fiabilidad observada con la que el SkyRaider sigue las rutas de vuelo asignadas, se puede utilizar una distancia de seguridad de 150 m como distancia mínima de seguridad (MSD) en el entrenamiento entre las tropas y el corredor de tránsito del sUAS. Tenga en cuenta que esta MSD no tiene en cuenta medidas de mitigación adicionales, como colocar a las tropas detrás de un refugio.

CAPÍTULO 8

TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE PEQUEÑAS UNIDADES CONTRA SUAS

Los sUAS proporcionan ventajas significativas a las unidades tácticas, pero pueden ser derrotados. Los métodos para derrotarlos incluyen acciones **continuas** para hacer que las fuerzas amigas sean objetivos más difíciles, acciones **defensivas** para interrumpir y derrotar a los vehículos aéreos que se encuentran sobre ellos o que se acercan, y acciones **ofensivas** para localizar y atacar a los operadores de sUAS enemigos. Estos métodos se agrupan a veces como medidas activas o pasivas, pero la etiqueta «pasiva» es engañosa, ya que suele incluir acciones que implican la instalación, desmontaje y mejora continuos del camuflaje, la cobertura aérea, los señuelos, etc. Hacer que uno mismo, su posición y sus fuerzas sean más difíciles de atacar es un esfuerzo activo y continuo.

Los marines deben integrar todas las herramientas disponibles para la defensa contra los sUAS. Actualmente, el GCE carece de equipos especializados ampliamente desplegados para la lucha contra los C-sUAS. Sin embargo, cuenta con herramientas generalizadas que pueden y deben aplicarse. Tras examinar dichas herramientas, en este capítulo se analizan las principales acciones **continuas** y **defensivas** para las que pueden utilizarse. Nada de lo que se presenta aquí —dispersión, camuflaje, enmascaramiento térmico, seguimiento por radar, detección de radiofrecuencia o interferencia— es nuevo, ni exclusivo de la amenaza de los sUAS. Este capítulo simplemente reúne estos métodos y analiza sus aplicaciones para la lucha contra los C-sUAS.

Para conocer los métodos **ofensivos** C-sUAS basados en sUAS, consulte los capítulos 1 y 3, donde encontrará información sobre las misiones, el empleo y las consideraciones de planificación de los equipos sUAS. Además, en este capítulo se analiza brevemente *la recuperación y el aprovechamiento* de los vehículos aéreos enemigos derribados, acciones que contribuyen a impulsar las operaciones ofensivas C-sUAS, así como a mejorar nuestras medidas defensivas.

ACCIONES CONTINUAS Y MÉTODOS C-SUAS

Los siguientes métodos de acciones continuas para derrotar a los sUAS pueden resumirse como «buenas técnicas de campo». Con algunos matices relativos, lo que los marines han practicado durante mucho tiempo para mejorar la supervivencia frente a los fuegos indirectos y las emboscadas del enemigo también tiene un uso crítico para derrotar la capacidad del enemigo de atacarlos con sUAS. Estos métodos incluyen lo siguiente.

Dispersión

Desde la introducción de los rifles de retrocarga y repetición hace más de 150 años, la dispersión táctica ha sido necesaria en el campo de batalla. La proliferación de los sUAS no cambia eso, pero sí introduce algunas consideraciones adicionales. En primer lugar, aunque la dispersión puede ayudar a reducir la firma visual ante las fuerzas terrestres enemigas, también puede aumentar la firma visual ante los sUAS enemigos que pasan o merodean. Esto se debe a que una fuerza ampliamente dispersa ofrece más posibilidades, en un área más amplia, de detección visual o térmica dentro del campo de visión del sistema. *Por lo tanto, la dispersión puede ser principalmente un medio para limitar o ralentizar la recopilación de información sobre el tamaño y la composición de las fuerzas amigas y para protegerlas contra los efectos de las municiones lanzadas, más que un medio para evitar la detección directa por parte de los sUAS.* Si la detección por parte de los sUAS enemigos es la mayor amenaza, entonces los marines pueden necesitar equilibrar la dispersión táctica con el ocultamiento aéreo disponible que proporcionan el terreno y la vegetación.

Camuflaje visual y térmico

Para evitar la detección, normalmente se requieren algunos elementos de camuflaje. El camuflaje debe dificultar que los operadores de sUAS enemigos detecten la presencia de fuerzas amigas a través de las cámaras y pantallas de vídeo de sus sistemas. En la actualidad, la mayoría de los sUAS no funcionan con software o servicios de detección/reconocimiento automático de objetos fiables y oportunos; cuando lo hagan, nuestros esfuerzos de camuflaje simplemente tendrán que seguir adaptándose para confundir

y derrotar también a esos algoritmos. *Actualmente, los elementos más críticos de la firma visual son el color, el contorno, la textura/brillo, el patrón/regularidad, el movimiento y el calor.*⁶⁰

Color. Nuestra piel, uniformes y equipo nunca coincidirán exactamente con el entorno que nos rodea. Para minimizar las posibilidades de detección aérea, los marines deben hacer un uso extensivo de la vegetación cercana, entrelazándola y colocándola sobre ellos mismos, sus posiciones y su equipo. Para reducir aún más los contrastes de color, busquen posiciones cubiertas por sombras persistentes.

Contorno. Las personas (especialmente las que están de pie), los vehículos y las posiciones de combate descubiertas también son detectables porque presentan formas únicas. **Los marines deben reducir o romper sus contornos** cubriendo los objetos con redes lisas, eliminando las sombras y ocultando las líneas rectas.

Textura y brillo. Los vehículos, lonas y otros objetos pueden presentar superficies lisas o brillantes en contraste con entornos más texturizados. Por el contrario, las huellas en la hierba alta o en la nieve pueden presentar superficies rugosas en contraste con entornos lisos. Ambos contrastes son muy detectables. Además, los parabrisas y otros objetos de cristal o metal sin pintar producen reflejos brillantes, por lo que deben cubrirse siempre que sea posible. **Los marines deben asegurarse de cubrir sus ópticas con filtros «de panal» o material de pantalla, quitarse las gafas de visión nocturna de los cascos durante el día y utilizar las copas oculares de las gafas para bloquear la fuga de luz por la noche.**

Patrón/regularidad. El personal, los vehículos o las posiciones de combate espaciados de forma regular pueden llamar la atención, incluso si cada uno de ellos está bastante bien oculto. Si cada uno de ellos presenta una o más pequeñas anomalías, el efecto general puede ser mucho mayor si todos están espaciados a intervalos regulares. **Busque patrones observables y rompa con ellos.**

Movimiento. Los movimientos bruscos llaman la atención. Los movimientos rápidos son más detectables que los lentos. Por lo tanto, cuando se cumplen todas las demás condiciones de camuflaje (color, contorno, textura, etc.), es mejor moverse lentamente por una zona expuesta. Sin embargo, si no se pueden cumplir estas condiciones y un marine o un vehículo van a destacar en el entorno circundante, puede ser mejor moverse rápidamente a la siguiente posición oculta para reducir el tiempo disponible para que el enemigo los detecte y reaccione.

Calor. Las primeras cinco consideraciones son el enfoque tradicional de los esfuerzos de camuflaje; ahora se añade el calor porque muchos sUAS llevan cámaras EO/IR y térmicas que proporcionan al operador una representación en color de los niveles relativos de radiación térmica de los objetos. En el caso de las fuerzas terrestres, normalmente solo se pueden conseguir reducciones marginales en los niveles de radiación térmica en relación con el entorno circundante, ya que los seres humanos son de sangre caliente. Si no se puede reducir la radiación térmica, hay que enmascararla. El resto de este debate se centra en enmascarar el calor a los sensores aéreos.

En ausencia de materiales especiales, el calor puede «enmascararse» de un sensor térmico colocando un objeto o una pantalla entre su fuente y el sensor. Sin embargo, cuanto más cerca esté la pantalla de la fuente de calor, antes absorberá y comenzará a emitir calor por sí misma, o creará una acumulación de aire caliente que eventualmente escapará (e irradiará su calor) a través de las aberturas disponibles. Por lo tanto, es probable que las medidas individuales, como los ponchos y las mantas térmicas, sean más eficaces solo cuando se utilizan durante un tiempo limitado, tal vez cuando se detecta un sUAS enemigo en la zona. El uso prolongado y continuo de estas medidas (por ejemplo, en un puesto de observación) producirá una señal detectable siempre que la cubierta esté cerca de la fuente de calor o dondequiera que escape el aire caliente (y el calor escapará, o de lo contrario la persona se cocerá).

El camuflaje térmico puede proporcionar una protección a más largo plazo si la pantalla se coloca más lejos de la fuente de calor. Debajo de la pantalla, el aire ambiente se mezcla con el aire calentado, produciendo un gradiente de radiación térmica que se vuelve pequeño y menos detectable en la pantalla o cerca de ella. Cuando los sUAS pasan por delante de la pantalla, esta no destaca del entorno circundante. Las redes de camuflaje estándar, cuando se elevan adecuadamente, pueden lograr un camuflaje térmico

⁶⁰ Para obtener más información sobre las consideraciones de camuflaje, véase Brendan McBreen, ed., *Signature Management Camouflage SOP* (2020) y el *Signature Management Handbook* (2025) de la 1.ª División de Marines.

incluso para fuentes de calor grandes, como vehículos y generadores. La doble capa de la red también puede ayudar a garantizar que el sensor no pueda ver «a través» de la red las fuentes de calor que se encuentran debajo.

Las fuerzas terrestres en movimiento tendrán el gran reto de ocultar sus firmas térmicas. Aquí es donde puede resultar más útil considerar las emisiones térmicas como un tipo especial de color, especialmente porque así es como la mayoría de los sensores térmicos muestran esas firmas a los operadores humanos. Con ese concepto, surge una disyuntiva: en realidad, puede ser mucho más difícil mimetizarse con los «colores» *térmicos* del entorno nocturno que con sus longitudes de onda *ópticas* durante el día, especialmente cuando la vegetación también puede ayudar a ocultar la forma física. En tales situaciones, nuestra inclinación a operar de noche para evitar ser detectados puede, en realidad, *aumentar* nuestra detectabilidad. Por otra parte, el aire más cálido durante las horas diurnas puede dificultar la detección térmica, mientras que nuestro camuflaje visual podría ocultarnos mucho mejor en el espectro óptico frente al terreno y la vegetación circundantes. Por lo tanto, los sensores térmicos omnipresentes nos obligan a reconsiderar las adaptaciones existentes para evitar la detección puramente visual. Contrariamente a nuestras expectativas previas, en realidad puede ser más fácil evitar la detección de la mayoría de los sUAS durante el día que durante la noche. Además, los marines deben aprovechar los periodos de «cruce térmico», cuando las temperaturas del aire y del suelo son aproximadamente iguales al comienzo y al final del día, ya que estas condiciones tienden a reducir la claridad de las imágenes térmicas. La niebla y la lluvia también presentan condiciones favorables para el movimiento.

Protección física

La necesidad de protegerse de los disparos desde el aire no es nada nuevo, y las técnicas de atrincheramiento existentes siguen siendo válidas. Sin embargo, dado que los sUAS son capaces de apuntar con precisión a pequeñas aberturas, puede ser necesario modificar el diseño de los vehículos y torretas, así como la construcción de los búnkeres. Las siguientes consideraciones se aplican a la protección física contra los sUAS.

Redes. Para las fuerzas terrestres que realizan paradas temporales y no pueden atrincherarse con cobertura aérea, las mismas redes de camuflaje utilizadas para ocultarse también pueden proporcionar cierta protección contra los sUAS utilizados para lanzar municiones simples o realizar ataques unidireccionales. Esto se debe a que el pequeño tamaño y la baja velocidad de los sUAS pueden limitar su capacidad para penetrar la mayoría de las redes, lo que proporciona una protección limitada. Para proteger mejor contra las cargas útiles de ataques unidireccionales y bidireccionales, las redes de camuflaje o las mallas/alambres protectores deben estar tensados con ángulos de inclinación suficientes para que las municiones reboten o rueden desde el centro hacia los lados de una posición cubierta. Los huecos o las caídas en las redes no solo proporcionarán un camuflaje visual menos eficaz, sino que también formarán «cestas» que pueden atrapar y retener las municiones lanzadas, con efectos no deseados.

Hilo de pescar. El hilo de pescar se puede colgar en ventanas, otras aberturas o incluso en las ramas de los árboles para ayudar a proteger contra las incursiones de sUAS. El hilo de pescar es difícil de detectar para el operador en su transmisión de vídeo, y una vez que el hilo entra en contacto con el rotor de un dron, se enreda rápidamente alrededor de la hélice, deteniendo el movimiento hacia adelante del dron. El hilo de pescar proporciona una medida de protección conveniente para los marines de infantería, ya que los carretes se pueden transportar fácilmente de un lugar a otro.

Prácticas de camuflaje para el personal y los vehículos

Las siguientes técnicas proporcionan ocultación visual y térmica desde arriba con materiales ampliamente disponibles. Estas configuraciones logran suficiente «altura» por encima de los objetos ocultos para minimizar las señales de radiación térmica. También proporcionan pendientes óptimas de 50 grados y contacto con el suelo para reducir la detectabilidad visual desde arriba.⁶¹ Si bien estas configuraciones se basan en los sistemas de redes de camuflaje ultraligeras (ULCANS) que bloquean el calor (y, en ocasiones, el radar) disponibles en las instalaciones de suministro de unidades de instalación (UIF), cabe señalar que también se pueden utilizar redes de camuflaje estándar, no ULCANS, de las mismas dimensiones para el ocultamiento visual.⁶² Entre las redes que no son ULCANS, los modelos de color tostado/desierto suelen tener capas adicionales, lo que proporciona un ocultamiento térmico apreciable si se colocan correctamente sobre objetos que irradian calor. Comúnmente

⁶¹ Véase TM 5-1080-250-12&P Manual de mantenimiento para operadores y unidades de sistemas de redes de camuflaje ultraligeras (ULCANS), páginas 1-8 y 2-3.

⁶² El Cuerpo de Marines completó el despliegue de miles de conjuntos ULCANS en todas las MEF en 2024. Las unidades ahora tienen la oportunidad de entrenar regularmente con este avanzado equipo de camuflaje.

Sin embargo, las redes verdes/jungla disponibles suelen ser demasiado finas y permiten que los sensores térmicos vean fácilmente los objetos que hay debajo.

Personas en movimiento. Actualmente, el Cuerpo de Marines no cuenta con equipos para ocultar la radiación térmica de las personas en movimiento. Existen productos comerciales, que suelen ser ponchos de malla ligeros y transpirables que cubren las superficies calientes de la observación, al tiempo que permiten un intercambio de aire continuo que evita la ventilación visible o la acumulación de calor perjudicial.

Para los marines que no disponen de este tipo de equipo, existen algunas opciones.

Equipo para lluvia: La chaqueta y los pantalones impermeables suministrados, cuando se mantienen a temperatura ambiente (por ejemplo, guardados en el exterior de una mochila) y se ponen rápidamente, pueden proporcionar hasta uno o dos minutos de ocultación térmica eficaz para el personal en movimiento. Transcurrido ese tiempo, el material comenzará a irradiar el calor que ha absorbido del cuerpo. Los marines pueden utilizar esta técnica para cruzar zonas aéreas peligrosas cortas con mayor probabilidad de detección.

Paraguas: Cuando la detección solo es probable desde una única dirección, los paraguas pueden proporcionar un camuflaje térmico parcial eficaz. Al igual que con todos los objetos utilizados para enmascarar la firma térmica, el paraguas debe almacenarse previamente en un lugar donde su temperatura sea similar a la del entorno. Tenga en cuenta también que los paraguas pueden ser muy detectables por los sensores de intensificación de luz (que funcionan como los dispositivos de visión nocturna AN/PVS-14 y AN/PVS-31B) debido a su forma distintiva.

Actualmente, las Escuelas de la 1.^a División de Marines no recomiendan el uso habitual de Mylar u otras «mantas espaciales» de material metálico, ya que estos productos suelen ser difíciles de fijar sobre todas las superficies cálidas que deben ocultar, ofrecen una visibilidad significativa a los dispositivos de intensificación de la luz y tienden a degradarse rápidamente con el uso repetido. La lona suministrada tampoco es una buena opción (Figura 25), ya que su material fino tiende a absorber y radicar calor casi inmediatamente desde cualquier superficie caliente con la que entra en contacto.

Posición individual fija / de combate. Existen numerosos productos comerciales que ofrecen un excelente equilibrio entre bloqueo térmico, peso, transpirabilidad y durabilidad, pero a un precio elevado. Hasta que el Cuerpo de Marines adquiera este tipo de equipamiento a gran escala, los marines deben desarrollar sus propias adaptaciones. En la primera mitad de 2025, las escuelas de la 1.^a División de Marines buscaron una «solución de 30 dólares y 30 segundos» que pudiera proporcionar un camuflaje visual y térmico de bajo coste y rápido despliegue para los marines estacionarios. En el momento de redactar este manual, la siguiente es la mejor solución probada hasta la fecha. Se asemeja al camuflaje personal «Barracuda» probado por el Cuerpo de Marines, pero nunca adquirido, alrededor de 2018. Se anima a todos los marines a seguir experimentando y compartiendo mejoras sobre este diseño básico.

Materiales

(1) Marco emergente «Bug net», disponible en UIF o por 30-70 dólares (modelos económicos) en tiendas online.

(1) Recorte de la red de camuflaje, con un tamaño que permita cubrir el suelo por todos los lados cuando se coloca sobre el armazón desplegable.

Nota: El armazón desplegable debe ser lo suficientemente resistente como para soportar el peso de la red. En general, los armazones desplegables soportan menos peso cuanto más baratos son, mientras que los materiales de camuflaje eficaces son más ligeros y más caros. Actualmente, la mejor relación calidad-precio (y durabilidad) suele encontrarse en los armazones más resistentes y las redes más pesadas.

Configuración

1. Retire el exceso de material de la pantalla incorporada en el armazón desplegable con unas tijeras o un cuchillo.
2. Fije el armazón plegable y la malla de camuflaje en lugares accesibles sobre o dentro de la mochila de asalto o principal. Es mejor que estén expuestos al aire circundante para que estos materiales no estén notablemente calientes o fríos cuando se despliegan.
3. Cuando sea necesario, despliegue el armazón emergente, cúbralo con la malla de camuflaje y métase dentro con todo el equipo. Este procedimiento debe practicarse para que lleve el menor tiempo posible.

4. Asegúrese de que la red llegue hasta el suelo por todos los lados y compruebe que haya flujo de aire a través del marco; esto ayudará a evitar que los objetos que se encuentren debajo de la red (incluido el suelo) absorban y irradian el calor acumulado.
5. Si es necesario, ajuste la malla para permitir la observación y el uso de armas en el sector asignado, teniendo cuidado de limitar las líneas de visión hacia las superficies que irradian calor desde arriba.
6. Si permanece en el lugar, aproveche las oportunidades disponibles para ocultar aún más la red con materiales vegetales seleccionados de la zona inmediata, sin alterar visiblemente la vegetación. Refuerce el marco emergente con palos según sea necesario.
7. Si se atrinchera, procure mantener la tierra y las rocas recién excavadas bajo ocultación térmica hasta que su temperatura se iguale con la del entorno.

Como se muestra en la figura 25, la altura que se consigue con el marco emergente ayuda a reducir la firma térmica de una persona, incluso con materiales de cobertura económicos. La lona suministrada sigue siendo relativamente detectable debido a su rápida absorción y radiación de calor, pero la red de camuflaje estándar funciona casi tan bien como los materiales avanzados de bloqueo térmico, mucho más caros.

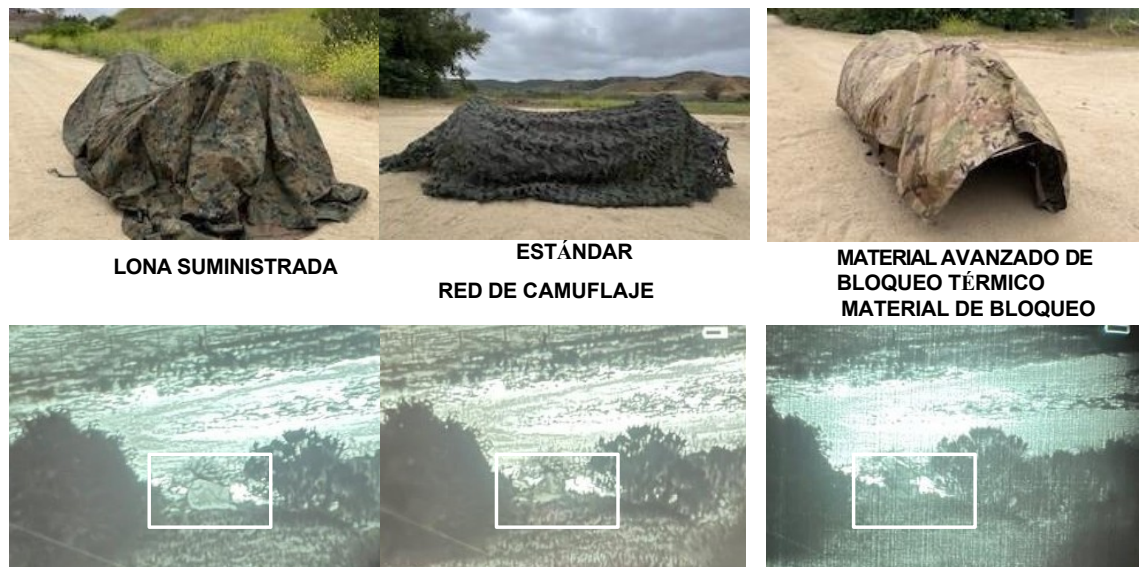


Figura 25. Ejemplos de configuraciones de camuflaje individuales para ocultación visual y térmica.

Vehículo táctico ligero conjunto (variante de carga). Un M1279 JLTV utilitario o «de respaldo alto» puede ocultarse y protegerse parcialmente de los sUAS enemigos con redes ULCANS (1) hexagonales y (2) en forma de rombo, junto con (6) postes y (15) estacas, dispuestos como se muestra en la figura 27. Al construir esta configuración, coloque el segmento hexagonal más grande hacia la parte delantera del vehículo; esto reducirá las posibles uniones sobre el bloque del motor y cerca del extremo del tubo de escape. Tenga en cuenta que la suspensión del JLTV debe colocarse en modo «amarre» para que las redes de esta configuración lleguen al suelo. Para esta y otras configuraciones de camuflaje de vehículos, los marines también deben intentar colocar una cubierta adicional en la parte superior del tubo de escape (sin bloquearlo) para desviar el escape caliente de la superficie de la red más cercana. Una caja de MRE vacía, colocada boca abajo sobre el tubo de escape, cumple esta función razonablemente bien, aunque se puede utilizar un segmento de manguera de secadora para desviar aún más el escape caliente.

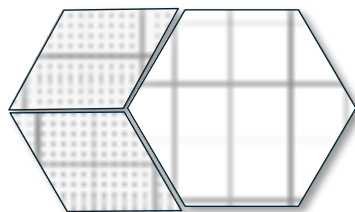


Figura 26. Configuración de la red de camuflaje del JLTV (variante de carga).

Vehículo táctico ligero conjunto (variante Gun Truck) o sección Four-ULTV. El vehículo Gun Truck M1278 JLTV puede ocultarse y protegerse parcialmente de los sUAS enemigos con (2) redes ULCANS hexagonales y (2) romboidales, junto con (10) postes y (20) estacas, dispuestos como se muestra en la figura 27. Tenga en cuenta que esta configuración no prevé disposiciones específicas para el empleo de la torreta y el sistema de armas asociado. Tenga en cuenta también que la suspensión del JLTV debe colocarse en modo «amarre» para que las redes de esta configuración lleguen al suelo sin entrar en contacto con el vehículo. Esta configuración también puede ocultar eficazmente un puesto de mando delantero, una sección antitanque o un equipo de exploración motorizado en (4) ULTV. Con los UTLV, es probable que sea necesario dividir la red en dos mitades, cada una con (1) segmento hexagonal y (1) segmento romboidal, y guardarla en (2) vehículos para su desplazamiento.

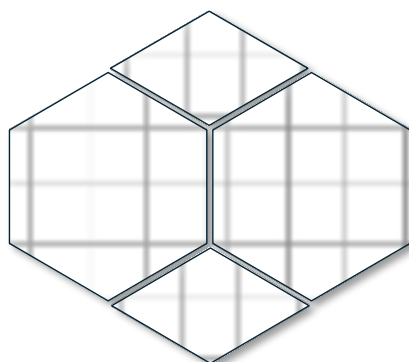


Figura 27. Configuración de redes de camuflaje para JLTV (variante de camión armado) o cuatro ULTV.



Figura 28. Ejemplo de configuración de camuflaje para un camión armado JLTV.

Vehículo de combate anfibio. El ACV-P puede ocultarse y protegerse parcialmente de los sUAS enemigos utilizando (3) redes ULCANS hexagonales y (3) romboidales, (15) postes y (24) estacas, como se muestra en la figura

29. La gran cantidad de redes necesarias para ocultar completamente un ACV requiere consideración y una planificación cuidadosa como parte del plan de carga general de la unidad. En este momento, las Escuelas de la 1.^a División de Marines no disponen de información sobre los posibles efectos de la exposición repetida al agua salada en la eficacia de las ULCAN.

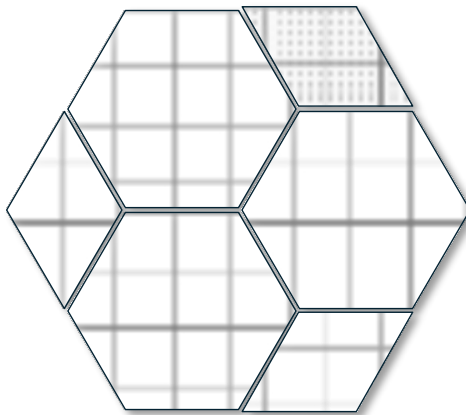


Figura 29. Configuración de la red del ACV-P.



Figura 30. Ejemplo de configuración de camuflaje para un ACV-P.

Sustitución del vehículo táctico mediano (MTVR). La configuración ULCANS que se muestra en la figura 31, compuesta por (4) redes ULCANS hexagonales y (4) romboidales, (18) postes y (28) estacas, puede utilizarse para ocultar (1) MTVR MK23 de longitud estándar con el bastidor de la plataforma y la cubierta montados. Cualquier configuración más pequeña dará como resultado una red que no llega hasta el suelo, no oculta algunos aspectos de la forma del MTVR o deja partes del vehículo al descubierto. Las unidades deben tener en cuenta los importantes recursos necesarios para ocultar adecuadamente los MTVR al elaborar sus planes de carga.

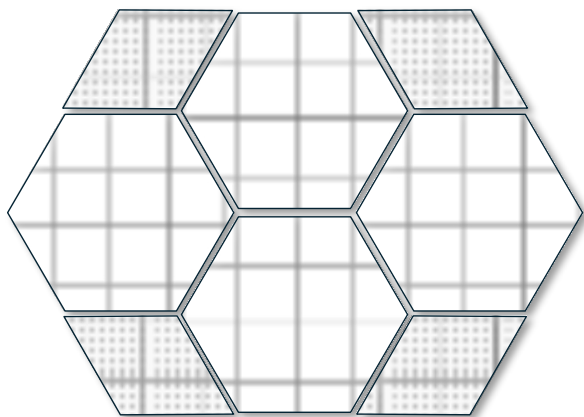


Figura 31. Configuración de la red MK23 MTRV.

Para otros vehículos y huellas no incluidos aquí, se pueden determinar las configuraciones óptimas de redes de camuflaje utilizando los métodos presentados en el Manual Técnico del Ejército de los Estados Unidos (TM) 5-1080-250-12&P *Manual de mantenimiento para operadores y unidades de sistemas de redes de camuflaje ultraligeras (ULCANS)*. Esta referencia proporciona una fórmula para estimar los tipos y cantidades de módulos de red necesarios, basándose en la altura máxima y la anchura y longitud combinadas de los objetos que se van a cubrir.

ACCIONES DEFENSIVAS Y MÉTODOS C-SUAS S

Los métodos defensivos para derrotar los sUAS enemigos incluyen **la detección, el rastreo, la identificación, la interrupción y la destrucción**. Aunque algunas fuentes añaden «disuasión» a esta lista, en términos prácticos este esfuerzo es lo mismo que la interrupción, ya que generalmente implica medidas activas (como el bloqueo) para impedir temporalmente que la fuerza enemiga cumpla su misión. En cualquier caso, el GCE tiene actualmente capacidades limitadas para llevar a cabo cualquiera de estas acciones y, en última instancia, la mejor manera de derrotar a un objetivo sUAS es matar al operador, siendo los drones de ataque generalmente el medio más eficaz. A falta de tales sistemas desplegados en todas las unidades de infantería, a continuación se ofrece información sobre las capacidades actuales y a corto plazo, así como consideraciones para su empleo.

Detección y seguimiento e

Los marines pueden emplear actualmente los siguientes sistemas y métodos para detectar y rastrear posibles sUAS enemigos.

Centinelas aéreos. Hasta que el GCE reciba un amplio despliegue de capacidades de detección de sUAS, las unidades deben asignar centinelas aéreos para que utilicen sus ojos y oídos para observar los sUAS en el espacio aéreo cercano y superior. Igualmente importante es que las unidades también deben establecer y entrenar procedimientos de reconocimiento lejano/cercano para discriminar los sUAS enemigos de los sistemas amigos.⁶³

Escáneres de RF. Las unidades que los reciban pueden utilizar el sistema de detección de RF SkyView para identificar los sUAS que operan en frecuencias de radio conocidas. La sección de inteligencia de la unidad debe informar de las frecuencias que se deben escanear. Cuando se utilicen el SkyView u otros escáneres de RF, las unidades también deben tener cuidado de no permitir que los controles de RF de sus propios sUAS «saturen» excesivamente los resultados del escáner.

Un método rápido para detectar la actividad de drones cercanos es **monitorear las transmisiones de video cercanas usando un controlador FPV** (o el AN/PRC-165 HHVDL). Al escanear entre diferentes canales de transmisión de video, un marine puede captar la transmisión de video de un dron enemigo cercano. Esta técnica, táctica y procedimiento (TTP) de detección puede

⁶³Véase ATP 3-01.81 *Sistema de combate contra aeronaves no tripuladas* para obtener información sobre las mejores técnicas de exploración para centinelas aéreos. Las escuelas de la 1.ª División de Marines no disponen actualmente de datos que respalden la determinación de las TTP más eficaces para centinelas aéreos.

extenderse a la interrupción si el marine también lanza su propio dron con la transmisión de vídeo ajustada a la misma frecuencia. Esta contramedida puede hacer que el operador enemigo reciba una señal errónea.

Radars ligeros. El GCE cuenta actualmente con otra herramienta poco utilizada que puede adaptarse para la lucha contra los C-sUAS: el radar ligero antimortero (LCMR) AN/TPQ-49A. Este sistema de radar relativamente pequeño, que puede transportarse en vehículos, se utiliza en batallones de artillería para identificar los puntos de origen de los ataques con morteros enemigos. Las pruebas realizadas en la 1.^a División de Marines también han demostrado que estos sistemas pueden detectar y rastrear pequeños vehículos aéreos dentro de su cobertura de elevación de 0 a 30 grados y a varios kilómetros de distancia. Esta información de rastreo puede servir de apoyo para estimar los objetivos previstos, así como los puntos de lanzamiento, lo que permite respuestas tanto defensivas como ofensivas. Por supuesto, los marines deben tener en cuenta que el uso de cualquier radar de búsqueda aérea creará una firma de radiofrecuencia muy distintiva que puede permitir al enemigo localizarlos y atacarlos fácilmente.

Aunque los centinelas aéreos, los detectores de radiofrecuencia y los radares por sí solos no derrotan activamente a los sUAS, pueden proporcionar a las fuerzas que llevan a cabo otras medidas activas el tiempo de reacción necesario para tener éxito. Por lo tanto, las unidades deben incorporar todas las capacidades de alerta temprana disponibles en sus planes C-sUAS.

Identificación

La identificación de los vehículos aéreos como amigos o enemigos puede plantear retos importantes. Aunque todos los sistemas tienen algunas señales observables, estas pueden ser imposibles de distinguir a distancias que permitan tomar contramedidas oportunas y eficaces. Por lo tanto, las unidades deben utilizar **rutas de tránsito** precoordinadas, **puntos de contacto aéreos** y la difusión de planes de vuelo a las unidades adyacentes en la medida de lo posible (véase el capítulo 2) para evitar el fuego amigo y facilitar la rápida identificación de los drones hostiles.

La identificación también puede apoyarse en escalones superiores mediante la agregación de informes sucesivos de diferentes observadores. Más adelante en este capítulo, este manual también proporciona un **informe de avistamiento de sUAS** para comunicar las observaciones de posibles sUAS enemigos.

Interrupción y derrota de los « »

Interrupción física/barrera. Los ataques con drones pueden interrumpirse colocando redes protectoras, toldos y otras barreras, y construyendo posiciones atrincheradas y cubiertas de manera que resulte difícil o imposible para los operadores de drones navegar hacia ellas. Los informes procedentes de Ucrania incluyen adaptaciones tales como mantas antidrones en las entradas de las trincheras; el colgado de simples líneas de pesca (que normalmente no pueden ser vistas por las cámaras de los drones y que inutilizan a estos al enredarse en sus rotores); y el uso de granadas de humo para ocultar las señales visuales y desorientar al operador.

Interrupción y derrota de señuelos. Además, las posiciones y el equipo de señuelos pueden interrumpir significativamente los ataques con drones enemigos al provocar un gasto ineficaz de sistemas y cargas útiles, al tiempo que proporcionan una alerta temprana a las posiciones ocupadas.

Interrupción y derrota electromagnética. Los marines pueden emplear sistemas de contramedidas electrónicas (ECM) para neutralizar los enlaces de los operadores enemigos con sus sUAS, impidiéndoles controlarlos. El alcance al que los marines pueden lograr estos efectos depende de la potencia de su sistema y de la distancia entre el UAS y su operador; una señal de interferencia debe ser más potente en la frecuencia de control que la del operador *en el punto del espacio donde vuela el vehículo aéreo*. Por lo tanto, cuando el operador enemigo está más lejos, la interferencia será más eficaz a mayores distancias, y viceversa.

Es importante señalar que el bloqueo localizado interfiere principalmente en el funcionamiento de *los receptores* de RF, no en los transmisores. Es más probable que los efectos del bloqueo contra los vehículos aéreos incluyan la interrupción de la capacidad del vehículo para recibir más instrucciones de vuelo que la interferencia en la señal de vídeo recibida por el operador. Por lo tanto, en el caso de los vehículos aéreos que siguen rutas de vuelo preprogramadas, la interferencia puede no tener efectos inmediatos. Otros vehículos aéreos pueden estar programados para regresar a su base cuando se pierde la conexión con el operador; en estos casos, puede ser imposible saber desde tierra si el ataque electrónico ha sido eficaz, incluso si lo ha sido.

Sistema ECM Modi II. Cada MEF posee actualmente cientos de sistemas portátiles que pueden utilizarse para interrumpir o derrotar los UAS enemigos rompiendo sus vínculos con sus operadores, y hay suficientes armas de este tipo para proporcionar una a cada escuadrón de fusileros del Cuerpo de Marines. Se trata de los sistemas de guerra electrónica (EW) desmontables Modi II, una herramienta adquirida originalmente para derrotar los artefactos explosivos improvisados (IED) controlados por radio en entornos como Irak y Afganistán. En la actualidad, estos sistemas están en gran parte en manos de los equipos de EOD de los batallones de apoyo de ingenieros y los batallones de logística de combate, que se encargan de su mantenimiento. Las unidades de infantería que obtienen estos sistemas de sus MEF pueden programarlos para que desempeñen una función C-sUAS. Los batallones de defensa aérea a baja altitud (LAAD) mantienen conjuntos de frecuencias basados en amenazas que pueden cargarse en los sistemas.

En su configuración predeterminada para misiones de lucha contra los IED (CIED), el Modi II está equipado con dos antenas de banda media optimizadas para la propagación de RF a nivel del suelo. Sin embargo, las unidades pueden sustituirlas por antenas ARA-727 de banda media/alta y SBB2 de banda baja, que son más eficaces contra las amenazas de sUAS aéreos. Las unidades que deseen adquirir estas antenas deben consultar con el batallón LAAD de su MEF y con los directores del programa de sistemas de inteligencia (PMM 160) y defensa aérea terrestre (PMM 208) del Mando de Sistemas del Cuerpo de Marines.

Incluso con las antenas CIED estándar, el Modi II sigue siendo eficaz contra los vehículos aéreos controlados por RF. Para dirigir niveles más altos de energía de RF hacia objetivos aéreos, los marines pueden inclinar los ángulos de montaje de las antenas de 90 grados (vertical recta) a 45 grados o más. Esto reducirá la cobertura de interferencia hacia la parte trasera (ya que la energía de RF se dirigirá hacia abajo, hacia el suelo), pero también permitirá al operador dirigir la energía de RF que se irradia hacia delante lejos del suelo y hacia el aire, donde se encuentra la amenaza.

Sistemas ECM direccionales. Algunas unidades de la 1.^a División de Marines han adquirido ciertos inhibidores direccionales, entre ellos el transmisor acoplable Ghoul-Tool (GAT) y varios modelos Nightfighter. Estos sistemas ECM están diseñados para concentrar la energía de radiofrecuencia que producen en una dirección deseada. Su empleo eficaz depende de una detección y un seguimiento más precisos de los UAS enemigos que se aproximan. Cuando se apuntan correctamente a un objetivo, estos sistemas suelen lograr mejores efectos a distancias más largas que los inhibidores omnidireccionales con un nivel de potencia determinado. Los marines deben tener en cuenta que los efectos de la inhibición no siempre son fácilmente observables, por lo que es necesario seguir apuntando al objetivo incluso cuando el sistema parece no tener ningún efecto.

Consideraciones sobre el entrenamiento EW. Para familiarizarse con los sistemas ECM C-sUAS y validar los procedimientos operativos estándar (SOP) de la unidad, los marines deben practicar el «buzzer on» durante el entrenamiento fuerza contra fuerza en la base. El entrenamiento ECM en vivo se puede organizar fácilmente tanto en el Centro de Combate Aéreo-Terrestre del Cuerpo de Marines (MCAGCC) como en Camp Pendleton. Para obtener las autorizaciones necesarias, las unidades deben completar lo siguiente.

1. Presentar y recibir la aprobación de una solicitud de frecuencia (clasificada) al administrador del espectro de la base.
2. Coordinar con la oficina de control de alcance de la base para obtener un área de entrenamiento que afecte mínimamente a otras unidades. El administrador del espectro del cuartel general S-6 o superior de la unidad puede verificar que los ECM no afectarán a las comunicaciones tácticas o administrativas por radiofrecuencia.
3. Notificar al control de alcance de la base cada vez que uno de los sistemas cambie entre «zumbador activado» y «zumbador desactivado».

Algunos detalles y plazos pueden variar de una instalación a otra, pero los mencionados anteriormente son, en general, los únicos obstáculos que deben superar las unidades. Con la formación repetida, el proceso para obtener estas aprobaciones se convertirá en algo natural.

Derrota cinética. Actualmente, los marines disponen de medios limitados para atacar físicamente los sUAS enemigos. Sus armas pequeñas carecen de sistemas de control de fuego eficaces para objetos aéreos que se mueven rápidamente, y los fusileros no pueden estabilizar fácilmente sus armas cuando disparan en ángulos elevados. Por lo tanto, los líderes deben tener en cuenta la baja probabilidad de lograr efectos destructivos o incluso disruptivos cuando establecen criterios de combate más allá de la autodefensa individual. Eso no significa que los marines *nunca* deban intentar derribar los sUAS enemigos con las armas actuales. Para defenderse de los ataques unidireccionales, los marines que son el objetivo directo, y no los adyacentes, pueden tener más posibilidades de derrotar al sistema entrante, simplemente porque la orientación hacia el objetivo es relativamente constante en la fase terminal. Por lo tanto, los procedimientos de vigilancia aérea deben incluir instrucciones sobre cómo estimar y

difundir la ubicación de los sUAS enemigos a las fuerzas amigas que son los posibles objetivos, en lugar de proporcionar alertas simples y generales.

A continuación se presentan consideraciones de empleo para dos sistemas de derrota cinética actualmente presentes, en número limitado, dentro de la 1.^a División de Marines.

Sistema de control de fuego (FCS) SMASH. El FCS SMASH 2000L/3000 permite a un marine adquirir un objetivo en movimiento a través de su mira, calcula soluciones de disparo en tiempo real para su arma y munición emparejadas, y libera el bloqueo del gatillo cuando el marine apunta correctamente su arma al lugar donde se cumple la solución de disparo. Los marines que utilizan este sistema demuestran tasas de acierto mucho más altas contra objetivos aéreos en movimiento, aunque nada está garantizado: sigue siendo necesario un control adecuado del gatillo al disparar, y el vuelo errático del objetivo puede hacer imposible la predicción de soluciones de disparo. Los marines que asisten al curso de integración sUAS/C-sUAS de la 1.^a División de Marines reciben instrucción y practican con el SMASH FCS.

Escopetas. Las escopetas compensan la falta de soluciones de disparo precisas produciendo una dispersión de proyectiles. Dentro de la 1.^a División de Marines, tanto la Benelli M1014 como la Mossberg M500A2 están disponibles en cantidades limitadas. Estas armas son un último recurso; pueden ser eficaces contra UAS de movimiento lento a distancias cortas, y solo con una práctica significativa para desarrollar un sentido de cuánto adelantarse a los objetivos a diferentes distancias y velocidades. La elección de la munición es importante: los datos de las escuelas de la división muestran una tasa de acierto de hasta el 45 % en enfrentamientos a corta distancia contra objetivos que no maniobran (que vuelan en línea recta) con perdigones DODIC A017 NO.9, y una tasa de acierto inferior al 5 % en las mismas condiciones con perdigones A011 NO.00. Con cañones sin estrangulamiento, los perdigones pueden tener más del doble de ancho de dispersión que los perdigones grandes a solo 10 yardas. Sin embargo, es posible que se necesiten varios cartuchos de perdigones para inutilizar realmente el dron, ya que las perforaciones más pequeñas en el chasis o incluso en los rotores pueden hacer que no falle el objetivo cuando ya se encuentra a corta distancia.

Ametralladoras. Las ametralladoras pueden ser eficaces contra los sUAS que vuelan a baja velocidad y a baja altura. Las ametralladoras destinadas a la defensa contra los C-sUAS deben montarse o colocarse de manera que permitan disparar libremente con ángulos elevados de elevación del cañón. Las municiones deben incluir balas trazadoras. Los artilleros deben emplear ráfagas de 20-25 balas, ajustando el vehículo aéreo mediante la observación de las balas trazadoras en relación con el objetivo o manteniendo su puntería donde el UAS volará hacia el cono de fuego.

Drones. Los drones FPV rápidos y altamente maniobrables proporcionan otro medio de defensa contra los UAS más grandes y lentos. Si bien el mejor uso de los drones de ataque (cuando están armados) es casi siempre para eliminar a los operadores de sUAS enemigos, también pueden ser dirigidos para colisionar con los vehículos aéreos enemigos y desactivarlos. Debido a la dificultad de atacar a otros drones altamente maniobrables, los drones de ataque utilizados para la defensa C-sUAS deben emplearse contra los drones RSTA enemigos tan pronto como sean detectados.

Las escuelas de la 1.^a División de Marines pronto pondrán a prueba un concepto de «lanzamiento de drones» utilizando sencillas configuraciones de «**drones lanzadores**». Este concepto utiliza drones FPV maniobrables y desechables equipados con hilo de pescar u otros objetos para atacar los rotores de los cuadricópteros enemigos (Figura 32). Las futuras versiones de este manual pueden recomendar este u otros enfoques; mientras tanto, se anima a los marines a que lleven a cabo su propio desarrollo, prueba y perfeccionamiento de las TTP para los drones antidrones.

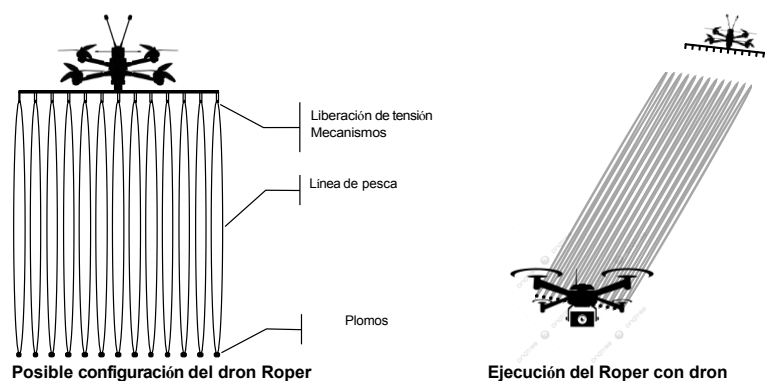


Figura 32. Concepto del dron Roper.

Técnicas de evasión. Una última forma de derrotar a los drones de ataque enemigos es evadirlos de manera que el operador choque el vehículo o agote toda la energía restante de la batería. Siempre que sea posible, los marines deben moverse rápidamente por las esquinas, lo que requiere maniobras de gran potencia para que el vehículo aéreo pueda sortearlas, al tiempo que se interfieren las comunicaciones RF de la línea de visión (o se alargan más los cables de fibra óptica). Como último recurso, los marines deben intentar movimientos laterales rápidos en zigzag que puedan hacer que el operador falle y el dron se estrelle contra el suelo. Cuando se enfrentan a un dron de ataque en picado, moverse hacia los lados y hacia adelante (en la dirección del dron) puede hacer que el vehículo aéreo se pase y falle.⁶⁴

ACCIONES Y MÉTODOS DE C-SUAS TRAS LA DERROTA/ANTES DE LA OFENSIVA S

La recuperación y el aprovechamiento de los vehículos aéreos derribados son acciones críticas que pueden impulsar las operaciones ofensivas de C-sUAS, así como contribuir a mejorar las medidas defensivas.

Recuperación. Todo vehículo aéreo derribado debe tratarse como munición sin detonar con potencial adicional de detonación por comando, temporizador o manipulación. No hay suficientes equipos de EOD en el Cuerpo de Marines para manejar los volúmenes previstos de sUAS enemigos derribados en el próximo campo de batalla, por lo que las unidades deben trabajar ahora para desarrollar procedimientos rápidos y tácticamente sólidos para que estas municiones sean seguras para su recuperación. Estos procedimientos podrían incluir el uso de drones de ataque bidireccionales para lanzar o colocar disruptores de agua proyectados («cargas de agua»), que sirven para inutilizar los dispositivos explosivos separando por la fuerza sus componentes. Una vez que se hayan neutralizado, los componentes de los drones derribados también deben colocarse en una bolsa de Faraday para bloquear posibles comunicaciones con los operadores enemigos.⁶⁵

Explotación. La explotación implica acciones para comprender mejor las medidas técnicas y tácticas del enemigo, y aplicar este conocimiento a futuras operaciones, así como a las adaptaciones técnicas y tácticas amigas en curso. Los vehículos aéreos enemigos recuperados (o sus componentes) deben analizarse para comprender las fuentes de la cadena de suministro, el funcionamiento técnico, el empleo táctico y la información sobre la identificación, composición y disposición de los equipos sUAS enemigos. Esta información, a su vez, puede impulsar futuras operaciones, así como mejoras en las herramientas y procedimientos defensivos.

⁶⁴ Estas técnicas se han extraído del CUAS SOP del 6.º Regimiento de Marines (edición de noviembre de 2024).

⁶⁵ Véase el *Manual de gestión de firmas* de las escuelas de la 1.ª División de Marines (2025) para obtener información adicional sobre los escudos y bolsas Faraday.

ALERTAS Y REPORTES C-SUAS

El ADEAC

El ADEAC (pronunciado «AY-dee-ack») es una versión simplificada del ADDRAC. Sirve para orientar rápidamente a las unidades pequeñas sobre las amenazas identificadas de sUAS y para proporcionar un control inicial de los incendios con el fin de combatirlos.

Otros formatos de informes C-sUAS pueden ser adecuados en escalones superiores, especialmente cuando se puede obtener información valiosa a partir de las descripciones de la ubicación, el momento y el comportamiento de los drones enemigos. Sin embargo, a nivel de pequeñas unidades, lo importante es la rapidez y la claridad. El ADEAC es el resultado de más de un año de experimentación con diversos formatos en el Curso de Integración sUAS/C-sUAS de la División. *El alcance* no se incluye porque es demasiado difícil de determinar con rapidez y precisión, cambia demasiado rápido y no suele satisfacer una necesidad inmediata a la hora de orientar a los marines sobre la amenaza. Por su parte, *la elevación* se mide aproximadamente como el ángulo desde el nivel del suelo hasta el dron, en lugar de la altura, ya que esta última es demasiado difícil de calcular con precisión tanto para el observador original como para los receptores de la llamada. En cambio, se puede entrenar fácilmente a los marines para que apliquen las mismas estimaciones en milésimas de grado que hacen con los dedos y las manos para medir los ángulos de elevación sobre el nivel del suelo. (Por ejemplo: la mano de un marine, extendida lo máximo posible al final de un brazo extendido, forma un ángulo de aproximadamente 20 grados). Con una rápida indicación de la dirección y el ángulo de elevación, los ojos de los marines pueden dirigirse rápidamente al marco visual que contiene el objetivo o los objetivos identificados.

Alerta, dirección y control contra sistemas aéreos no tripulados (UAS) de ADEAC

#	Resumen Componente		Ejemplo
1	Alerta	Normalmente, una palabra de apoyo de la unidad para indicar el avistamiento de un dron enemigo, a veces seguida de una breve descripción del sistema.	«(Palabra clave), (tipo de dron)».
2	Dirección	Primaria: método del reloj. Alternativa: TRP o punto de referencia. Terciario: Puntos cardinales.	«Las 9 en punto...». «A la derecha de TRP 3...» «Noreste...»
3	Elevación	Pasada en <i>grados</i> estimados <i>sobre el nivel del suelo</i> , utilizando la mano para estimar.	«... 30 grados».
4	Asignación y control	EW	Asignación de objetivos e instrucciones a los operadores de sistemas EW. «Modi, activar zumbador». «GAT, activar». «SMASH, activar con buen bloqueo».
		Cinético	Asignación de objetivos e instrucciones a los operadores de sistemas de derrota cinética. «Primer equipo de bomberos, mantengan la seguridad de 12 a 6».

Aviso de detección de sUAS

Los diferentes mandos de nivel superior pueden requerir diferentes tipos de informes, pero la siguiente plantilla de la 3.^a División de Marines proporciona un buen punto de partida para que las unidades de la 1.^a División de Marines la utilicen durante su entrenamiento en la base.

Informe de detección de sUAS

#	Componente del informe		Ejemplo
1	Indicativo de llamada de la unidad	Identificador de la unidad	«MOHICAN 1...»
2	Ubicación de la unidad	Ubicación del observador	«...11S MS 564 842...».
3	DTG del avistamiento	DD HHHH (zona) MMM YY	«...16 1200Z 22 de septiembre»
4	Distancia y rumbo estimados más cercanos al vehículo aéreo	Metros/grados (o punto cardinal)	»... 600 metros, cuadrícula de 80 grados»
5	Altitud estimada	Pies AGL	«... unos 800 pies AGL...».
6	Tamaño estimado y características distintivas	Tamaño y otros identificadores	«... un dron RSTA similar al SkyRaider...».
7	Actividad observada	Rutas, foco de interés, etc.	«... Se mantuvo en el NE, posiblemente observando nuestra posición, y luego se dirigió al S hacia nuestro este...».
8	Encuentros y efectos	Sistemas, ajustes y efectos observables	«... Detección de RF en la banda XXX. Se activó el modo II, sin efectos observables».

C-sUAS IMMEDIATE ACTION DRILLS

Basándose en los principios anteriores, esta guía desarrolla varios procedimientos estandarizados y ensayables para que las unidades pequeñas puedan contrarrestar los drones enemigos. Se proporcionan cifras para pelotones de fusileros, pero las TTP pueden ampliarse a pelotones o reducirse a equipos de fuego. Para los pelotones de fusileros, las cifras suponen una carga de sistemas C-sUAS (y símbolos) representada en la figura 33. A medida que se esperen pronto más capacidades C-sUAS y más eficaces para las unidades de infantería, las TTP aquí presentadas pueden evolucionar significativamente.

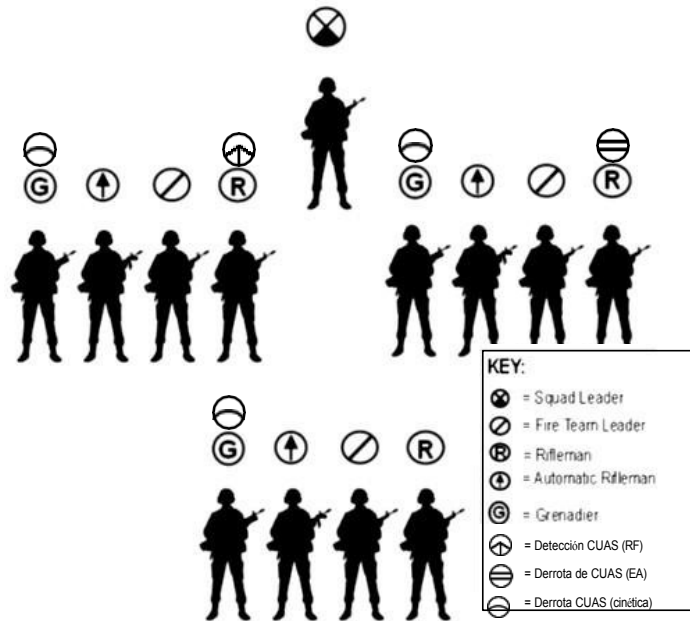


Figura 33. Equipamiento de los sistemas C-sUAS del pelotón (adaptado de MCRP 3-10A.4).⁶⁶

Reaccionar ante un dron RSTA

A menos que estén absolutamente seguros de su ocultación, los marines deben asumir que cualquier dron enemigo que detecten también los ha detectado a ellos, o al menos a una parte de sus fuerzas. Una vez detectados, es necesario tomar medidas inmediatas para complicar aún más el objetivo del enemigo. Los tres medios principales para hacerlo son **la dispersión, la cobertura/ocultación y el movimiento**. Cada una de estas acciones puede entrar en conflicto con las demás. Por ejemplo, dar prioridad a la ocultación puede llevar a la concentración y a la falta de movimiento continuo cuando todos los marines se agrupan bajo un solo grupo de árboles. Dar prioridad al movimiento puede exponer a la unidad a los drones de ataque cercanos. Al no haber una única respuesta correcta para cada situación, los líderes de la unidad deben tener en cuenta lo siguiente.

Dispersarse. Los marines deben evitar convertirse en objetivos valiosos y muy rentables para los disparos enemigos y los drones de ataque. Si aún no lo han hecho, las unidades pequeñas deben dispersarse al máximo, sin dejar de permitir un mando y control eficaces y el apoyo mutuo. El uso de puestos de control, ORP, otras medidas de control táctico y técnicas de patrullaje por satélite puede facilitar en gran medida el mando y control necesarios a distancias mucho mayores. Al mismo tiempo, los líderes de las unidades deben tener en cuenta cualquier pérdida en la cobertura de las capacidades C-sUAS a medida que la unidad se dispersa más allá del alcance de un número limitado de armas EW y de derrota cinética.

Busque refugio, ocultación y apoyo mutuo contra los drones de ataque posteriores. Una vez detectados por los drones RSTA enemigos, los marines deben asumir, por lo general, que los drones de ataque enemigos les seguirán. Siempre que sea posible, los líderes deben dirigir acciones que sitúen a la unidad en terreno o dentro de posiciones preparadas que reduzcan la eficacia de los drones de ataque. Si no se dispone de cobertura o ocultación aérea, los marines pueden reducir al menos parcialmente su firma visual agachándose para mimetizarse mejor con el terreno y eliminar o reducir el tamaño de sus sombras.

Moverse. Las capacidades de adquisición de objetivos del enemigo pueden verse comprometidas por el movimiento continuo, especialmente si el dron RSTA no es un sistema de ala fija de larga autonomía. En combinación con una amplia dispersión y/o movimientos independientes de las unidades/equipos subordinados, el movimiento continuo por rutas poco evidentes puede hacer que el enemigo pierda el rastro de la unidad.

⁶⁶El símbolo para una capacidad/destino CUAS de derrota cinética se toma del gráfico operativo estándar para artillería de defensa aérea; para la derrota EA, del gráfico para ataque electrónico/interferencia (simplificado con líneas rectas); y para la detección RF de UAS, del gráfico para la localización de señales.

Alertar al cuartel general superior. Las secciones de inteligencia pueden ser capaces de construir imágenes muy precisas de las ubicaciones, composiciones y disposiciones del enemigo basándose en los informes de los drones avistados. Dentro de las directrices permanentes de control de emisiones, los líderes de las unidades deben tratar de alertar a su cuartel general superior (utilizando los formatos prescritos) lo más rápidamente posible cuando detecten un dron enemigo.

Es poco probable que el bloqueo sea eficaz. Lo más probable es que los sistemas ECM interfieran en la capacidad del dron objetivo para recibir las órdenes del operador. Muchos drones RSTA vuelan basándose en puntos de referencia preestablecidos, lo que no requiere una intervención constante del operador. El efecto más importante del bloqueo puede ser simplemente interrumpir la capacidad del operador para manipular la cámara del dron. Aun así, los marines deben asumir que el operador sigue recibiendo imágenes de vídeo de cualquier dron al que apunten con interferencias. Tras iniciar cualquier ataque electrónico, la unidad también debe esperar que las capacidades de vigilancia electrónica del enemigo puedan estar localizando su posición para seguir atacándola.

Reaccionar ante el ataque de un dron

Basándose en las lecciones emergentes actuales de Ucrania, a continuación se ofrece un conjunto mínimo de principios y procedimientos para emplear rápidamente las capacidades C-sUAS de una unidad pequeña contra un dron de ataque entrante. Estas TTP pueden reducirse o ampliarse para unidades más pequeñas o más grandes, o para dividir las responsabilidades dentro de una unidad con el fin de contrarrestar múltiples drones de ataque entrantes.

1. Antes del contacto, el líder de la unidad selecciona una formación para el movimiento de acuerdo con la amenaza conocida o estimada, posicionando las capacidades de detección y derrota del sUAS de la unidad para proporcionar la mejor orientación y cobertura.
2. Tras detectar la amenaza, la unidad comunica un ADEAC que incluye instrucciones sobre si se debe actuar, qué, dónde y cuándo, y cómo, junto con cualquier movimiento adicional.
3. Los marines que emplean capacidades de derrota de mayor alcance se repositionan según sea necesario para mejorar las posibilidades de obtener buenos resultados, proporcionar cobertura cruzada y apoyo mutuo, y evitar conflictos con otros miembros del personal (Figura 34).
4. Otros marines se dispersan lo más posible y mantienen una seguridad de 360 grados, arriba y abajo, para la unidad. Adoptan posiciones bajas, minimizando las sombras e idealmente bajo el follaje o la infraestructura. Por último, se preparan para realizar movimientos laterales o hacia delante rápidos, según sea necesario, para esquivar los FPV que vuelan a baja altura o en picado, respectivamente.

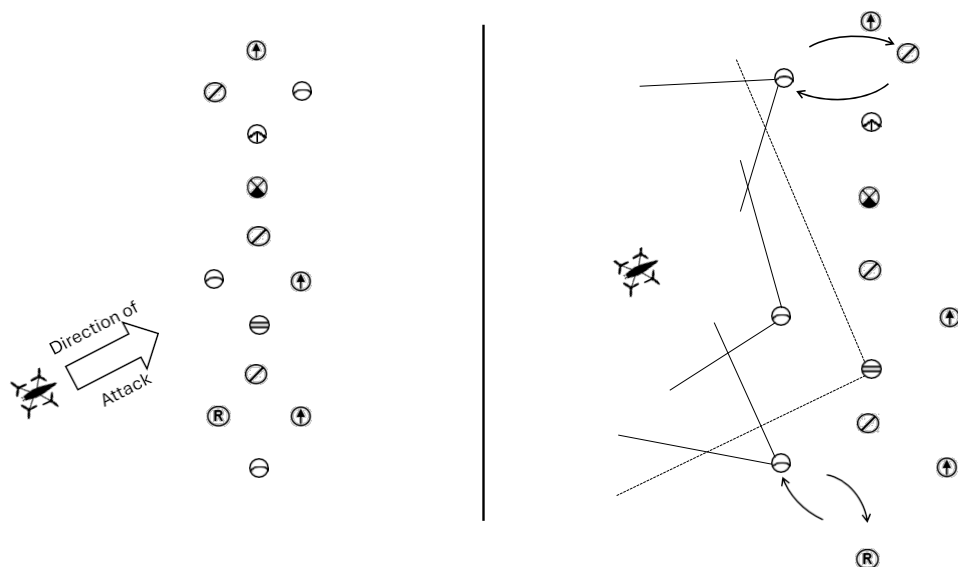


Figura 34. Reaccionar ante un dron de ataque desde una formación en columna de escuadrón.

Cruce de zonas de peligro aéreo

Las zonas de peligro aéreo son partes del terreno que suelen caracterizarse por la falta de vegetación alta o edificios, lo que ofrece una cobertura y ocultación nulas o limitadas frente a los ataques y la RSTA aérea. Las unidades que deben cruzar estas zonas expuestas para llevar a cabo su misión realizan cada cruce con una secuencia deliberada de acciones diseñadas para minimizar las posibilidades de detección y maximizar su capacidad de reacción.

1. Una vez determinada la zona de peligro aéreo que se va a cruzar, la unidad se detiene. Tras reconocer el cruce, el líder de la unidad identifica la dirección más probable de las amenazas de sUAS, determina qué técnica utilizará la unidad para cruzar, designa puntos de reunión cercanos y lejanos, y posiciona las capacidades de detección, ataque electrónico y derrota cinética en el lado cercano según corresponda. Estas capacidades se orientan hacia las direcciones probables de la amenaza, permaneciendo ocultas (Figura 35). Si se llevan consigo, se colocan las cubiertas térmicas.
2. El líder de la unidad también garantiza la seguridad de los flancos contra amenazas terrestres.

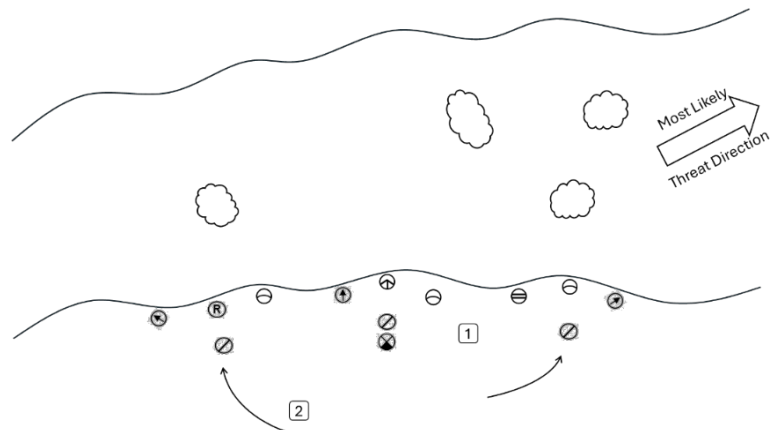


Figura 35. Cruce de una zona de peligro aéreo (establecimiento de la seguridad del lado cercano).

3. El jefe de la unidad designa un equipo de seguridad para el lado lejano. Este equipo se centra principalmente en las amenazas terrestres del lado lejano, pero puede incluir capacidades C-sUAS tanto para la autoprotección como para la cobertura cruzada de la zona de peligro durante los cruces posteriores. El equipo de seguridad del lado lejano cruza en uno o varios saltos, dependiendo de la distancia a recorrer y de los escondites disponibles. Durante las horas diurnas, el equipo puede moverse lentamente para evitar la propensión humana o mecánica a la detección de movimiento. Por la noche, generalmente se moverá más rápido para reducir el tiempo de detección térmica. Una vez cruzado, el equipo despeja el área del lado lejano y establece la seguridad delantera y lateral (Figura 36).

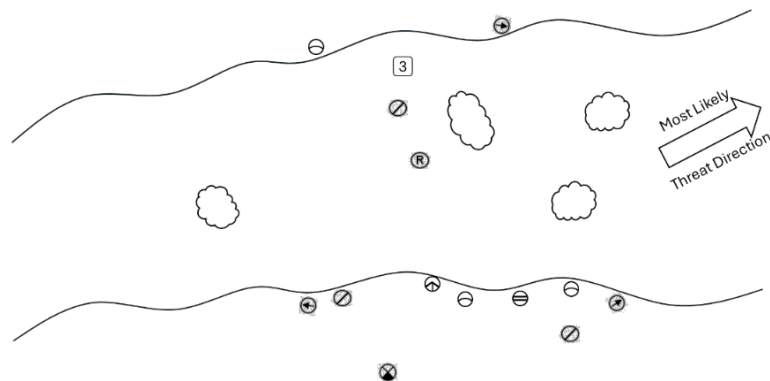


Figura 36. Cruce de una zona de peligro aéreo (establecimiento de la seguridad del lado lejano).

4. El líder de la unidad salta o hace cruzar a los equipos sucesivamente, escalonando las capacidades del C-sUAS y manteniendo la mejor cobertura posible contra las amenazas más probables (Figura 37).

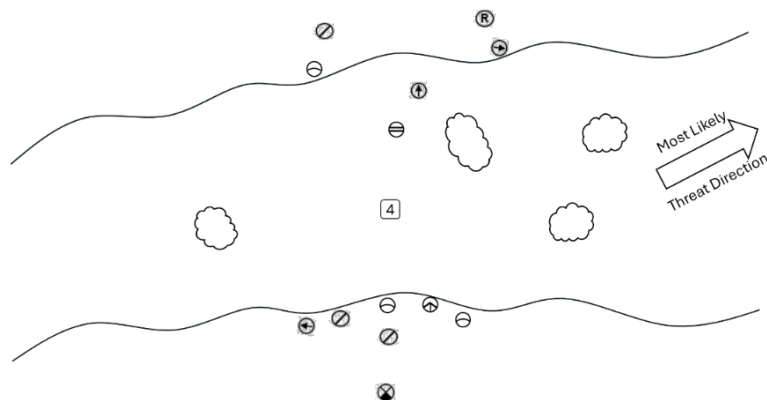
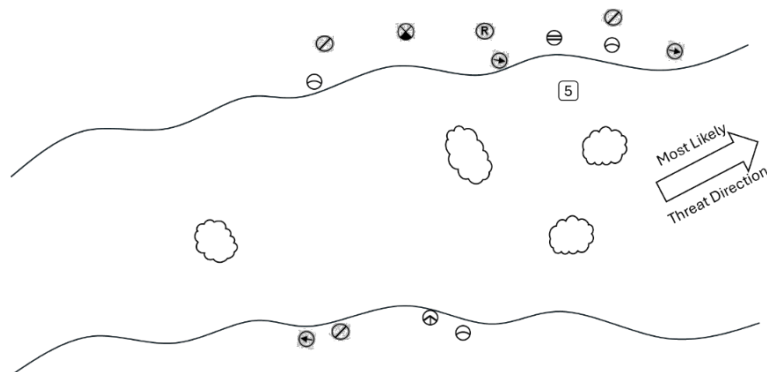


Figura 37. Cruce de una zona de peligro aéreo (método de salto).

5. A medida que las capacidades C-sUAS llegan al otro lado, se posicionan para mantener la cobertura de la zona de peligro (Figura 38). Esto marca una diferencia con respecto a las técnicas tradicionales de cruce de zonas de peligro, que hacen hincapié en la formación para el movimiento continuo en el otro lado por parte de todos los elementos, excepto el equipo



de seguridad.

Figura 38. Cruce de una zona de peligro aérea (acciones de la unidad en el lado opuesto).

6. El último elemento cruza la zona de peligro. Puede intentar cubrir las huellas dejadas por los demás elementos. Una vez completado el cruce, la unidad confirma la responsabilidad, se vuelve a formar para el movimiento y continúa su misión.

EL CAMINO POR DELANTE

Esta guía no termina con ninguna conclusión; lo único que se puede concluir en este momento es que hay, y seguirá habiendo, una enorme cantidad de trabajo por hacer. En cambio, concluye con algunas sugerencias sobre las prioridades de trabajo para el futuro. Se trata de esfuerzos en los que los marines pueden trabajar y avanzar ahora, en beneficio de su unidad y de nuestro servicio.

Avance de las TTP de GSCAR y Kill Box. Si bien este manual ofrece las TTP existentes de SCAR y Kill Box como vías prometedoras para el futuro empleo de sUAS de gran volumen, su inclusión aquí se basa más en la teoría que en la práctica real. Las unidades deben adaptar, probar y perfeccionar —o rechazar— estas TTP para el empleo de sUAS, y en última instancia proporcionar soluciones viables para coordinar de manera eficiente las acciones de múltiples equipos RSTA y de drones de ataque, junto con otros participantes en el fuego y el espacio aéreo, a fin de lograr los efectos deseados contra una lista de objetivos prioritarios.

Técnicas, tácticas y procedimientos (TTP) para el empleo de drones RSTA. En este manual falta un capítulo sobre el empleo de drones RSTA, que incluya patrones de búsqueda, adquisición de objetivos mediante sensores electrónicos (ES), transferencia de objetivos y correlación de objetivos. Los marines necesitan TTP eficaces para optimizar los patrones de búsqueda de los sUAS en función del tamaño y las características de la zona de búsqueda, las características de los objetivos de búsqueda y las características y cantidades de sensores y vehículos aéreos disponibles. Se trata de un área de investigación académica de larga data, pero las TTP más ampliamente disponibles para los marines (por ejemplo, los métodos «espiral» y «caja») se remontan a décadas atrás y se desarrollaron originalmente para misiones de búsqueda y rescate (SAR) de tripulaciones aéreas y de reconocimiento terrestre. Los equipos de sUAS también necesitan herramientas automatizadas que implementen aproximaciones computacionalmente eficientes de los métodos de optimización de búsqueda más avanzados, muchos de los cuales requieren modelos de simulación iterativos en un espacio de decisión multivariable. Para un servicio que pretende dominar la «lucha de reconocimiento/contrarreconocimiento», la falta de avances doctrinales y de material (software) en este ámbito representa una omisión crítica.

Técnicas, tácticas y procedimientos (TTP) para el empleo de drones de ataque unidireccionales. En este manual falta un capítulo sobre las operaciones con drones de ataque unidireccionales, que abarque los cuatro tipos de empleo presentados en este manual y las condiciones exteriores frente a interiores y diurnas frente a nocturnas. Aunque el Grupo de Tácticas y Operaciones del Cuerpo de Marines (MCTOG) está preparando actualmente un folleto técnico sobre este tema, las unidades de la 1.^a División de Marines también necesitan más especificaciones sobre los perfiles de ataque contra diversos objetivos, las técnicas de correlación de objetivos y los métodos específicos de integración con otros fuegos, guerra electrónica y maniobras para lograr efectos combinados y simultáneos.

Consideraciones sobre armamento. En este manual falta un capítulo dedicado a las consideraciones sobre armamento para drones de ataque unidireccionales y bidireccionales y sus municiones disponibles. Dicho capítulo también debería incluir directrices y mejores prácticas para el transporte y la preparación de municiones en el entrenamiento y el combate.

Métodos de gestión del espectro. En este manual falta un capítulo sobre consideraciones, métodos y procedimientos de gestión del espectro de sUAS y C-sUAS. Las unidades requieren métodos estandarizados para coordinar los usos del espectro que admitan altas densidades de sUAS controlados por RF. Si bien los principios generales de la gestión del espectro están bien desarrollados en otras referencias, se necesitan TTP específicos para las unidades adyacentes que emplean docenas o cientos de sUAS dentro de un rango de señal determinado.

TTP mejoradas para la derrota cinética de C-sUAS. Este manual se beneficiará de los experimentos de los marines y del intercambio de resultados de la aplicación de diferentes armas, municiones, sistemas de control de fuego y métodos para destruir vehículos aéreos. Esto incluye el empleo de drones contra-sUAS y su combinación con radares de búsqueda aérea como el AN/TPQ-49A LCMR o cualquier alternativa centrada en C-sUAS. Los esfuerzos actuales en todo el servicio no están produciendo los datos cuantitativos necesarios para comparar diferentes armas, métodos de empleo y enfoques de entrenamiento, lo que da lugar a muchas conjeturas, pero pocas conclusiones bien fundadas.

REFERENCES

- 6th Marine Regiment. (2024, November). Counter-Unmanned Aerial Systems Standard Operating Procedures.
- Advanced Infantry Training Battalion - East. (2025, April). sUAS and GCE Weapons Airspace Hazards Comparison.
- Battalion Landing Team 1/5. (2023, November 10). Small Unmanned Aerial Systems: A Starter Manual. *NeXt File*, 2(7). Quantico, VA: Marine Corps Warfighting Laboratory.
- Biddle, S. D. (2004). *Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Blom, J. D. (2010, September). Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective. *Occasional Paper*(37). Fort Leavenworth, KS: Combat Studies Institute Press, US Army Combined Arms Center.
- Commandant of the Marine Corps. (2020, March 31). Navy and Marine Corps Publication 3500.107C. *Small Unmanned Aircraft Systems Training and Readiness Manual*. Washington, DC: Department of the Navy.
- Connable, B. (2025). *Ground Combat: Puncturing the Myths of Modern War*. Washington: Georgetown University Press.
- Friedman, B. A. (2024). Reconnaissance-Strike Tactics, Defeat Mechanisms, and the Future of Amphibious Warfare. *Journal of Advanced Military Studies*, 15(2), 54-78.
- Gordineer, R. (2023, December). *Mortar Spot Plot Handbook Supplement: SUAS Integration*. Advanced Infantry Training Battalion - East.
- Headquarters Marine Corps, Combat Development and Integration. (2025, May 27). *Concept of Employment for Organic Precision Fires*. Quantico, VA: United States Marine Corps.
- Marine Air Wing Training Squadron One. (2023, April 1). Navy Tactical Techniques and Procedures 3-22.5. *USMC Assault Support Tactical Standard Operating Procedures*. Chief of Naval Operations.
- Marine Air Wing Training Squadron One. (2025, January 22). *Tactical Air Control Party Tactical Standard Operating Procedures*. Yuma, Arizona: United States Marine Corps.
- McBreen, B. (Ed.). (2020). *Signature Management Camouflage SOP*. Retrieved from www.2ndbn5thmar.com
- Owen, W. F. (2025). *Euclid's Army: Preparing Land Forces for Warfare Today*. Havant, UK: Howgate.
- Simpkin, R. (1985). *Race to the Swift*. London: Brassey's Defence Publishers.
- U.S. Air Force. (2024, Oct 31). Air Force Doctrine Publication 3-03. *Counterland Operations*. Washington, DC: Department of the Air Force.
- U.S. Army. (2003, January 1). Technical Manual 5-1080-250-12&P. *Operator's and Unit Maintenance Manual for Ultralightweight Camouflage Net Systems (ULCANS)*. Washington, DC: Department of the Army.
- U.S. Army. (2014, April 16). Department of the Army Pamphlet 385-63. *Range Safety*. Washington, DC: Department of the Army.

1st Marine Division Schools sUAS / C-sUAS Integration Handbook (June 2025)

- U.S. Army. (2023, Aug 11). Army Training Publication 3-01.81. *Counter-Unmanned Aircraft Systems*. Washington, DC: Department of the Army.
- U.S. Army. (2024, August 12). Field Manual 3-09. *Fire Support and Field Artillery Operations*. Washington, DC: Department of the Army.
- U.S. Army, U.S. Marine Corps, U.S. Navy, U.S. Air Force. (2018, January). *Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Strike Coordination and Reconnaissance*. Hampton, VA: Air Land Sea Application Center.
- U.S. Army, U.S. Marine Corps, U.S. Navy, U.S. Air Force. (2022, October). *Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Kill Box Planning and Employment*. Hampton, VA: Air Land Sea Application Center.
- U.S. Army, U.S. Marine Corps, U.S. Navy, U.S. Air Force, U.S. Space Force. (2023, November). *Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Joint Application of Firepower*. Hampton, VA: Air Land Sea Space Application Center.
- U.S. Joint Chiefs of Staff. (2010, May 20). Joint Publication 3-52. *Joint Airspace Control*. Washington, DC: Department of Defense.
- U.S. Joint Chiefs of Staff. (2014, November 25). Joint Publication 3-09.3. *Close Air Support*. Washington, DC: Department of Defense.
- U.S. Joint Chiefs of Staff. (2019, April 10). Joint Publication 3-09. *Joint Fire Support*. Washington, DC: Department of Defense.
- U.S. Marine Corps. (1997, July 30). Marine Corps Doctrinal Publication 1-3. *Tactics*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (1998, February 26). Marine Corps Warfighting Publication 3-25. *Control of Aircraft and Missiles*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2000, May 9). Marine Corps Warfighting Publication 3-2. *Aviation Operations*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2016, May 2). Marine Corps Reference Publication 8-10B.11. *Antenna Handbook*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2018, April 4). Marine Corps Doctrinal Publication 1. *Warfighting*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2018, April 4). Marine Corps Reference Publication 2-10A.6. *Ground Reconnaissance Operations*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2019, March 29). Marine Corps Doctrinal Publication 1-0. *Marine Corps Operations*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2019, September 20). Marine Corps Warfighting Publication 3-01. *Offensive and Defensive Tactics*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2020, August 7). Marine Corps Reference Publication 3-10A.4. *Marine Rifle Squad*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2022, September 9). Marine Corps Tactical Publication 3-01C. *Machine Guns and Machine Gun Gunnery*. Washington, DC: Department of the Navy.

- U.S. Marine Corps. (2024, October 13). Marine Corps Reference Publication 3-10.3. *Small Unmanned Aircraft System Operations*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2024, May 17). Marine Corps Warfighting Publication 3-31. *Marine Air-Ground Task Force Fires and Effects*. Washington, DC: Department of the Navy.
- U.S. Marine Corps. (2024, May 17). Marine Corps Warfighting Publication 3-31. *Marine Air Ground Task Force Fires and Effects*. Quantico, VA: U.S. Marine Corps.
- U.S. Marine Corps Detachment, Fort Sill. (Undated). AN/TPQ-49A Lightweight Counter Mortar Radar. Powerpoint presentation.
- U.S. Naval Academy Adaptive Rapid Engagement Squadron. (2025). *CUAS Section Employment Handbook*.
- U.S. Naval Academy Adaptive Rapid Engagement Squadron. (2025). *UAS Section Employment Handbook*.
- Watling, J. (2024). *The Arms of the Future: Technology and Close Combat in the Twenty-First Century*. London: Bloomsbury.

Staple / Bind Here